

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

Материалы VII Международного Балтийского морского форума
7-12 октября 2019 года

Том 3

ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ

VII Международная научная конференция

Электронное издание

Калининград
Издательство БГАРФ
2019

Сост.: Кострикова Н.А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Волкогон В.А., ректор Калининградского государственного технического университета; Кострикова Н.А., проректор по научной работе КГТУ; Грунтов А.В., начальник БГАРФ; Бокарев М.Ю., директор Института профессиональной педагогики БГАРФ; Яфасов А.Я., начальник Управления инновационной деятельности КГТУ; Бондарев В.А., декан судоводительского факультета БГАРФ; Соболин В.Н., декан транспортного факультета БГАРФ; Лещинский М.Б., заведующий кафедрой автоматизированного машиностроения КГТУ; Мезенова О.Я., зав. кафедрой пищевой биотехнологии КГТУ; Титова И.М., заведующая кафедрой технологии продуктов питания КГТУ; Тылик К.В., декан факультета биоресурсов и природопользования КГТУ

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ: *материалы VII Международного Балтийского морского форума 7-12 октября 2019 года* [Электронный ресурс]: в 6 томах. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», VII Международная научная конференция. - Электрон. дан. - Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019. - 1 электрон. опт. диск.

Балтийский морской форум является ежегодным масштабным международным научно-практическим мероприятием, объединяющим под своей эгидой ряд научных конференций, круглых столов и мастер-классов, посвященных тематике развития науки и образования в морской отрасли, промышленности, сельском хозяйстве Балтийского региона и РФ в целом. Целью форума является обмен научно-техническими достижениями, расширение научно-технического сотрудничества и выработка эффективных алгоритмов реализации новаторских идей в области судостроения, информационных технологий, аквакультуры, экологии, сельского хозяйства, пищевой биотехнологии, водных биоресурсов и технологий продуктов здорового питания. Международный Балтийский морской форум предоставляет уникальную возможность расширить научные и деловые связи, представить экспертному сообществу результаты научного поиска.

В рамках VII Международного Балтийского морского форума состоятся конференции:

- **«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019»**, XVII Международная научная конференция;
- **«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»**, VII Международная научная конференция;
- **«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»**, VII Международная научная конференция;
- **«Пищевая и морская биотехнология»**, VIII Международная научно-практическая конференция;
- **«Инновации в технологии продуктов здорового питания»**, VI Национальная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии, машины и механизмы в машиностроении и строительстве»**, V Международная научная конференция;
- **«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»**, V Международная научная конференция;
- **«Прогрессивные технологии на транспорте»**, Круглый стол;
- **«Инновационное предпринимательство – 2019»**, V Международная конференция.

СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА» SECTION "AQUACULTURE"

<i>Бородулин И.В., Агарков Е.А., Попова Я.В., Милюткин В.А.</i> Технологии и технические средства для круглогодичного эффективного производства аквакультуры в естественных условиях.....	4
<i>Гринберг Е.В., Литвиненко А.В.</i> О подъёме на плав и переводе на внешнее питание личинок кеты (<i>Oncorhynchus keta</i>) в условиях лососевых рыбоводных заводов Сахалинской области.....	10
<i>Долин Г.М.</i> Дикий лосось против культурного.....	19
<i>Курапова Т.М., Хрусталева Е.И.</i> Морфофизиологическая характеристика сеголетков угря.....	23
<i>Курапова Т.М., Молчанова К.А.</i> Характеристика концентрации лизоцима во внутренних органах сеголетков угря при выращивании в УЗВ.....	27
<i>Литвиненко А.В., Христофорова Н.К., Гринберг Е.В.</i> Сохранение запасов тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе.....	32
<i>Лютиков А.А., Королев А.Е., Остроумова И.Н.</i> Выращивание личинок судака (<i>Sander lucioperca</i>) и окуня (<i>Perca fluviatilis</i>) на искусственных кормах.....	41
<i>Милюткин В.А., Толпекин С.А., Бородулин И.В., Агарков Е.А., Попова Я.В.</i> Техничко-технологические направления мелиорации водоемов для эффективного производства аквакультур.....	48
<i>Молчанова К.А., Гончаренко О.Е.</i> Обоснование алгоритма выращивания радужной форели по комбинированной технологии.....	56
<i>Решетникова О.В.</i> Профилактика инфекционных заболеваний форели при индустриальном выращивании.....	63
<i>Савина Л.В., Серпунин Г.Г., Хрусталева Е.И.</i> Гематологические показатели клариевого сома (<i>Clarias gariepinus</i>), выращенного в УЗВ при высоких плотностях посадки.....	68
<i>Теклу Г.Г., Хрусталева Е.И.</i> Первый опыт искусственного воспроизводства щуки на УОХ КГТУ...73	
<i>Хрусталева Е.И., Гончаренко О.Е.</i> Обоснование алгоритма выращивания стерляди по комбинированной технологии.....	78

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ» SECTION "BIOLOGICAL RESOURCES OF THE WATER RESERVOIRS"

<i>Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А., Теницкая И.А.</i> Многолетние изменения численности массовых промысловых рыб на ранних стадиях их развития в северной части Центрально-Восточной Атлантики.....	83
<i>Боркин И.В., Пожинская И.А.</i> Особенности промысла и биологии шпрота (кильки) в Финском заливе Балтийского моря.....	93
<i>Бурбах А.С., Шибяев С.В.</i> Рост корюшки (<i>Osmerus eperlanus eperlanus</i> L.) в реках бассейна Куршского залива Балтийского моря.....	101
<i>Веснина Л.В., Васильева А.С.</i> Современное состояние популяции рачка артемии в период опреснения гипергалинных озер (на примере озера Кулундинское).....	108
<i>Иванова А.А., Новожилов О.А.</i> Биологическая характеристика плотвы озера Виштынецкого по результатам исследований 2017 года.....	118
<i>Мухоморова А.М., Мухин В.А., Барышников А.В., Лыжов И.И., Узбекова О.Р.</i> Особенности биохимического состава тканей и перспективы использования глубоководных рыб семейства макрurusовые.....	128
<i>Новожилов О.А., Погудина А.С.</i> Биологические особенности девятииглой колюшки (<i>Pungitius pungitius pungitius</i> (Linne) 1758) в ряде водотоков Калининградской области.....	136
<i>Попова А.С., Соколов А.В.</i> Основные биологические характеристики налима (<i>Lota lota</i> L.) водоемов Байкальского региона.....	145

Саускан В.И., Осадчий В.М., Архипов А.Г. Некоторые аспекты реализации стратегии развития рыбного хозяйства России до 2030 г.	151
Токранов А.М. Питание морских окуней (<i>Sebastidae</i>) в прикамчатских водах	160
Тылик К.В. Состояние популяций анадромных рыб и миног в водоемах Калининградской области	169
Христофорова Н.К., Литвиненко А.В., Цыганков В.Ю., Ковальчук М.В. Некоторые особенности микроэлементного состава горбуши (<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> Walbaum, 1792) и симы (<i>Oncorhynchus masou</i> Brevoort, 1856) из Сахалино-Курильского региона	173
Черепанова Н.С., Широков В.А., Коваленко В.Н. Характеристика роли налима (<i>Lota lota</i> L.) в рыбном промысле Топо-Пяозерского водохранилища (Карелия)	178
Чернышков П.П. Промысловая океанология южных частей Атлантического и Тихого океанов: современные научные и образовательные проблемы	183
Teklehaimanot B.W., Lukyanova L.M. Problems and goals of the researching the population of the blue shark (<i>Prionace Glauca</i>) in Central Eastern Atlantic.....	190

СЕКЦИЯ «ИХТИОПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ» SECTION "ICHTHYOPATHOLOGY AND HYDROBIOLOGY"

Бубенко Т.Ю., Авдеева Е.В. Динамика микрофлоры форели форелевого рыбоводного хозяйства «Прибрежное» за длительный период	198
Бугранова О.С. Видовое разнообразие альгофлоры пруда Поплавок (Калининград).....	202
Буруковский Р.Н., Судник С.А., Гусев А.А. О пресноводных амфиподах Калининградской области	212
Володина В.В., Менькова А.В., Воронина Е.А., Конькова А.В., Терпугова Н.Ю., Галяутдинова Е.Р., Баубекова Д.Г. Ихтиопатологическая оценка бычковых рыб северной части Каспийского моря.....	222
Герб М.А., Володина А.А., Уткина Я.В. Многолетние изменения высшей водной растительности устьевой области реки Преголя.....	230
Головина Н.А., Головин П.П., Романова Н.Н. Современное состояние ветеринарно-санитарного контроля при выращивании товарной рыбы в Российской Федерации.....	234
Грушко М.П., Федорова Н.Н., Володина В.В., Воронина Е.А., Конькова А.В., Терпугова Н.Ю. К вопросу об опухолевых заболеваниях у карповых рыб Волго-Каспийского региона	239
Гусев А.А., Гусева Д.О. История изучения амфипод (Amphipoda: Crustacea) в Калининградской области.....	245
Евдокимова Е.Б., Архиповский С.Н., Заостровцева С.К., Авдеева Е.В. Паразитофауна ряпушки (<i>Coregonus albula</i> Linnaeus, 1759) озера Виштынецкого в 2016 и 2018 годах.....	254
Казимирченко О.В. Бактерии семейства Enterobacteriaceae (Rahn, 1937) в микрофлоре некоторых видов промысловых рыб из водоёмов Калининградской области	259
Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н. Основные элементы фауны паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб Вьетнама	265
Ларцева Л.В. Микробиологические критерии биологической безопасности рыбы и рыбных продуктов	271
Мальцева И.С., Авдеева Е.В. Гельминтофауна судака <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758) Куршского залива Калининградской области	275
Перевозчикова Д.П., Полунина Ю.Ю. Популяционные характеристики планктонного рачка <i>Eubosmina maritima</i> (Cladocera) в южной и центральной Балтике в 2016 г.	279
Светашева Д.Р., Грушко М.П. Формирование и развитие лимфоидных органов кроветворения личинки леща обыкновенного (<i>Abramis brama</i> (L.))	286
Судник С.А., Егорова Ю.Е. Некоторые аспекты популяционной биологии креветки <i>Palaemon elegans</i> Rathke 1837 (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) из водоёмов Калининградской области.....	291

<i>Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В.</i> Особенности зоо- и бактериопланктона озера Лебедь летом 2017 года	301
<i>Шибачева М.Н., Кривоускова Е.В.</i> Оценка экологического состояния прибрежной части озера Виштынецкого по гидробиологическим показателям	306

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» **SECTION "ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT"**

<i>Кривоускова Е.В., Берникова Т.А.</i> Предварительная оценка содержания общего фосфора в озере Виштынецком в начале рекреационного сезона.....	312
<i>Горбачева Е.А.</i> Результаты экотоксикологического мониторинга донных отложений открытых районов Баренцева моря	316
<i>Дубравин В.Ф., Капустина М.В.</i> О термохалинных и гидрохимических индикаторах водных масс Балтийского моря	321
<i>Ефанов В.Н.</i> Экологические аспекты воспроизводства Тихоокеанских лососей	329
<i>Кочетков К.А., Тылик К.В.</i> К современной характеристике прибрежно-морского природопользования Калининградской области	336
<i>Кудрявцева Е.А., Буканова Т.В.</i> Расчет первичной продукции по спутниковым данным в юго-восточной части Балтийского моря	341
<i>Лозицкая Е.А., Цупкива Н.А.</i> Анализ динамики качества вод в пруду Пелавском (Калининград) за период 2015-2019 гг.	347
<i>Миронова П.С., Цупкива Н.А.</i> Определение трофического статуса пруда Нижнего (Калининград) по гидролого-гидрохимическим показателям в 2017-2018 гг.	359
<i>Михневич Г.С., Кречик В.А., Крек А.В., Данченков А.Р.</i> Взаимодействие морских и подземных вод в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики и его экологические последствия.....	369
<i>Обухова О.В., Мельник И.В., Южалина А.А.</i> Оценка загрязнения воды р. Кизань дельты Волги по микробиологическим показателям	380
<i>Петракова И.В.</i> Оценка уровня загрязнения поверхностных вод кутовой части Онежского залива Белого моря	385
<i>Стонт Ж.И., Чубаренко Б.В.</i> Изменение характеристик температуры воздуха в Калининградской области.....	390
<i>Цупкива Н.А., Мишкина В.А.</i> Оценка экологического состояния Голубого озера (Калининград) в 2018 году по гидрохимическим показателям.....	398
<i>Чурин Д.А., Стонт Ж.И., Ульянова М.О.</i> Влияние штормовых ситуаций на изменчивость уровня воды в Куршском заливе (Балтийское море) в 2019 г.	408

СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА» SECTION "AQUACULTURE"

УДК 001.4

ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КРУГЛОГОДИЧНОГО ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

¹ Бородулин Игорь Васильевич, инженер, учредитель;

¹ Агарков Евгений Александрович, инженер, директор;

¹ Попова Яна Вячеславовна, технолог;

² Милюткин Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технология производства и экспертиза продукции из растительного сырья»

¹ Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОВОЛГА»,

Самара, Россия, e-mail: ekovolga@inbox.ru;

² ФГБОУ ВО Самарский Государственный аграрный университет (Самарский ГАУ),
Самара, Россия, e-mail: oiapp@mail.ru

Для круглогодичного производства аквакультуры (ракообразные) в естественных условиях предлагается клеточное содержание в коробе из поликарбоната с внутренним подогревом воды, так как температура воды (оптимальная и несколько выше оптимальной) непосредственным образом влияет на размножение аквакультуры. При этом эффективность массового производства значительно увеличивается при выращивании в специальных инкубаторах рачков с доращиванием их в производственных условиях

В связи с активизацией производства аквакультур в естественных и искусственных условиях в свете постановлений правительства РФ и потребностей населения в продуктах питания морского и речного происхождения, совершенствование технологий и технических средств для эффективного производства аквакультур, в том числе с активизацией их жизнедеятельности в зимний период стимулированием биологических процессов, обеспечением благоприятными температурами воды искусственным обогревом с максимально возможной экономией энергии, является актуальным и требующим специального оборудования и технологий.

Предусматривается создание сложного комплекса гидротехнических сооружений, включающих в себя водозабор, инкубаторы, садки для выращивания аквакультур, плавучие пирсы и причалы, плавучие эллинги, Микро-ГЭС или Микро-ТЭЦ с возможным биологическим топливом – Биотопливо III поколения из собранных, обработанных (высушенных) и переработанных, на специальном оборудовании, сине-зеленых водорослей при мелиорации водоемов и водотоков.

Основной целью строительство гидроузла является выращивание аквакультур.

Состав гидроузла:

- бытовые помещения: представляют собой плавучий понтон и надстройку. Данные помещения используются для обработки аквакультур, размещения лабораторий, установок бассейнов под аквакультуру, административных помещений, так же в данной надстройке будет расположен насос водозабора;

- водозабор для систем устройства замкнутого водоснабжения (УЗВ);

- плавучие пирсы и причалы - гидротехнические сооружения используемые для причаливания служебного транспорта, предназначенного для доставки работников, транспортировки аквакультур и других нужд;

- плавучие эллинги, представляют собой сооружения понтонного типа. Назначение: хранение плавсредств в зимнее время года, защита плавсредств от незаконного проникновения, выполнение погрузо-разгрузочных работ, проведение ремонтных работ и сервисного обслуживания;
- Микро-ГЭС - это электростанция, обладающие малой мощностью (до 100,0 кВт), служащие для производства электрической энергии, путем преобразования кинетической энергии воды, Микро-ТЭЦ – это тепловая электростанция, работающая на биотопливе III поколения, полученным на специальном оборудовании, разработанным ООО «ЭКОВОЛГА», по специальной технологии из сине-зеленых водорослей;
- садки, инкубаторы для выращивания аквакультур.

Инкубаторы являются основополагающей частью и представляют собой ярусные садки (рис.1), размещенные в специальном коробе, стенки которого выполнены из поликарбоната с целью теплоизоляции и вдоль которых проложены трубки с циркулирующей в них подогреваемой теплой водой, обогревающей или самок раков или молодь – рачков.

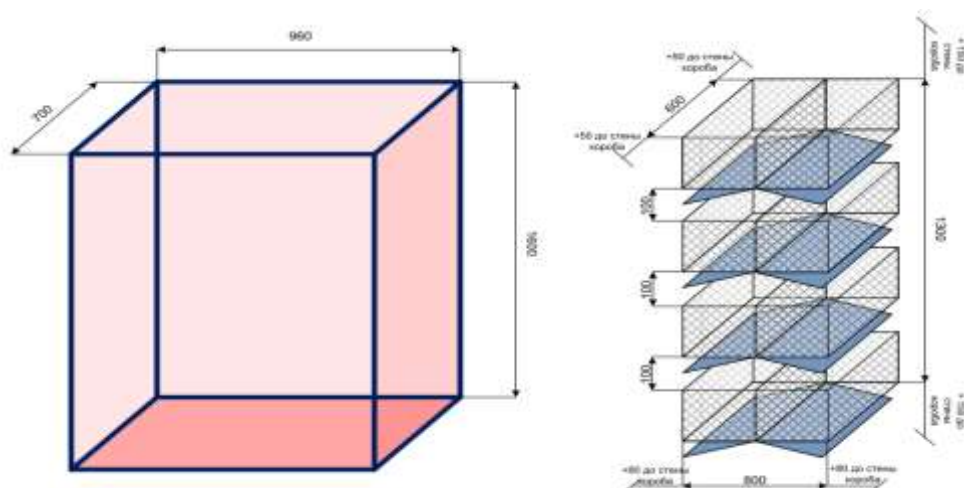


Рис. 1. Короб для ярусных садков и садки для размещения аквакультур

Для поддержания оптимальных температур для раков-самок при получении молоди вода внутри короба прогревается по специальной схеме специальным оборудованием (Рис. 2)

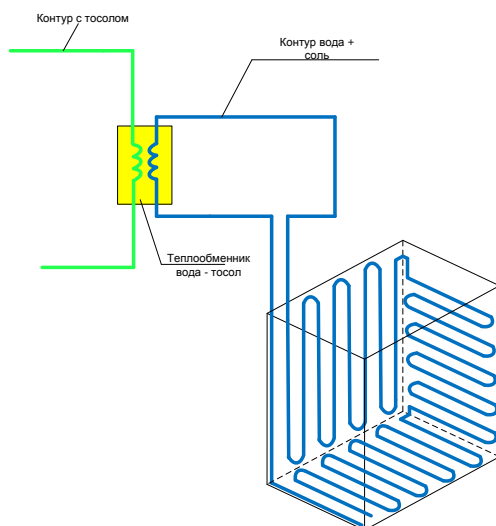


Рис. 2. Схема отопления инкубатора

Садки размещаются в отапливаемом коробе с возможностью подогрева воды до оптимальных параметров и ее циркуляции (Рис. 3).

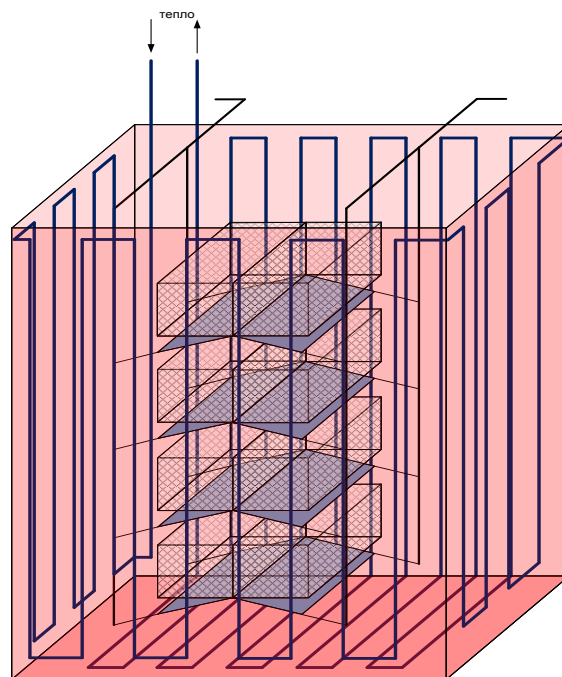


Рис. 3. Размещение садков в отапливаемом коробе

Собранные в короба садки размещаются около дебаркадера (Рис.4) в зоне чистой от сине-зеленых водорослей воды, поддерживаемой специально-разработанным ООО «ЭКОВОЛГА» оборудованием по специальным технологиям с возможностью использования и в производственных условиях при доращивании раков до товарных кондиций и их реализации.

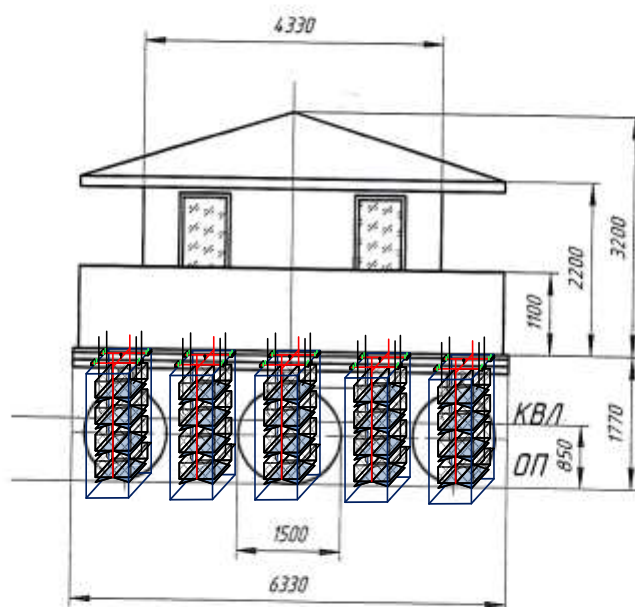


Рис. 4. Размещение садков для доращивания аквакультуры на научно-производственной базе ООО «ЭКОВОЛГА»

При необходимости обеспечения оптимального температурного режима в открытых водоемах и водотоках возможно использование теплицы из поликарбоната (рис.5).

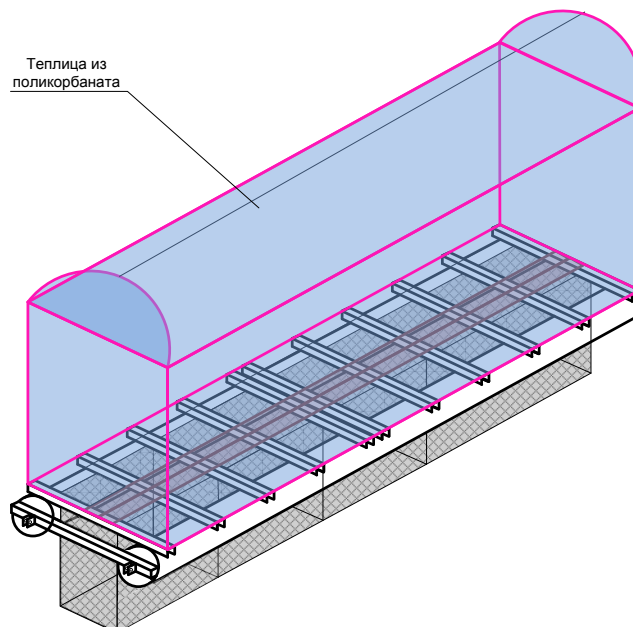


Рис.5. Теплица из поликарбоната над садками для поддержания оптимальной температуры при выращивании аквакультуры

ООО «ЭКОВОЛГА» для научной работы и для коммерческого производства с адаптацией полученного потомства раков подготовило специальное плавучее судно-дебаркадер (рис.6) с бассейнами в трюме для размещения разработанных ярусных садков для аквакультур в специальных ваннах с проточной и подогреваемой водой, с устройствами для кормления и управления технологическими параметрами жизнеобеспечения молоди раков, проведения селекционной работы, изучения рациона, режимов кормления, проведения профилактических от болезней мероприятий.



Рис.6. Плавучая научная лаборатория - дебаркадер ООО «ЭКОВОЛГА» с планируемым размещением в трюме инкубатора аквакультуры – молоди раков

Садки с молодью раков для их дорастивания до реализационных параметров с целью эффективности производства с проведением постоянных наблюдений размещаются в зоне дебаркадера, на открытой воде, огражденной и защищенной от проникновения сине-зеленых водорослей в летний период специальными понтонами с использованием разработанных ООО «ЭКОВОЛГА» технических средств и оборудования [2-16]. Технические средства, разработанные и запатентованные ООО «ЭКОВОЛГА», представляют собой различные устройства для сбора сине-зеленых

водорослей в водоемах и водотоках с подготовкой их для длительного хранения и переработкой для биодобавок в корма для аквакультуры, переработкой, по предложенной и разработанной ООО «ЭКОВОЛГА» технологии техническими средствами, в биотопливо III поколения для Микро – ТЭЦ и энергоснабжения, а также – в качестве органических удобрений для агроландшафтов.

Выводы

1. Повышение эффективности производства аквакультуры, в нашем случае – раков, возможно при круглогодичном получении их потомства, доращивании до определенных параметров и передаче производственным специализированным предприятиям для выращивания взрослых раков для реализации.

2. Для круглогодичного производственного цикла с размножением и доращиванием аквакультуры необходимо специальное оборудование и условия, основная часть которых обоснована и отрабатывается на научно-экспериментально-производственной базе ООО «ЭКОВОЛГА».

3. При обосновании эффективного производства аквакультур ООО «ЭКОВОЛГА» отрабатывает также технологии, машины и оборудование для экологически-допустимых условий в водоемах и водотоках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фермерская аквакультура / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина, И.Ю. Киреева // М.: ГВЦ Минсельхоза России. - 2007. - С. 192.

2. Устройство для очистки водоемов от донных отложений: пат. 2614877 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/00 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015131618; заявл. 28.12.15; опубл. 30.03.17, Бюл. № 10. 5 с.

3. Устройство для сбора донных отложений в водоемах: пат. 175462 Российская Федерация, МПК Е 02В. / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 175462; заявл. 15.07.2015; опубл. 06.12.2017, Бюл. № 34. 5 с.

4. Разработка механических систем для сбора донных отложений с целью экологической реабилитации водоемов / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Н.Ф. Стребков // ECOLOGICAL EDUCATION AND ECOLOGICAL CULTURE OF THE POPULATION Materials of the IV international scientific conference, 25-26 февраля 2016г.- Прага, - 2016. - С. 111-114.

5. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата : пат. 2548075 Российская Федерация, МПК С02F 3/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА» (Российская Федерация). - № 2013128808; заявл. 24.06.13; опубл. 10.04.15, Бюл. № 10. 5 с.

6. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей / пат. 2551172, Российская Федерация, МПК С02F 3/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014102809; заявл. 28.01.2014; опубл. 20.05.2015, Бюл. № 14. 5 с.

7. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей: пат. 2555896 Российская Федерация, МПК С 02F 1/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014106482; заявл. 20.02.14, опубл. 10.07.15, Бюл. № 19. 5 с.

8. Агрегат для очистки водоемов от водорослей : пат. 2596017 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/00. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015120313; заявл. 28.05.15, опубл. 27.08.16, Бюл. № 24. 5 с.

9. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей : пат. № 2582365 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/10. / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014131847; заявл. 31.07.14, опубл. 27.04.16, Бюл. № 12. 5 с.

10. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме [Текст] / В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова, В.Н. Сысоев, И.В. Бородулин, З.П. Антонова// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014 г. Санкт - Петербург. –2014. – С. 79-82.

11. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями [Текст] / В.А. Милюткин, С.П. Симченкова, Г.В. Кнурова и др. // Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014 г. Санкт-Петербург. – 2014. – С. 83-85.

12. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом [Текст] / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин // Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение в сельском хозяйстве» - 25-26 ноября 2015г. Ярославль. – 2016. – С. 32-37.

13. Сушилка для сине-зеленых водорослей : пат. №2606811 Российская Федерация, МПКА 01Д 44/00 / Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015134194; заявл. 13.08.15; опубл. 10.01.17, Бюл № 1. 5 с.

14. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ: пат. № 2599436 Российская Федерация, МПК С 12М 1/04 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015132504; заявл. 04.08.15; опубл. 10.10.16, Бюл. № 28. 5 с.

15. Способ утилизации продуктов сгорания установок, использующих природный газ : пат. № 2608495 Российская Федерация, МПК А 01G 7/02 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». № 2015132501; заявл. 04.08.15; опубл. 18.01.17, Бюл. № 2. 5 с.

16. Устройство для переработки сине-зеленых водорослей в биотопливо : пат. на полезную модель № 182401 Российская Федерация, МПК С 12М 1/04 / Бородулин И.В., Агарков Е.А., Милюткин В.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2017126694; заявл. 25.07.17; опубл. 16.08.18, Бюл № 23. 4 с.

17. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах. / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков // 7TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «APPLIED SCIENCES TECHNOLOGIES IN THE UNITED STATES AND EUROPE: COMMON CHALLENGE SCIENTIFIC FINDINGS »Papers of the 7th International Scientific Conference CIB-UNET Publishing; ORT Publishing; All authors of the current issue. – 2014. – С.131 - 136.

TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR LAST-YEAR EFFICIENT PRODUCTION OF AQUACULTURE IN NATURAL CONDITIONS

¹Borodulin Igor Vasilyevich, Engineer, Founder;

¹Agarkov Evgeny Alexandrovich, Engineer, Director;

¹Popova Yana Vyacheslavovna, Technologist;

²Milyutkin Vladimir Aleksandrovich, doctor of technical sciences, professor, professor of the department "Production technology and examination of products from vegetable raw materials"

¹ LLC "EKOVOLGA", Samara, Russia, e-mail: ekovolga@inbox.ru;

² Samara State Agrarian University (Samara State Agrarian University), Samara, Russia, e-mail: oiapp@mail.ru

For year-round aquaculture production (crustaceans) under natural conditions, cellular content is offered in a polycarbonate box with internal water heating, as the water temperature (optimal and slightly higher than optimal) directly affects aquaculture reproduction (in our case, crayfish), while mass production increases significantly when growing crustaceans obtained in special incubators with growing them under production conditions

О ПОДЪЁМЕ НА ПЛАВ И ПЕРЕВОДЕ НА ВНЕШНЕЕ ПИТАНИЕ ЛИЧИНОК КЕТЫ (*ONCORHYNCHUS KETA*) В УСЛОВИЯХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Гринберг Екатерина Владимировна, без степени, аспирант ИМГиГ ДВО РАН,
ст. преподаватель кафедры;

²Литвиненко Анна Владимировна, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры

^{1, 2} Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Сахалинский государственный университет (СахГУ), Институт естественных наук и техносферной безопасности, кафедра экологии, биологии и природных ресурсов;

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН), г. Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: ekaterina-grinberg@yandex.ru

В статье, на основании личного опыта работы авторов, представлены практические рекомендации по организации и проведению одного из самых сложных и ответственных этапов искусственного разведения тихоокеанских лососей – подъём на плав и перевод на внешнее питание личинок кеты в условиях современных лососевых рыболовных заводов

Этап подращивания молоди кеты начинается с переходного периода от выдерживания предличинок к подращиванию личинок и кормлению мальков, а заканчивается (на ЛРЗ где подращивание производят до массы не менее 1000 мг) смолтификацией мальков и последующим выпуском в естественные водоемы и водотоки. Интересно, что в условиях современных ЛРЗ фактический подъём на плав у личинок кеты (появление положительного фототаксиса, постоянное пребывание в толще воды, исчезновение тактильного инстинкта и т. д.) происходит гораздо раньше, чем рыболовы начинают производственный этап под названием "подъём на плав". В этом смысле следует чётко различать понятия "подъём на плав" как стадию развития молоди и "подъём на плав" как этап и приём производственного процесса по ИР лососей.

Продолжительность и успешность проведения рыболовного этапа под названием "подъём на плав и перевод на внешнее питание" зависят от очень большого количества факторов и, в большей степени, от их оптимальности для конкретного этапа онтогенеза кеты и сочетания. Также важно понимать, что с точки зрения физиологии превращение предличинки в личинку - это критический этап в развитии рыб и в искусственных условиях требует повышенного внимания и обеспечения всех специфических особенностей и требований разводимого вида.

Прежде чем писать об этапе подращивания молоди кеты при её искусственном разведении, следует обратить внимание на то, что это этап, предваряющий выпуск сеголетков в естественную среду и успешность этого этапа, равно как и этапа выпуска молоди, закладывается гораздо раньше, чем рыболовы приступают к переводу молоди на смешанное, а далее на внешнее питание. Только строгое и неукоснительное соблюдение биотехники искусственного разведения (ИР) лососевых рыб, следование оптимальным именно для кеты условиям и параметрам среды, позволит провести этап подращивания в максимально короткие сроки. Экономически выгодно выпустить физиологически полноценную, здоровую молодь в оптимальные сроки и рассчитывать на значительный промысловый возврат.

Таким образом, все особенности и практические нюансы организации подъёма личинок кеты на плав и перевода на внешнее питание, на современных лососевых рыболовных заводах (ЛРЗ) Сахалинской области, в данной статье, описаны для продукции, сбор, инкубация икры и выдерживание предличинок которой происходили в оптимальных условиях абиотики и биотики.

Перечислим основные факторы или показатели, которые необходимо учесть при подъёме личинок на плав и переводе их на смешанное питание. Это состав воды, температура и газовый режим, солёность, высота и скорость течения (расход) воды в емкостях для подращивания, длина и ширина канала, цвет емкостей, освещённость, плотность посадки, способ приучения к корму, тип корма, состояние здоровья рыб, биологический возраст, остаток желточного мешка от первоначальной массы, масса желточного мешка относительно массы личинки с желточным мешком, первоначальная масса (при раскармливании) и масса к выпуску, биологические особенности разводимого вида, среднемноголетние сроки прогрева воды в приустьевой зоне базового водотока и т. д. Заметим, что список этот далеко не полный. Далее, кратко, о самых важных факторах, которые определяют эффективность проведения производственного этапа подъём молоди на плав и её раскармливания.

Качество и состав воды

Принимая решение об использовании грунтовой или поверхностной воды при переводе кеты на внешнее питание, следует исходить из конкретных технических возможностей ЛРЗ и понимания того, что в естественных условиях молодь осенней кеты после выхода из нерестовых бугров, с грунтовыми водами со стабильным температурным режимом, начинает переход на активное питание именно в речной воде. Тем не менее, часто на ЛРЗ перевод молоди на внешнее питание совпадает с прохождением паводков, поэтому исходя из практических соображений (значительная трудоемкость работ по снятию трубчатого субстрата, прометанию каналов от песка, ила и наносов, опасность попадания сорных рыб и т. д.) логично осуществлять проведение этапа начала кормления с применением грунтовой (чистой) воды. Кроме того, чаще всего, грунтовые воды в этот период теплее, чем поверхностные. При этом, на этапе активного подращивания уже мальков кеты, необходимо изыскать все возможности, чтобы он происходил именно с использованием речной (поверхностной) воды.

Температура воды

Оптимальной температурой при переводе на внешнее питание принято считать температуру воды не менее 4°C [1, 2]. До появления экструдированных кормов для молоди лососей отсутствие "кормовых" температур было большой проблемой. В современных условиях, проблема наличия водоисточника с температурой воды не менее 4°C, при раскармливании лососей, и в частности кеты, так остро не стоит. Например, в линейке экструдированных кормов фирмы Аллер-Аква [3] для молоди тихоокеанских лососей предусмотрены низкотемпературные корма, для кормления в воде с температурой 2-3°C.

Газовый режим

Что касается содержания растворенного в воде кислорода при подращивании молоди кеты, то здесь, по нашему мнению, следует ориентироваться на Временные биотехнические показатели по разведению лососей с коротким технологическим циклом на рыбоводных заводах Сахалинской области [4], действовавшие до 01.01.2013 года и поведение молоди. Кроме того, важно знать, что молодь активно питается и при содержании кислорода в воде 5,5-6,0 мг/л на выходе из каналов или емкостей, а вот растет она, эффективно потребляя корм, только, если содержание кислорода на выходе не менее 7,0 мг/л (практическая рекомендация, полученная одним из авторов статьи в 2007 году, при прохождении повышения квалификации в Дмитровском рыбохозяйственном технологическом институте – филиале ФГБОУ ВО "Астраханский государственный технический университет").

Помимо содержания растворенного в воде кислорода, важно знать содержание углекислого газа. Нельзя недооценивать превышение ПДК по этому веществу в воде, которую используют при подращивании молоди лососевых рыб. Следует помнить, что в воде с достаточным и оптимальным содержанием растворенного кислорода, при наличии избыточной углекислоты, молодь будет

угнетенной, перестанет расти и, возможно, погибнет. При этом молодь, погибшая от избытка углекислоты, будет с плотно прижатыми жаберными крышками, а от удушья или недостатка кислорода – с оттопыренными [5].

Соленость

Использование солоноватой воды в товарной аквакультуре давно доказало свою эффективность, например, при товарном выращивании форели. Подращивание молоди кеты перед выпуском в море в солоноватой воде, в условиях ИР лососей сравнительно недавно начали практиковать на некоторых рыбоводных заводах о. Итуруп, в частности, на ЛРЗ «Бухта Оля» [6]. Что касается применения солоноватой воды в период подъема молоди на плав и перевода ее на смешанное питание, то здесь, на наш взгляд, необходимы серьезные, глубокие и обширные дополнительные исследования, в которых будет определена и величина солености (при положительном опыте применения), и доказана эколого-экономическая эффективность приема в этот период.

Высота воды. Скорость течения. Расход воды

Как правило, выдерживание предличинок кеты происходит в питомных каналах, глубина которых 30 см. Нормативные высота воды при этом около 6-9 см, скорость течения 0,5 см/с, расход воды на 1 млн. шт. продукции от 1,5 до 2,0 л/сек [4]. Фактический расход воды зависит от ширины и длины каналов, температуры воды при выдерживании, качества воды и других факторов. Подъем на плав, переход на смешанное питание – это, как указано выше, один из критических этапов в развитии кеты и специалисты на ЛРЗ в этот период должны быть предельно собраны и проводить все работы в питомниках по заранее разработанным графикам. Графики подъема на плав и перевода на внешнее питание разрабатывают на основании среднесезонных показателей температуры воды в водоисточниках, возможности терморегуляции, результатов проведения биологических анализов предличинок и личинок кеты разных возрастных групп, предполагаемой стартовой массы личинок и массы мальков к выпуску, сроков выпуска подращенной молоди и т. д.

Специалисты в этот ответственный период большую часть рабочего времени должны проводить непосредственно в питомнике, контролировать параметры среды, поведение молоди, а также следить за соблюдением биотехники снятия искусственного трубчатого субстрата, прометанием каналов и выборкой отхода, проведением профилактических или лечебных обработок молоди, раскормкой молоди и т. д.

Очень важно при проведении работ по подъему молоди на плав не допускать резких изменений условий абиотики. Особенно негативны для молоди последствия резкого изменения температуры воды (более чем на 2°C в течение 15-30 минут) и ее состава. Например, при резкой смене грунтовой воды на речную, молодь начинает беспокоить себя вести - «кипеть» и около суток после этого не питается или ее аппетит становится заметно хуже.

Особо следует отметить недопустимость уменьшения содержания растворенного в воде кислорода в период, когда молодь только начинает переходить на внешнее питание и далее, когда она уже активно питается, до выпуска. В связи с этим, считаем необходимым напомнить о так называемом «специфическом динамическом действии питания» (СДДП) – явлении, связанном с сильным возрастанием потребления кислорода после обильного кормления и поддержании его на значительном уровне в течение нескольких часов или даже десятков часов в течение процесса усвоения съеденной пищи [2]. Это явление присуще рыбам и особенно заметно оно проявляется при организации кормления оксифильных лососей, в условиях искусственного разведения, когда плотность посадки в десятки раз превышает таковую в естественных условиях. На знании СДДП основано правило измерения содержания растворенного в воде кислорода на выходе из емкостей для подращивания, в утренние часы, перед кормлением.

Итак, все работы в этот период проводят плавно, бережно и постепенно. Высоту воды увеличивают до 15-18 см, используя комбинацию шандор высотой 6, 9 и 10 см. Только тогда, когда молодь начнет активно питаться и у 100% в желудках будет обнаружен корм при анализе на определение доли питающихся рыб – высоту воды доводят до 24-25 см [4]. Если подъем на плав и

перевод на внешнее питание происходят в бассейнах или прудах, то мы рекомендуем поддерживать уровень воды не менее 30-50 см, но его необходимо постоянно регулировать, ориентируясь на значительный комплекс дополнительных условий, складывающихся в этот период. Например, при резком повышении температуры воздуха, рыбоведам придется поднимать уровень воды или добавлять в емкость более холодную воду.

Скорость течения воды в период перевода молоди на внешнее питание плавно увеличивают – сначала до 0,6 см/сек, а затем до 0,7 см/сек [4]. Только убедившись, что молодь здорова, активно переходит на внешнее питание, не жмется к заградительным сеткам, кормовой коэффициент составляет 0,6-0,7, а содержание кислорода в воде на выходе из каналов в пределах 7 мг/л и больше – можно увеличивать скорость течения до 0,8-1,0 см/сек.

Расход воды для каждого канала рассчитывают исходя из оптимальной скорости течения и его ширины. Кроме того, при расчете расхода воды учитывают: конструктивные особенности канала (при наличии контруклонов расход воды придется увеличить), температуру воды и содержание растворенного в воде кислорода, биологический возраст продукции, степень завершенности предличиночной стадии развития и т. д. Для того, чтобы сориентироваться в правильности произведенных расчетов, приведем примерные значения расхода воды на один стандартный питомный канал длиной 19,0 м и шириной 2,0 м. В период выдерживания предличинок кеты – около 60 л/мин, в период подъема на плав – 90-120 л/мин и в начальный период кормления (раскормки) – 120-150 л/мин (до 200 л/мин).

Часто, особенно в начальный период подращивания молоди кеты, перед специалистами-рыбоводами встает вопрос выбора между недостаточным расходом воды в каналах, но «хорошей» (для питания молоди) температурой или большими расходами воды, но снижением ее температуры. Однозначно, выбор должен пасть на вариант с понижением температуры воды и увеличением ее расхода, тем более что в продаже есть низкотемпературные корма. Если оставить воду с более высокой температурой и не увеличивать расход воды, то это по цепочке приведет к уменьшению содержания кислорода в воде, снижению эффективности потребления корма, увеличению расхода кормов, уменьшению прироста массы, вплоть до остановки роста, общему снижению резистентности организма рыб и т. д. Кормовой коэффициент уже через 5-7 дней такого кормления увеличится до 0,8-1,0, против нормативного 0,6-0,7.

Длина и ширина каналов

При определении оптимальной длины и ширины питомных каналов трудно прийти к объективному единому мнению, но следует исходить как из интересов продукции, которая в них находится, так и из интересов работников, которые за этой продукцией ухаживают. В целом, проще работать с каналами, ширина которых не более 2,0 м, а длина от 15-17 м до 19 м. Каналы длиной 21 м однозначно неудобны в работе, потому что их прометание занимает в 1,5 раза больше времени и слишком продолжительна полная смена воды в них. Важно, с точки зрения соблюдения техники безопасности и охраны труда, чтобы переходные дорожки между каналами были шириной не менее 30 см.

Высота питомных каналов

Что касается высоты питомных каналов, то в стандартных каналах она 30 см и это позволяет поднимать уровень воды при подращивании максимум до 25 см. При этом необходимо постоянно следить за чистотой заградительных сеток для предотвращения ухода молоди поверх них. Обладая большим практическим опытом ИР лососей, мы полагаем, что если на ЛРЗ нет специальных прудов, бассейнов или хотя бы одного пруда для интенсивного кормления молоди перед выпуском, то глубина питомного канала 30 см явно недостаточна при подращивании молоди. При проектировании питомной части новых ЛРЗ необходимо предусматривать такую глубину каналов, бассейнов или прудов, чтобы высота воды при подращивании в них, была не менее 0,8 м, а при подращивании более крупной молоди – от 1000-1200 мг – до 1,0 м.

Желательно, чтобы на ЛРЗ была обеспечена возможность подъёма молоди на плав и перевода ее на внешнее питание в закрытом помещении, а проведение интенсивного подращивания раскормленной «под крышей» молоди, до ее выпуска, осуществлять в прудах, каналах или бассейнах под открытым небом. Преимущество при выборе емкости для подращивания молоди, особенно за одну-две недели до предполагаемого выпуска, следует оставлять за прудами.

Цвет емкости для подращивания молоди

При выборе цвета емкости необходимо учитывать, что лососевые рыбы хищники и обладают достаточно развитым зрением, что все рыбы изменяют окраску кожных покровов в зависимости от времени суток и окружающего «пейзажа» и, самое важное – на ЛРЗ имеют дело с дикими, не одомашненными рыбами, для которых пребывание в искусственных условиях, при значительной плотности посадки и вынужденное потребление хоть и полноценного сбалансированного, но не натурального корма – ежедневный стресс. Понимая, что ИР лососей по стратегии принципиально отличается от их товарного выращивания, необходимо выбирать цвет бассейнов близкий к естественной окраске грунта в реке, избегать светлых тонов. Эти же рекомендации справедливы и применительно к цвету бетона питомных каналов и грунта прудов.

Освещенность

Степень освещенности, ее качество (естественный или искусственный свет), продолжительность светового дня (фотопериод) – все это, наряду с температурой воды и скоростью течения в каналах – самые важные факторы в период подъёма личинок на плав. При составлении графика подъёма молоди на плав, дополнительно к нему намечают план снятия затемнения. В этом же плане отмечают когда (дата и время) и до какой высоты будут поднимать уровень воды, увеличивать расход, поднимать и снимать трубчатый субстрат, начинать подкормку.

Как правило, затемнение снимают (рассвечивают питомники) постепенно, минимум по 3-5 дней над каждым каналом или группой каналов. Общее правило: сначала снимают ставни или затемнение с окон на северной или западной стороне каналов, на следующий день или через день – с южной или с восточной стороны. Свет над каналами включают или на третий день, или позже (ориентируются на поведение личинок – реакцию на свет, выход из трубчатого субстрата, миграции за солнечным светом и т. д.).

Уровень воды (до 15-18 см) увеличивают задолго до рассвечивания питомника, потому что, как было указано выше в тексте, на современных ЛРЗ переход личинок в толщу воды, изменение фототаксиса на положительный и исчезновение тактильного инстинкта, происходят задолго до того, как рыбоводы начинают проведение производственного этапа под названием «подъём на плав». В этот момент очень важно подобрать такой расход воды в канале, ориентируясь на скорость течения воды в нем, чтобы он был достаточен для обеспечения оптимального содержания растворенного в воде кислорода на выходе из канала и, в то же время, не стал причиной истощения молоди и увеличения скорости резорбции желточного мешка.

В период проведения подъёма личинок старших возрастных групп на плав, когда в питомнике зажигают свет, снимают затемнение с окон и в дневное время постоянно находятся работники, предличинкам, не готовым к переходу на внешнее питание, необходимо обеспечить темноту, покой и стабильную температуру воды. Достичь этого можно и необходимо, укрывая каналы с предличинками непрозрачной пленкой или легкими щитами, а также отдельной водоподачей – «теплая» вода (возможно, с суточными изменениями температуры) для молоди, которую планируют кормить или уже кормят, и «холодная» вода, со стабильным температурным режимом, для предличинок под пленкой. Обращаем внимание на то, что температура воды в той части питомника, где продолжается выдерживание, может быть больше, чем была, собственно, при выдерживании, до начала производственного этапа «подъём на плав». Важно, чтобы температура была стабильной, т. е. суточные колебания не превышали 0,2°C. Соблюдая это условие можно отсрочить начало кормления молоди минимум на 7-10 дней и более.

Подъём и снятие искусственного субстрата

Чаще всего, на современных ЛРЗ, для выдерживания предличинки используют искусственный трубчатый субстрат (помимо сотового или гравийного). При организации работ по снятию субстрата необходимо исходить, прежде всего, из того что для молоди это значительный стресс, а для рабочих-рыбоводов очень трудоемкий процесс. Поэтому к снятию субстрата приступают только тогда, когда все личинки покинут субстрат, а к проведению такой работы допускают только высококвалифицированных работников. Удобно и существенно сокращает продолжительность проведения работы по снятию субстрата (за счёт того, что работу может выполнять один человек вместо двух) – вытягивать одну сторону мата субстрата на переходную дорожку с последующей уборкой его из канала. Важно, в головной части каналов, на 2-3 дня оставлять от одного до трёх матов субстрата (их стандартная ширина 90 см) для той части молоди, у которой ещё есть светобоязнь и не пропал тактильный инстинкт. Если маты субстрата не оставить, то такая молодь будет "кидаться" под щетки при прометании каналов (травмируясь и погибая), прислоняться к заградительным сеткам («ложиться» на них, затрудняя водообмен) и это существенно затруднит уход за продукцией в канале, в целом.

Учёт производственного отхода

Учёт количества предличинки, погибших за период выдерживания, производят на основании «Методики учета водных биологических ресурсов, выпускаемых в водные объекты рыбохозяйственного значения» [7]. Важно, чтобы при выборке отхода было соблюдено правило раздельного сбора отхода от каждой партии. Если отход представлен не только предличинками, погибшими в процессе выдерживания или перед подъёмом на плав, но и свободными эмбрионами, погибшими в процессе вылупления или вскоре после него, то при выборке его следует разделять, а взвешивать и учитывать также раздельно. Мертвые свободные эмбрионы за несколько месяцев нахождения в каналах обрастают гифами сапролегнии и по внешнему виду напоминают распустившиеся соцветия вербы, а их масса в 2,0-2,5 раза превышает массу погибших предличинки. Ошибка учета количества погибших предличинки неизбежно приведет к грубым ошибкам при расчете суточного рациона для личинок при их раскармливании.

Не следует забывать и об учете погибших эмбрионов, находящихся на нижней стороне искусственного трубчатого субстрата. Для этого в каждом канале просчитывают количество отхода на трех отдельных матах субстрата в конце, в середине и в начале канала, складывают и выводят среднее арифметическое количество погибших эмбрионов на одном мате, а затем умножают на общее количество матов субстрата в канале.

Таким образом, количество отхода за этап выдерживания предличинки складывается из следующих частей: во-первых, это текущий отход по результатам ежедневных выборок в течение всего процесса выдерживания (от момента завершения инкубации); во-вторых, это предличинки из контрольных партий, которые были использованы для проведения биологических и ихтиопатологических анализов; в-третьих, это отход, учтенный при прометании каналов после снятия трубчатого субстрата; в-четвертых – отход с субстрата. В рыбоводной практике принято считать, что отход до снятия субстрата – это отход за период выдерживания, а отход после снятия субстрата и начала кормления – за период подращивания.

Инструменты для прометания каналов и выборки отхода

В период подъёма молоди на плав, как правило, каналы прометают специально изготовленными щетками, длиной 40-50 см и с черенком не менее двух метров. Материал, из которого изготовлены щетки, должен быть устойчив к гниению и к антисептикам (например, формалину), безопасен для молоди (не травмировал бы её) и достаточно жёсткий, чтобы отчищать ложе бетонных каналов или дно бассейнов от сапролегнии, прилипших желточных мешков погибших при вылуплении эмбрионов, остатков корма и т. д. Кроме того, при выборе щетки для прометания или её са-

мостоятельном изготовлении, необходимо выбирать очень легкие и прочные материалы, понимая, что этим инструментом интенсивно работают по несколько часов в день.

Сачки для выборки отхода делают двух видов – с мешочком для сбора и в виде плоской лопатки. Материал основы сачка желателен выполнять из нержавеющей стали, а тот край сачков, которым постоянно прикасаются к бетону каналов, практично защитить гибкой пластмассовой накладкой. Весь рыболовный инвентарь необходимо сразу же после использования поставить в ёмкость или ёмкости для дезинфекции и хранить там до следующего применения. Важно, чтобы все части инструмента, соприкасавшиеся с водой в каналах или в бассейнах, были замочены в дезрастворе. Для соблюдения этого правила, высота дезраствора в ёмкости должна быть не менее 70-80 см, а инструмент уложен наклонно, а не вертикально.

Масса желточного мешка в начале кормления

Известно, что личинки лососевых рыб готовы к переходу на смешанное питание при остатке желточного мешка примерно в 1/3 от первоначальной массы [8]. Если у осенней кеты о. Сахалин масса желточного мешка при вылуплении составляет около 140-150 мг, то получается, что при остатке желточного мешка около 50 мг, или 33% от первоначальной массы её можно "поднимать" и переводить на внешнее питание. На современных ЛРЗ, с появлением возможности терморегуляции воды, полноценных и сбалансированных гранулированных кормов, совершенствования биотехники инкубации икры и выдерживания предличинки, начало кормления стали начинать при гораздо меньшем остатке желточного мешка (порой, даже менее 10 мг, или 5-7% от первоначальной массы желточного мешка).

Принимая решение о том, с каким запасом желточного мешка переводить на внешнее питание молодь кеты на том или ином ЛРЗ необходимо учесть значительное количество факторов и условий. Прежде всего, необходимо проанализировать температуру воды и её количество в момент раскормки личинок. Если на предприятии однозначно нет "кормовых" температур в этот период, то поднимать личинок целесообразно при остатке желточного мешка не менее 20-25 мг, или около 15% от первоначальной массы. Если продукция здорова, температура воды более 4°C, а корм экструдированный, то остаток желточного мешка в 10-12 мг будет для начала кормления оптимальным решением.

Обязательно следует учитывать стартовую массу молоди при раскармливании. На каждом конкретном ЛРЗ оптимальную массу личинки и её желточного мешка определяют путём наблюдений и расчётов в течение нескольких лет подряд. Специалистам, для конкретных условий среды на их заводе, необходимо определить такую минимально допустимую массу желточного мешка у кеты в начале кормления, при которой стартовая масса личинок в конце периода выдерживания не уменьшается.

Ещё один важный момент – гидрологические условия и степень развития кормовой базы (планктона) в предустьевой зоне базовых рек и масса сеголетков кеты к выпуску. Возможно, что взвесив все "за" и "против", рыболовам придётся форсировать развитие и рост молоди, поднимая её при остатке желточного мешка более 30 мг, или 20% от первоначальной массы. В случае, когда приходится затягивать сроки подъёма на плав, нельзя допускать, чтобы у рыб в выборке при проведении биоанализа отсутствовал остаток желточного мешка или был равен 1-2 мг.

Принцип формирования групп кормления

Будущие группы кормления планируют уже при выносе икры на вылупление. Для этого стараются не размещать в один канал икру от разных партий. Если этого невозможно избежать, то последующая партия должна быть собрана на следующий день после предыдущей. В одну группу кормления не стоит объединять каналы, продукция в которых заложена с интервалом более чем в три дня. Количество молоди в группе кормления может быть от 300,0-500,0 тыс. шт. до 3000,0-5000,0 тыс. шт. Исходя из практических соображений, для работы и расчетов оптимальна такая группа кормления, которая размещена и находится не более чем в 10 каналах, независимо от плотности посадки молоди в этих каналах.

Плотность посадки при переводе на внешнее питание

Согласно «Временным биотехническим показателям» [4], плотность посадки молоди на начальном этапе кормления при подращивании до массы 0,5 г составляет 15,0 тыс. шт./м². При этом подращивание до массы 1,0 г и более рекомендовано проводить при плотности посадки 5-8 тыс. шт./м², или менее 21,5 тыс. шт./м³. Часто рыбоводы на ЛРЗ, где подращивание кеты осуществляют именно до массы 1000 мг и более, выносят икру на вылупление с такой же плотностью посадки, с которой предполагают растить молодь до выпуска. Один из аргументов таких рыбоводов – не надо заниматься пересадками мальков, подвергать их стрессу.

Знание биологических особенностей молоди кеты и значительный практический опыт работы, позволяет авторам утверждать, что начальный период подращивания молоди, этап ее раскармливания, до массы 450-500 мг целесообразнее и практичнее осуществлять при плотности посадки около 15,0 тыс. шт./м² (даже до 16-18 тыс. шт./м²). В этом случае молодь более дружно переходит на внешнее питание (вариационные ряды компактнее, чем при меньшей плотности посадки, нет значительного разброса по массе), лучше и быстрее растет, теплой воды требуется меньше, снижаются кормовые затраты, потери корма минимальны. Только тогда, когда молодь достигнет массы более 450-500 мг и её суточный прирост замедлится, необходимо заняться её пересадками или рассредоточением. Идеально, если плотность посадки можно уменьшить, просто увеличив высоту воды в ёмкости для подращивания.

Способ раскармливания

Все, что касается собственно организации подращивания (кормления) молоди кеты – суточного рациона, характеристик и способа изготовления корма, размера крупки, интервала, кратности кормления, кормления по текущей и стоячей воде, установки верхних шандор с отверстиями на выходе из каналов и т. д. – это предмет отдельной статьи и, вполне возможно, не одной. В этой же статье мы акцентируем внимание рыбоводов на важности проведения раскормки молоди вручную. Не менее важно привлекать к этой работе рабочих с большим стажем работы, или со специальным образованием. Кроме того, наш опыт свидетельствует об успешности раскармливания молоди вручную именно теми работниками, которые держат личное подсобное хозяйство.

Проведение техучебы

ИР лососей – это такая часть аквакультуры, в которой необходимо постоянно совершенствовать биотехнику, создавать новое оборудование, осваивать разведение новых видов, а также повышать квалификацию специалистов. ЛРЗ – это предприятия по ИР лососей и каждый член коллектива должен один раз в месяц или хотя бы перед началом каждого производственного этапа (путина, инкубация, выдерживание, подращивание, выпуск) пройти так называемый техминимум. В силу специфики и отдаленности ЛРЗ от населённых пунктов, техучебу должен проходить действительно каждый член коллектива, независимо от занимаемой по штатному расписанию должности. Недопустимо, чтобы работники при осуществлении ухода за продукцией не учитывали специфические требования каждого разводимого вида, а также не понимали, почему, для чего и зачем они выполняют ту или иную операцию.

Проведение лечебно-профилактических обработок молоди

Решение о необходимости проведения профилактических обработок необходимо принимать, комплексно оценивая как состояние самих рыб, так и состояние окружающей их среды. В целом, количество обработок необходимо сводить к минимуму, понимая, что для организма рыб это значительный стресс.

Если на ЛРЗ с самого начала ИР лососей соблюдают биотехнику, то продукция будет практически здоровой, а эпизоотическая обстановка на таком предприятии благополучная. Если же без

обработки обойтись нельзя, то необходимо четко соблюдать правила проведения лечебно-профилактических обработок и использовать альтернативные (щадящие) способы профилактики ликвидации заразного начала (об этом речь пойдет в отдельной статье).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ефанов В.Н., Бойко А.В. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области. Серия «Монографии учёных Сахалинского государственного университета» Южно-Сахалинск.: Изд-во СахГУ, 2014. – 124 с.
2. Яржомбек, А.А. Физиология рыб. – М.: Колос, 2007. – 160 с.
3. Безупречное качество рыбных кормов от компании Аллер-Аква // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://aquafeed.ru/node/356> (дата обращения 10.07.19).
4. Временные биотехнические показатели по разведению лососей с коротким технологическим циклом на рыбоводных заводах Сахалинской области, Приказ Федерального агентства по рыболовству, №349 от 19.04.2010
5. Методические указания по диагностике отравлений рыб и токсичности водной среды: подготовлены Центральной лабораторией по изучению болезней рыб Всесоюзного ордена Ленина института экспериментальной ветеринарии и отделом по болезням рыб Главного управления ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР. ОДОБРЕНЫ Главным управлением ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР 14 сентября 1972 г.
6. Литвиненко А.В., Корнеева Е.И. Опыт выращивания молоди кеты на лососевом рыбноводном заводе «Бухта Оля» // Известия КГТУ. 2017. – Вып. 44. – С. 28– 38.
7. Методика учета водных биологических ресурсов, выпускаемых в водные объекты рыбохозяйственного значения, Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, №176 от 07.05.2015
8. Серпунин Г.Г. Искусственное воспроизводство рыб: учебник. – М.: Колос, 2010. – 256 с.

ABOUT LIFTING ON FLOATING AND TRANSFER TO EXTERNAL POWER LARVAE OF CHUM SALMON (ONCORHYNCHUS KETA) IN CONDITIONS IN SALMON HATCHERIES OF THE SAKHALIN REGION

¹Greenberg Ekaterina Vladimirovna, without a degree, postgraduate IMGIG DVO RAS, senior lecturer;

²Litvinenko Anna Vladimirovna, PhD. Biol. Sciences, associate Professor

^{1, 2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Sakhalin State University (SakhSU), Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Department of Ecology, Biology and Natural Resources;

¹Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IMGiG DVO RAS), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: ekaterina-grinberg@yandex.ru

The article, based on the personal experience of the authors, presents practical recommendations for the organization and conduct of one of the most difficult and critical stages of artificial breeding of Pacific salmon – the rise of the swim and transfer to external feeding of chum larvae in modern salmon hatcheries

ДИКИЙ ЛОСОСЬ ПРОТИВ КУЛЬТУРНОГО

Долин Геннадий Макарович, канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: dolin@klgtu.ru

Рассматривается нарастающая конфликтная проблема в торговле между рыбой дикого происхождения и аквакультурной. Предлагается руководствоваться требованиями технического регламента и ввести маркировку для аквакультурной рыбы

Рыба всегда была важным элементом в структуре питания человека. В 21-м веке, на наш взгляд, значение рыбы, как продукта питания, существенно возросло. Практически, рыба стала единственным «натуральным» продуктом. Вся продукция сельского хозяйства растительного и животного происхождения, не считая продукцию подсобных хозяйств, выращивается с применением «химии» - ядохимикаты, удобрения и т.д. И только рыба, выросшая в естественных условиях, является условно чистым продуктом. Такая рыба называется «дикой». Условно чистая она потому, что вредные химикаты стекают с суши и загрязняют речные и морские воды, в которых обитает рыба. Люди тоже пьют грязную воду, дышат грязным воздухом и питаются грязными продуктами. Остается надежда, что Мировой океан, учитывая его площадь и объем, не настолько загрязнен как суша. Поэтому будем считать дикую рыбу, которую не кормят искусственно приготовленными кормами, достаточно чистой. Естественно, что уникальный продукт не может быть дешевым. За последние 15-20 лет наблюдалась тенденция роста цен на чистую дикую рыбу (рис.1). В то время как мировые цены на красное мясо снижаются [1]. Как известно, спрос порождает предложение. После кризиса 2008-2009 годов происходит бурный рост мирового рыбного рынка.

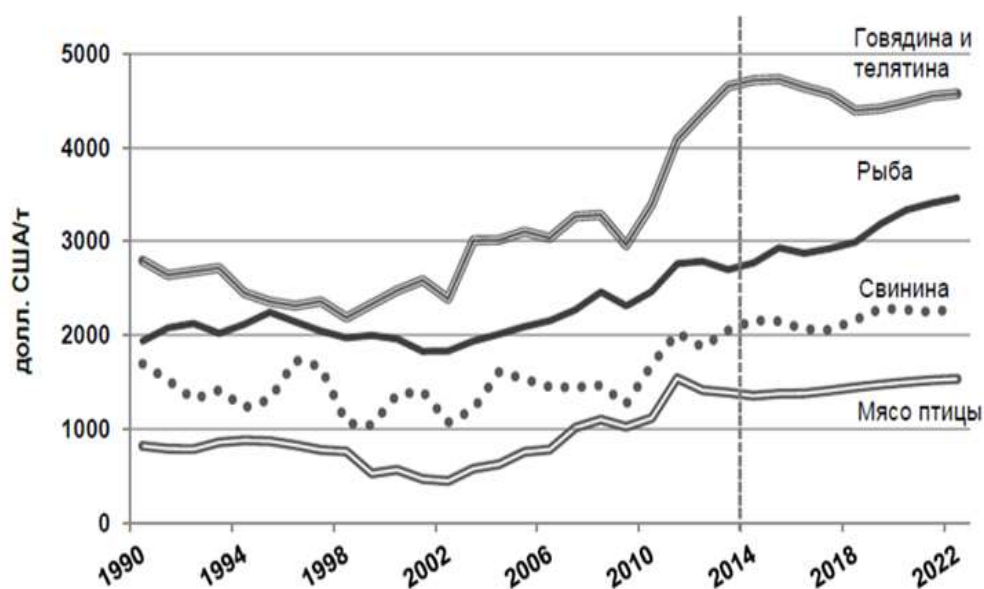


Рис. 1. Динамика цен на сельскохозяйственные культуры, продукцию животноводства (включая рыбу), рыбную муку и рыбий жир. Источник: ФАО (2014)

А каковы возможности рыбной отрасли по удовлетворению возросшего спроса на рыбу? С начала 1990-х годов научные доклады и экологические исследования говорят о том, что рыбные запасы нашей планеты находятся под угрозой вследствие перелова. Беспокоит то, что анализ ми-

ровых морских рыбных запасов показывает рост доли чрезмерно используемых и истощенных рыбных запасов и снижение доли недостаточно используемых рыбных запасов. В целом, уровень производства мирового морского промышленного рыболовства с середины 1990-х годов стабилизировался на уровне около 80 млн. т в год.

За эти годы объемы производства рыболовства выросли в 12 раз, показав среднегодовой рост свыше 8%, что сделало его самым быстрорастущим сектором производства продуктов питания. Вряд ли кто сомневается в том, что ожидаемый рост спроса на рыбу должен удовлетворяться за счет аквакультурного производства. К 2015-2016 годам объем мирового производства аквакультурной рыбы достиг 80 млн. т в год и сравнялся с объемом рыбы выловленной морским промышленным рыболовством [2]. И если морское рыболовство исчерпало возможности развития, то аквакультурное производство рыбы планируют резко увеличить многие государства. Похоже, что остановить это развитие могут только спрос и конкуренция. Или благоразумные ограничения, связанные с вопросами продовольственной безопасности и питания.

Большие площади, занимаемые рыболовными садками, в озерах, водоемах и вдоль побережья часто создают помехи традиционному рыболовству, что приводит к конфликтам. Кроме того, существует большая угроза для диких популяций из-за скрещивания с ними чужеродных инвазивных видов с ферм случайно попавших в естественную популяцию. Возникают и другие биологические, экономические и социальные проблемы, которые требуют отдельного рассмотрения.

Спрос на рыбу зависит от цены (а цена зависит от спроса). Среднее мировое потребление рыбы превышает 22 кг в год. Это выше, рекомендуемого медициной, минимального уровня потребления рыбы. Но, по странам, потребление рыбы очень не равномерно и это зависит не только от географии, но и от уровня покупательной способности населения. Если рыбаки ловят любую рыбу, которую можно поймать, то рыболовы разводят только дорогую рыбу, которую можно выгодно продать. Как уже отмечено, объем мирового вылова рыбы стабилизировался, а доля вылова ценной дорогой рыбы снижается из-за истощения запасов. При этом растет относительный объем вылова менее ценной дешевой рыбы и соответственно снижается стоимость мирового улова рыбы, что вынуждает рыбаков повышать цены для ухода от банкротства. В то же время стоимость аквакультурной рыбы, или скажем «культурной» рыбы, превышает среднюю стоимость дикой рыбы за счет более ценного ассортимента (рис. 2) [2].



Рис. 2. Тенденции индекса цен на рыбу ФАО. Источник ФАО (2014)

В 2018 году Россия установила рекорд вылова тихоокеанского лосося – 676 тысяч тонн [3]. И это в тот момент, когда запрещена поставка из Норвегии атлантического лосося. Естественно предположить, что рыбные магазины России будут забиты более дешевым тихоокеанским лососем, а норвежский лосось подешевеет или совсем исчезнет с прилавков. Во-первых, оказалось, что, не смотря на санкции, норвежскому лососю легче и дешевле попасть на российские прилавки, чем дальневосточному. Таковы правила, установленные государством. Во-вторых, почти весь улов тихоокеанского лосося ушел на экспорт. У рыбаков нет стимулов и ограничений на поставку улова лосося, или его части, на российский прилавок. В то же время рыбная торговля ищет всякие пути для увеличения поставок норвежского лосося. Торговле выгоднее продавать дорого норвежского лосося и не допускать снижения цен, тем более, что иногда отечественного лосося можно продать, как норвежского. А почему вообще культурный лосось продается дороже дикого? Конечно, дикий атлантический лосось лучше тихоокеанского и может продаваться дороже, но не на столько, тем более культурный лосось. А понимают ли покупатели, что они покупают?

В торговле нет обозначений для дикой или культурной рыбы. Покупатель выбирает рыбу по названию. А велика ли разница? Научные исследования установили, что разница есть и во вкусе и в составе рыбы, и наличии антибиотиков и лекарственных и химических средств, генетических свойств и последствий употребления в пищу. Не рассматривая подробно эти различия, следует понимать, что дикая и культурная рыба, это разная рыба и покупатель должен знать, что он покупает.

В принципе, себестоимость дикой рыбы ниже, чем культурной. Чем больше культурной рыбы, тем дороже рыба на прилавке, тем более, что выращивать стараются более дорогую рыбу. Нужно учитывать, что выращивают культурную рыбу используя корм из малоценной дешевой рыбы, которая может быть использована в пищу человеком. Таким образом, происходит подмена дешевой полезной дикой рыбы на дорогую и не доступную малообеспеченному населению культурную рыбу сомнительного качества.

Мировые эксперты не отрицают возможное наличие в дикой рыбе, как и в любой пище, некоторых вредных веществ. Но в целом, при комплексном рассмотрении вопроса эксперты считают, что положительное действие потребления дикой рыбы намного превосходит возможное отрицательное действие, связанное с риском заражения.

Осознание вредных воздействий на здоровье человека, обусловленных чрезмерным использованием антибиотиков, лекарственных препаратов и химических препаратов в аквакультуре, многие страны (как импортеры, так и экспортеры) ввели строгие нормы использования этих препаратов в производстве продовольствия аквакультурного происхождения [3].

ФГБНУ «ПИНРО» проводились ихтиопатологические обследования предприятий аквакультуры и эпизоотически неблагополучных водоемов [4]. Установлено, что основные проблемы здоровья рыб во многом обусловлены низким качеством кормов. Наиболее значимым бактериальным заболеванием форели на морской ферме являлся вибриоз, который ежегодно возникает в рыбоводных хозяйствах Белого моря. На рыбоводных заводах Мурманского филиала ФГБУ «Главрыбвод» у молоди атлантического лосося диагностированы, главным образом, флавобактериозы.

Впервые у радужной форели было обнаружено заболевание, аналогичное язвенно-дермальному некрозу (UDN) анадромных мигрантов атлантического лосося в реках Кола и Тулома. Предполагается, что этиологическим агентом является представитель герпесвирусов. Болезнь оказала негативное влияние как на естественное, так и заводское воспроизводство атлантического лосося. Экологические факторы, способствующие заражению рыб и распространению болезни, не установлены. В садковых форелевых хозяйствах Нижнетуломского водохранилища, расположенных вблизи основного пути миграций атлантического лосося, значительно увеличились показатели зараженности форели особо патогенным паразитом *Gyrodactylus salaris*.

В последнее время в мире растет количество и значение различных сертификационных систем, в основном экомаркировок, предназначенных для решения проблемы экологической устойчивости. Однако, эти системы практически не затрагивают вопросы продовольственной безопасности и питания. Покупатели все больше обращают внимания этим вопросам: натуральное молоко или из порошка, животный жир или растительный и т.д. Торговля вынуждена вводить дополнительную маркировку продуктов. Маркировка рыбной продукции в России должна произво-

даться в соответствии с Техническим регламентом Евразийского экономического союза "О безопасности рыбы и рыбной продукции" (ТР ЕАЭС 040/2016) [5]. Регламент распространяется на пищевую рыбную продукцию, полученную из уловов водных биологических ресурсов и объектов аквакультуры. Документ вводит такие основные понятия как:

- "уловы водных биологических ресурсов животного происхождения" - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, извлеченные (выловленные) из естественной среды обитания;

- "пищевая продукция аквакультуры животного происхождения" - рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, извлеченные (выловленные) из полувольных условий их содержания, разведения или искусственно созданной среды обитания.

Технический регламент предусматривает обеспечение безопасности пищевой рыбной продукции, в частности, прослеживаемостью пищевой рыбной продукции и указанием в маркировке информации о принадлежности к району добычи, извлечения (вылова) или к объектам аквакультуры. На наш взгляд, торговля не в полной мере выполняет жесткие требования технического регламента.

Теперь, в соответствии с требованиями Регламента, помимо традиционно указываемых позиций, на этикетке необходимо указать район добычи рыбы в соответствии с классификацией ФАО ООН и категорию орудий лова, используемых при лове. Для рыбной продукции, добытой в пресной воде, этикетка должна содержать информацию о водоеме, где рыба была поймана. Для продукции из аквакультуры, необходимо указать государство-член или третью страну, в которой продукт достиг более половины его конечной массы или находился более половины периода выращивания или, в случае моллюсков, информацию об этапе окончательного разведения или выращивания, по крайней мере, в течение шести месяцев. Для смешанного продукта необходимо представить информацию о видах рыб, из которых он был получен.

Требования Регламента по дополнительным реквизитам содержит данные, обязательные не для всех видов пищевой рыбной продукции, а лишь для отдельных видов: для рыбных консервов, икры зернистой лососевых видов, рыбы аквакультуры, замороженной соленой продукции и т. д. Например, надпись «замороженная продукция» – для замороженной переработанной рыбной продукции; надпись «охлажденная продукция» – для охлажденной переработанной рыбной продукции; надпись «рыба аквакультуры» – только для непереработанной пищевой рыбной продукции.

Обеспокоенность населения по поводу безопасности пищевых продуктов, в т.ч. рыбной продукции, потенциального воздействия различных токсикантов на здоровье, необходимость создания конкурентоспособной продукции для выхода на мировой рынок продовольствия, поднимают вопрос принятия на государственном уровне мер по созданию систем менеджмента безопасности продукции рыболовства и аквакультуры [6]. Такая система должна обеспечить прослеживаемость всей цепи от вылова (выращивания) до конечного потребителя не только для контроля качества и безопасности этой продукции, но и доказательства легальности её происхождения.

Вполне обоснованным и соответствующим техническому регламенту будет предложение обязательно маркировать всю рыбу и рыбную продукцию аквакультурного происхождения, например крупной буквой «А». Потребитель должен иметь право осознанно оценивать соответствие между качеством и ценой приобретаемой им рыбной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГЭВУ, 2014 г. Устойчивое рыболовство и аквакультура для обеспечения продовольственной безопасности и питания. Доклад Группы экспертов высокого уровня по вопросам продовольственной безопасности и питания Комитета по всемирной продовольственной безопасности, Рим, 2014 г. // Электрон. дан. Режим доступа URL: [http:// www.fao.org/cfs/cfs-hlpe](http://www.fao.org/cfs/cfs-hlpe) (дата обращения 25.06.2019).

2. ФАО. 2018. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018 – Достижение целей устойчивого развития. Рим. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.fao.org/3/i9540ru/I9540RU.pdf>. (дата обращения 25.06.2019).

3. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2015 г. и задачи на 2016 год. Коллегия Федерального агентства по рыболовству. Материалы к заседанию. 2016. – 165 с.
4. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2018 г. и задачи на 2019 год. Коллегия Федерального агентства по рыболовству. Материалы к заседанию. 2019. – 128 с.
5. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://docs.cntd.ru/search/tehreglament> (дата обращения 25.06.2019).
6. Сытова М.В. Безопасность и информационное обеспечение прослеживаемости продукции аквакультуры. – М.: Изд-во ВНИРО, 2017. – 156 с.

WILD SALMON AGAINST THE CULTURAL

Dolin Gennadii Makarovich, candidate of technical sciences, associate Professor

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: dolin@klgtu.ru

Discusses the growing problem of conflict between fish trade of wild origin and aquaculture. It is proposed to follow the requirements of the technical regulations and introduce labelling for aquaculture fish

УДК 639.311

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕГОЛЕТКОВ УГРЯ

Курапова Татьяна Михайловна, канд. биол. наук, доцент кафедры АК;
Хрусталеv Евгений Иванович, канд. биол. наук, профессор кафедры АК

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tkurapova@inbox.ru, chrustaqua@rambler.ru

В настоящее время угорь является одним из наиболее ценных объектов аквакультуры. В естественных условиях отмечают резкое снижение численности популяции. Однако литературных данных мало и в основном они отражают состояние рыб в естественных популяциях или данные о паразитологических исследованиях. Целью работы было изучить морфофизиологические показатели угря при выращивании в условиях замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ). В результате исследований были определены морфофизиологические показатели сеголетков угря

Экологическая характеристика угря

Согласно литературным данным, угри появились на планете более 100 миллионов лет назад в районе Индонезии, позже произошло расширение ареала, вначале на территории Юго-Восточной Азии, а затем повсеместно. Сейчас в мире существует 18 видов угрей [1].

Европейский угорь - единственный вид семейства, обитающий в пресных и солоноватых водоемах Европы. Длина тела может достигать до 2 м и массы до 6 кг, но чаще всего вылавливают рыб длиной 50-70 см и массой 400-600 г [2].

Тело угрей змеевидное, почти цилиндрическое, в задней части сжатое с боков. Голова небольшая, несколько уплощенная (рис.1).



а – взрослая особь

б – стекловидная личинки

Рис. 1. Европейский угорь

На челюстях и сошнике угря имеются многочисленные мелкие зубы. Глаза у стекловидных личинок и пигментированных угрей маленькие, при серебрении диаметр глаза увеличивается. Спинной и анальный плавники соприкасаются с хвостовым и образуют сплошную кайму по заднему краю тела. Грудные плавники короткие, широкие, брюшные отсутствуют [2].

Чешуя очень мелкая, почти скрытая в коже, обычно без серебристого отблеска, спина темно-зеленая или бурая, бока желтые, брюхо желтоватое или белое. Окраска угря изменчива и зависит от возраста рыбы и характера водоема (рис.1, а).

Кожа угря плотная, прочная, с толстым слоем слизи. Она отлично защищает кожу и чешую угря от повреждений и высыхания. Окраска угря меняется на протяжении жизненного цикла. Личинки угря (стекловидные или стеклянные угри) прозрачные (рис.1, б). Пигментация впервые появляется у стекловидных угрей, когда они начинают подниматься в устья рек. С заходом их в реки количество темных точечных пигментных пятен быстро возрастает, поэтому их называют пигментированными. Интенсивность пигментации с возрастом ещё больше увеличивается и зависит от условий обитания. У молодых угрей спина темно-зеленоватая, темно-бурая или черная. На боках у таких угрей преобладают желто-зелёные тона, и их называют желтыми и зелёными.

С возрастом угри из жёлтых или зелёных становятся серебристыми, к началу нерестовой миграции, при этом, как правило, спина у угрей имеет тёмный цвет, а бока белые с серебристым блеском [3].

Интенсивный период питания угря начинается в мае и продолжается до сентября. При наступлении первых заморозков угорь прекращает питание, зарывается в мягкий грунт и впадает в зимнюю спячку.

После зимней спячки при наступлении тёплой погоды у угря начинается «жор». Рацион его зависит от возраста, особенностей водоёма, где он выращивается, и, наконец, от сезона. Стекловидные угри, посаженные в озёра, в первые 2 года питаются в основном мелкими водными рачками и личинками насекомых. Отдельные быстрорастущие особи на 2-м году жизни могут поедать молодь других рыб. Но, как правило, в озёрах угорь начинает питаться рыбой только на 3-м году жизни, что сразу же значительно повышает темп его роста. Поедая в основном малоценные виды рыб (ерша, уклею, щиповку и др.), угорь выполняет функцию биологического мелиоратора, способствуя тем самым сохранению кормовой базы для ценных промысловых видов. Кроме того, охотится он также на крупных моллюсков, поедает личинок насекомых и червей, малодоступных для других рыб.

Согласно данным ряда исследователей в промысловых уловах в высококормных водоемах большая часть вылавливаемых особей угря - самки. Считается, что при естественном заходе молоди угря в устья рек будущие самцы остаются в предустьевых пространствах, где подрастают до взрослых особей и скатываются на нерест, не заходя в пресные воды. Но оказывается, что при ис-

кусственном зарыблении водоёмов молодью угря процент самцов в уловах также незначителен (от 1 до 6%). Мнения о том, почему в этом случае в уловах мало самцов, различны [1].

Местом нереста европейского угря из рек Европы является Саргассово море. Нерест происходит на глубине 400 - 600 м, где температура воды держится в пределах 16-17°C, и соленость 37‰. Вышедшие из икринок лептоцефалы (имеют среднюю длину 75 мм) поднимаются к поверхности и начинают пассивную миграцию к берегам Европы с течением Гольфстрим, затрачивая на это по одним данным полгода или год, а по другим - 2,5-3 года. За это время лептоцефал превращается в стекловидных личинок длиной 6-8 см. Они поднимаются вверх по течению рек, растут, теряют прозрачность и приобретают окраску речных угрей. Прожив в реках от 5 до 25 лет, угри начинают обратную миграцию в море.

Биотехника выращивания угрей основывается на вылове стекловидных личинок и их последующем подращивании. Экстенсивное (пастбищное) культивирование угря в естественных условиях способствует сохранению генетического разнообразия популяции. Перспективно интенсивное культивирование в УЗВ.

При выращивании рыб в искусственных условиях в последнее время уделяют особое внимание их физиологическому состоянию, которое оценивают на основании учета морфофизиологических показателей (индикаторов). Термин «морфофизиологические индикаторы» впервые ввел академик С.С. Шварц в 1958 году. Сущность этого метода заключается в том, что на основании изменчивости отдельных морфофизиологических признаков можно судить о физиологическом состоянии организма. По мнению академика С.С. Шварца размеры (масса) органа – морфологический признак, но размеры таких органов, как печень или почки, настолько четко отражают физиологическое состояние животных, что их с равным правом можно использовать (рассматривать) и в качестве физиологического показателя [4].

Материал и методика

Исследования проводились на предприятии «ООО ТПК «Балтптицепром»» в течение 2015 г. Исходным материалом служили стекловидны личинки массой 0,35 мг, завезенный из Англии в марте 2015 г. Общая масса личинок составляла 5 кг.

Выращивание посадочного материала проводили в 4 бассейнах, размером 3,6×2,2×1,0 м, уровень воды постепенно увеличивали от 0,4 до 0,6 м. В состав УЗВ входили:

- механический фильтр с наклонным сетным полотном, имеющим диаметр ячеей 0,3 мм,
- 2 биофильтра с периодически регенерируемой загрузкой из гранулированного полиэтлена,
- дегазатора,
- ультрафиолетового устройства,
- оксигенатора,
- напорного бака.

Проведение сортировок угря было принято с периодичностью через четыре недели. В результате удавалось снимать пресс давления рыб с опережающим ростом над отстающими. Пресс давления проявляется в эффекте каннибализма и в оттеснении более мелких рыб от задаваемого корма. На этапах выращивания сортировку рыб на три и более модальных групп проводили с помощью сортировальных ящиков. Оставшуюся группу составляют крупные рыбы.

Для контроля за температурным и газовым режимами использовали термооксиметр. На протяжении всего цикла выращивания температура воды поддерживалась в диапазоне 25 – 26 °С, что соответствует диапазону оптимальных значений для европейского угря. В течение периода исследований величина рН изменялась в диапазоне 6,9 - 7,4, что соответствовало оптимальным значениям. Концентрация кислорода колебалась от 8 до 12 мг/л. Концентрация нитритов варьировала от 0,06 до 0,23 мг/л, нитратов от 20 до 220 мг/л.

Для кормления применяли 2 вида корма в зависимости от возраста рыб. В первые 5-7 суток их кормили икрой трески из расчета 10% массы тела. Икру раскладывали на кормовые столики с интервалом 4 часа. Несъеденную в течение получаса мороженную икру удаляли.

На 5-7 сутки в рацион начали добавлять искусственный стартовый корм. На этом этапе использовали стартовый корм датской фирмы «Aller aqua».

Для анализа репрезентативно отбирали среднеразмерных угрей (10.12.15 возраст сеголетки). Их помещали в контейнер со льдом и перевозили в лабораторию кафедры Аквакультуры, где проводили исследования. Вначале определяли массу и длину тела, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы и взвешивали их и порку. На основании взвешиваний рассчитывали индексы органов. По окончании исследований проводили статистическую обработку данных по стандартным методикам. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

Морфофизиологическая характеристика сеголетков угря

Средняя масса сеголетков угря использованных в исследованиях составляла $94,2 \pm 2,83$ г, скорость роста, вычисленная по коэффициенту массанакопления составил 0,09. Если сравнивать с литературными данными по темпу роста, то можно отметить, что взятые для исследования угри имели средние значения этого показателя [5]. Однако для исследования выбирали именно среднеразмерных особей.

Наибольшее значение среди всех изученных внутренних органов отмечали у печени, в среднем величина индекса печени была $0,25 \pm 0,05\%$. Наименьшее значение было отмечено у индекса почки $0,02 \pm 0,01\%$, что было достоверно ниже чем индекс печени ($p < 0,01$) (рисунок 2). Среднее значение индекса селезенки у молоди угря составляло $0,03 \pm 0,001\%$, что было статистически ниже чем у индекса печени ($p < 0,01$). Величина индекса жабр имела промежуточное значение и в среднем составляла $0,15 \pm 0,04\%$.

Сравнивая полученные результаты с литературными данными следует отметить, что, в основном, авторы изучали морфофизиологические параметры желтого и серебряного угря и ограничивались индексами печени, гонад и глаз. Как правило, масса и возраст исследованных рыб, упомянутых в литературных источниках был значительно большим, чем в наших исследованиях [6].

Если сравнивать величину гепатосоматического индекса (или индекса печени) приведенную в литературных источниках, то, как правило, приводится величина для желтого угря $> 1,5\%$, при смолтификации данный показатель изменяется и составляет $\leq 1,5\%$ [6]. По данным F.Rad и соавторов у рыб массой 384 г, величина индекса печени в среднем $1,54\%$, у серебряного угря данный показатель $1,37\%$, т.е с увеличением массы тела отмечается уменьшение индекса печени, что в принципе соотносится с выше указанным [7].

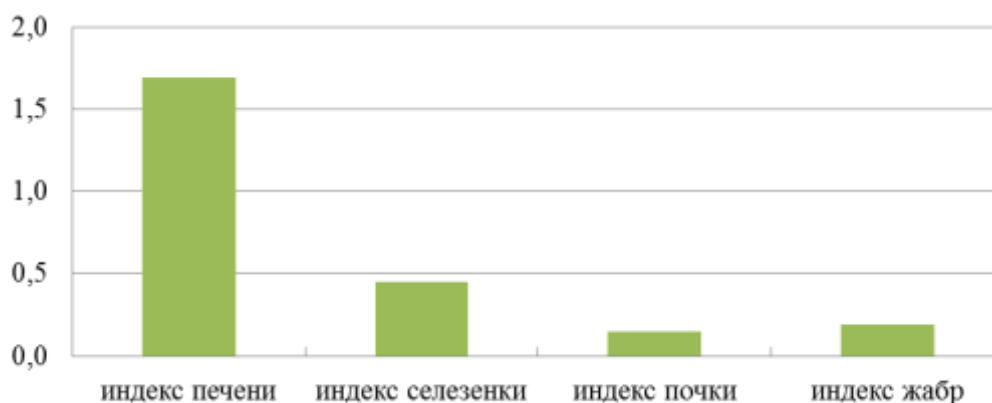


Рис. 2. Морфофизиологические показатели у сеголетков угря

В проведенных исследованиях величина индекса печени у рыб в возрасте 3 месяца в среднем была $1,14\%$, а в возрасте 8 месяцев $0,92\%$, что значительно ниже, чем приведена в литературных источниках. По нашему мнению, данные отличия связаны с различиями в массе тела исследованных рыб. При этом следует отметить, что существенно большая скорость роста угря в УЗВ, чем в естественных условиях, опосредованно связана с уменьшением индекса печени, поскольку депонирующая функция органа понижена, а синтезирующая повышена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков П.И. Рыбы: Популярный энциклопедический справочник (Животный мир Белоруссии). – Минск, 1989. – 311 с.
2. Ихтиология / Пономарев С.В, Боканева Ю.М, Федоровых Ю.В. – М.: Моркнига, 2014. – 568 с.
3. Eel Biology / Aida, K., Tsukamoto, K., Yamauchi, K. – Tokio: Springer-Verlag, 2012. – 484 p.
4. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных животных / С.С.Шварц, В.С. Смирнов, Л.Н. Добринский // Сб. науч. тр. Ин-та экологии растений и животных. – Л.: УФААН СССР, 1968. – Вып.58. – С. 459 – 466.
5. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 142 с.
6. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters / Van Ginneken V., C. Durif, S.P. Balm and et al. // Biology, 2007. – Т.57. – pp. 63-77.
7. Preliminary investigation on morphometric and biometric characteristics of female and male silver and yellow *Anguilla anguilla*, from eastern Mediterranean (Goksu delta/Turkey) / F. Rad , M. Barış, S. A. Bozaoglu and et al.// Faculty of Fisheries: University Journal of Fisheries Sciences, 2013. – 89 p.

MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FINGERLINGS EEL

Kurapova Tatyana Mikhailovna, PhD, Associate Professor of AK;
Khrustalev Evgeny Ivanovich, PhD, Professor, Department of AK

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tkurapova@inbox.ru, chrustaqua@rambler.ru

Currently, eel is one of the most interesting aquaculture sites. Under natural conditions, a sharp decline in population numbers is noted. However, the literature data are few and mainly reflect the condition of the fish in natural populations or data on parasitological studies. The aim of the work was to study the morphological and physiological indices when grown under the conditions of a closed cycle of water supply (RAS). As a result, morphophysiological indicators were determined when grown in eel fingerlings

УДК 639.3

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИЗОЦИМА ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ СЕГОЛЕТКОВ УГРЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УЗВ

Курапова Татьяна Михайловна, канд. биол. наук, доцент кафедры АК;
Молчанова Ксения Андреевна, канд. биол. наук, вед. инженер кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tkurapova@inbox.ru, kseniya.elfimova@klgtu.ru

При выращивании рыб в искусственных условиях уделяют особое внимание физиологическому состоянию как показателю «здоровья» рыбы, позволяющему вовремя откорректировать биотехнические процессы выращивания. Особое место в оценке физиологического статуса принадлежит иммунологическим показателям. В работе была поставлена цель оценить концентрацию лизоцима, как показателя неспецифического иммунитета, у сеголетков угря, выращиваемых в бассейнах установки замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ)

Обзор литературы

Европейский угорь (*Anguilla anguilla*) катадромный вид рыб, имеющий сложный жизненный цикл, который и делает его, по мнению ряда ученых, вероятно, одним из наиболее уязвимых видов рыб [1].

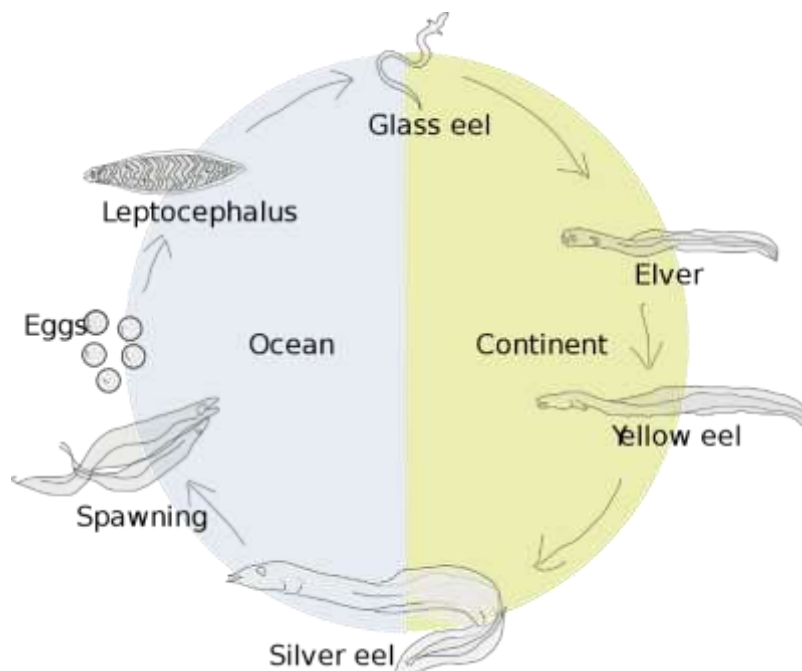


Рис. 1. Жизненный цикл европейского угря [2]

С начала 80-х годов прошлого столетия резко снизилось количество «стекловидных» личинок угря, заходящих в континентальные воды Европы. Причины такого снижения неопределенны, но могут быть вызваны рядом факторов – чрезмерным прессом рыболовства, хищничеством, загрязнением водоемов, прессом паразитов и перекрытием миграционных маршрутов [3].

Резкое снижение численности популяций привело к возрастанию интереса к этому виду со стороны рыбоводов и в последние годы европейский угорь относится к перспективным объектам аквакультуры. Выращивание угрей основано на использовании выловленных в естественных условиях стекловидных личинок. Биотехника выращивания угря в промышленных условиях была разработана еще в 20 веке, но постоянно подвергается совершенствованию. Наряду с несомненными преимуществами при выращивании в промышленных условиях есть и отрицательные – высокие плотности посадки могут негативно повлиять на иммунитет угря, в результате полиэтиологического стресса, увеличивающего восприимчивость к инфекционным и алиментарным заболеваниям [4].

Одной из защитных реакций организма является **иммунитет** (от лат. *immunitas* — освобождение, избавление) — невосприимчивость организма к патогенным возбудителям, их ядам или каким-либо инородным для организма веществам. Иммунологические реакции рыб — пойкилотермных животных — иные, чем у теплокровных животных. Проявление иммунитета у рыб зависит от температуры их тела, которая тесно связана с температурой воды [5].

Различают врожденный и приобретенный иммунитет. *Врожденный*, или видовой, иммунитет — это невосприимчивость к заболеванию, характерная для данного вида рыб и передающаяся по наследству из поколения в поколение. Видовым иммунитетом обладает каждое животное. Его проявление в значительной мере зависит от возраста и индивидуальных особенностей организма.

Приобретенный иммунитет в отличие от врожденного вырабатывается в течение жизни и делится на естественный, развивающийся в результате перенесенной болезни и искусственный, вызванный введением в организм убитых или живых вакцин. Следует помнить, что приобретенный иммунитет в значительной степени зависит от состояния организма и от тяжести течения бо-

лезни. Чем острее протекает болезнь, тем лучше выражен иммунитет, и наоборот, при хроническом течении заболевания он выражен очень слабо и не всегда обнаруживается.

Организм любого живого существа, в том числе и рыб, обладает рядом защитных механизмов, препятствующих проникновению патогенных организмов, их размножению и влиянию выделяемых ими в процессе жизнедеятельности токсинов. К основным факторам иммунологической защиты у рыб, по мнению ряда исследователей, относятся кожные и слизистые барьеры, фагоцитоз и гуморальные факторы, действующие совокупно с друг с другом [6].

К гуморальным неспецифическим факторам относятся бактерицидные сложные белковые вещества кровяной сыворотки — *комплемент*, *пропердин* и *лизоцим*. Гуморальные факторы иммунитета были впервые обнаружены в 1922 американским ученым А. Флемингом в слизи из носовой полости человека, затем во многих тканях (хрящи, селезёнка, лейкоциты, слёзы), а также у растений (капуста, репа, редька, хрен). В 1934 г. Ермольева З. В. впервые обнаружила лизоцим в икре осетровых и костистых рыб. При дальнейшем изучении концентрации лизоцима в икре рыб, оказалось, что он присутствует не у всех рыб. Так согласно данным В. И. Лукьяненко лизоцим был обнаружен только у 35% изученных видов рыб [6].

В связи с выше изложенным была поставлена цель изучить концентрацию тканевого лизоцима во внутренних органах сеголетков угря.

Материал и методика

Исследования проводились на предприятии ООО «ТПК Балтптицепром» в течение 2015 - 2016 годов. Исходным материалом служил стекловидный угорь массой 0,35 мг, завезенный из Англии в марте 2015 г. Биомасса закупленных личинок составляла 5 кг.

На выращивание были посажены пигментированные личинки угря. Выращивание угря проводили в 4 бассейнах УЗВ.

Проведение сортировок угря принято с периодичностью через четыре недели. В результате удавалось снимать пресс давления рыб с опережающим ростом над отстающими. Пресс давления проявляется в эффекте каннибализма и в оттеснении более мелких рыб от задаваемого корма. На этапах выращивания сортировку рыб на три и более модальных групп проводили с помощью сортировальных ящиков. Принцип работы их основан на подборе расстояния между трубками на дне ящика.

Для контроля за температурным и газовым режимами использовали термооксиметр. На протяжении всего цикла выращивания температура воды поддерживалась в диапазоне 25 – 26 °С, что соответствует диапазону оптимальных значений для европейского угря. В течение периода исследований величина рН изменялась в диапазоне 6,9 - 7,4, что соответствовало оптимальным значениям. Концентрация кислорода колебалась от 8 до 12 мг/л, что поддерживалось за счет работы напорного оксигенатора. Концентрация нитратов варьировала от 0,06 до 0,23 мг/л, нитратов от 20 до 220 мг/л.

Для кормления применяли 2 вида корма в зависимости от возраста рыб. С момента повышения температуры воды до 15-16 °С приступали к приучению стекловидных личинок к корму. В первые 5-7 суток их кормили икрой трески из расчета 10% массы тела. Икра раскладывается на кормовые столики или решетки. Икру задают на кормовые столики с интервалом 4 часов. Несъеденную в течение получаса мороженную икру удаляют.

На 5-7 сутки в рацион начинали добавлять искусственный стартовый корм. На этом этапе начали использовать корм Aller Futura.

Для анализа отбирали рыб в возрасте сеголетков. Для исследований репрезентативно отбирали среднеразмерных угрей, помещали в контейнер со льдом и перевозили в лабораторию кафедры Аквакультуры, где проводили исследования. Вначале определяли массу и длину тела, затем рыбу вскрывали, извлекали внутренние органы и взвешивали их и порку. Из извлеченных органов готовили гомогенаты. по стандартным методикам [7], в которых определяли концентрацию лизоцима нефелометрическим методом [8]. По окончании исследований проводили статистическую обработку данных по стандартным методикам. Достоверность различий определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований

Для исследования из бассейна репрезентативно выбирали средне размерных особей. Средняя масса сеголетков угря составляла $94,2 \pm 2,83$ г.

В лаборатории провели вскрытие особей, приготовили гомогенаты из внутренних органов, и после получасового настаивания, приступили к определению концентрации тканевого лизоцима.

Вначале, согласно методике, определяли начальную концентрацию тканевого лизоцима. Анализируя величину этого показателя отмечали, что во всех внутренних органах и коже сеголетков угря были отмечены специфическое распределение тканевого лизоцима. В кишечнике сеголетков угря отмечали наибольшее значение $5,88 \pm 1,26$ мкг/мл, а наименьшее в почке $0,98 \pm 0,05$ мкг/мл. Если сравнивать величину этого показателя во внутренних органах, то можно отметить, что в почке концентрация лизоцима была достоверно ниже, чем в печени и кишечнике ($p < 0,001$).

При сравнении концентрации лизоцима в слизистой кожных покровов отмечали достоверные различия с величиной изучаемого показателя в печени ($p < 0,01$) и кишечнике ($p < 0,001$) (рисунок 2), а достоверных различий в почке, селезенке и жабрах не обнаружено.

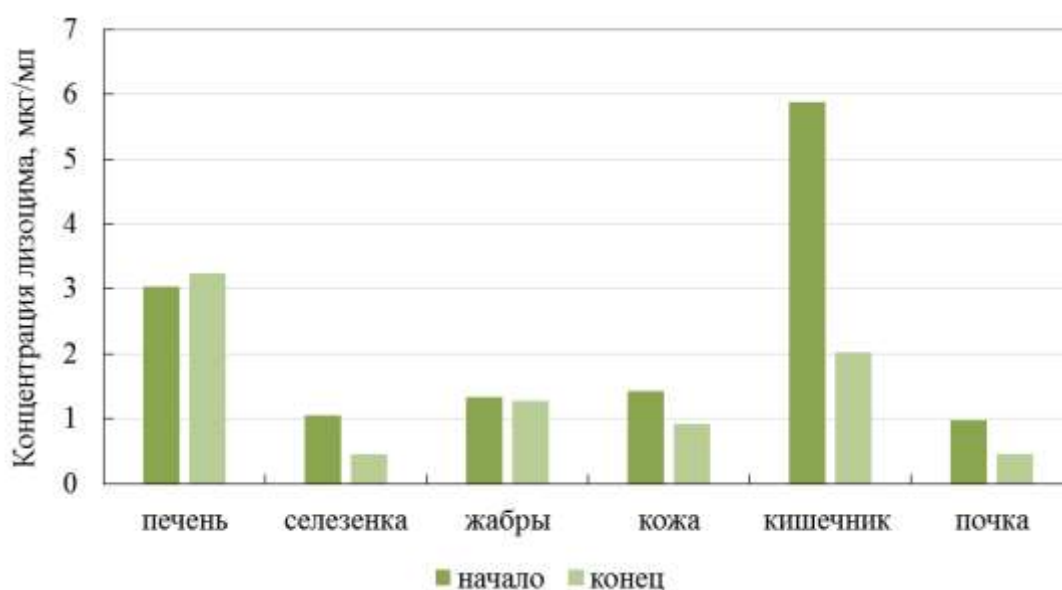


Рис. 2. Концентрация лизоцима в организме сеголетков угря

В печени сеголетков угря концентрация лизоцима была достоверно выше, чем в почке, селезенке, жабрах и коже ($p < 0,001$). Максимальная концентрация тканевого лизоцима обнаружена в кишечнике сеголетков угря – $5,88$ мкг/мл, что достоверно выше, чем селезенке, жабрах, почке и коже ($p < 0,001$).

Как известно слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта, занимают большую площадь и поэтому часто подвергаются воздействию патогенных микроорганизмов, поэтому, по нашему мнению, в этом органе сохраняется высокая концентрация лизоцима. В печени депонируются тканевые макрофаги, синтезирующие мурамидазу, которая с током крови распределяется в организме. По нашему мнению, это и было подтверждено в наших исследованиях.

Согласно методике, кюветы с гомогенатами оставляют на термостатирование в течение 1,5 часов. После термостатирования провели определение конечной концентрации тканевого лизоцима. Как видно по данным рисунка 2 концентрация лизоцима почти во всех исследованных органах снизилась, и только в печени возросла. Возрастание концентрации тканевого лизоцима отмечали в печени с $3,04$ до $3,25$ мкг/мл. По нашему мнению это подтверждает основную роль печени как депо тканевых макрофагов, синтезирующих лизоцим. В селезенке величина исследованного показателя снижалась с $1,05$ до $0,46$ мкг/мл (различия не достоверны). В жабрах величина исследованного показателя уменьшилась $1,33$ до $1,27$ мкг/мл, а в коже с $1,42$ до $0,93$ мкг/мл, различия не достоверны.

В кишечнике конечная концентрация лизоцима снизилась с 5,88 до 2,02 мкг/мл ($p<0,05$), а в почке с 0,98 до 0,45 ($p<0,01$) мкг/мл.

К сожалению, литературных данных о концентрации тканевого лизоцима у сеголетков угря не найдено. По данным польских ученых концентрация лизоцима в сыворотке крови варьировала в пределах 9,08 до 9,38 мг/л, что было выше, чем у нас [9].

В целом анализируя концентрацию тканевого лизоцима в организме сеголетков угря можно отметить, его специфическое распределение и активность. Как уже было указано в ряде наших работ, высокие начальные концентрации лизоцима, сопровождаются низкой активностью, что является проявлением компенсаторного механизма [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев С.В., Боканева Ю.М., Федоровых Ю.В. Ихтиология. – М.: Моркнига, 2014. – 568 с.
2. Речной угорь // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 10.05.2019).
3. Preliminary investigation on morphometric and biometric characteristics of female and male silver and yellow *Anguilla anguilla*, from eastern Mediterranean (Goksu delta/Turkey) / F. Rad, M. Barış, S. A. Bozaoglu and et.al // Faculty of Fisheries, University Journal of Fisheries Sciences, 2013. – 89 p.
4. Silvering of European eel (*Anguilla anguilla* L.): seasonal changes of morphological and metabolic parameters / Van Ginneken V., C. Durif, S.P. Balm and et. al. – Biology. – T.57. 2007. – pp. 63-77.
5. Ройт А. Бростофф Дж, Мейл Д. Иммунология. – М.: Мир, 2000. – 592 с.
6. Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб. – М: Пищ. пром-сть, 1971. – 364 с.
7. Методические указания по определению уровня естественной резистентности и оценке иммунного статуса рыб (утв. Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ от 25 ноября 1999 г. № 13-4-2/1795). – М.: Департамент ветеринарии Минсельхозпрода РФ. 1999. – 45 с.
8. Бухарин О. В. Лизоцим и его роль в биологии и медицине, Томск: ТГУ, 1974. – 208 с.
9. Influence of bacteriophages cocktail on European eel (*Anguilla anguilla*) immunity and survival after experimental challenge / P. Schulz, S. Robak, J. Astych, A. Krzysztofciwicz // Fish & Shellfish Immunology. V. 84, 2019. – pp. 28-37.
10. Оценка иммунофизиологического статуса некоторых объектов промышленной аквакультуры (на примере стерляди и клариевого сома) / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко и др. // Рыбное хозяйство, 2011. - № 5. – С. 60-63.

CHARACTERISTICS OF THE CONCENTRATION OF LYZOCYM IN THE INTERNAL ORGANS OF FINGERLINGS EEK OF THE GROUND DURING CULTIVATION IN RAS

Kurapova Tatyana Mikhailovna, Cand. biol. Sciences, Associate Professor of AK;
Molchanova Kseniia Andreevna, Ph.D. by Biology, Lead engineer of Department of Aquaculture

Kalininsrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: tkurapova@inbox.ru, kseniya.elfimova@klgtu.ru

When growing fish under artificial conditions, a special place is given to the physiological state, as an indicator of the “health” of the fish, which makes it possible to correct biotechnical growth processes in time. A special place in the assessment of physiological status belongs to the immunological parameters. The aim of the work was to estimate the concentration of lysozyme as an indicator of nonspecific immunity in eel fingerlings grown in the pools of a closed-loop water supply (RAS) installation

СОХРАНЕНИЕ ЗАПАСОВ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

¹ Литвиненко Анна Владимировна, канд. биол. наук, доцент;

^{2,3} Христофорова Надежда Константиновна, д-р биол. наук, профессор,
заслуженный деятель науки;

^{1,4} Гринберг Екатерина Владимировна, ст. преподаватель, аспирант

¹ Сахалинский государственный университет (СахГУ),

г. Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: litvinenko.av@bk.ru;

² Школа естественных наук, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;

³ Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток;

⁴ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии
и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН),
г. Южно-Сахалинск, Россия

В 2018 г. в Сахалинской области функционировало 52 ЛРЗ различной формы собственности, из них на о. Итуруп – 13. На всех заводах применяют традиционную, хорошо зарекомендовавшую себя биотехнику искусственного воспроизводства. Некоторые заводы, построенные в последнее десятилетие, имеют технологические особенности оснащения и водообеспечения, которые отличают их от традиционных рыбоводных предприятий. Находясь в оптимальных природных условиях и используя единую биотехнику, все современные рыбоводные предприятия отличаются высокой эффективностью работы, выражающейся в количестве вернувшихся производителей

Искусственное разведение на современных рыбоводных заводах является одним из основных путей восстановления и увеличения промысловых запасов, а также увеличения вылова лососей в условиях усиления антропогенного воздействия на промысловые объекты и на среду их естественного обитания. Роль искусственного разведения тихоокеанских лососей все более возрастает в связи с увеличивающейся потребностью в пищевой продукции, пользующейся неизменным спросом на внутреннем и мировом рынке, а также со снижением потенциала естественного воспроизводства.

Сахалинская область – край богатейших природных ресурсов: леса, нефти, газа и рыбы. Здесь добывают пятую часть всей рыбы, вылавливаемой в России. По количеству выпускаемой молодежи Сахалинская область является лидирующей в России, выпуская ежегодно в воды северной части Тихого океана более 800 млн. шт., или более 85% от всех разведенных лососей в стране [1, с. 3].

Уникальное естественное воспроизводство в Сахалинской области, и, в частности, на о. Итуруп, весьма эффективно сочетается с искусственным разведением тихоокеанских лососей на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ). В 2018 г. в Сахалинской области функционировали 52 ЛРЗ различной формы собственности, из них на о. Итуруп – 13: «Курильский», «Рейдовый» (федеральные, в аренде у ЗАО «Гидрострой»); «Китовый», «Лебединый», «Янкито» (входят в ЛРК «Курильский»); «Куйбышевский»; «Озеро»; «Саратовский» ООО «Континент» (входят в состав ЛРК «Куйбышевский»); «Бухта Оля»; «Минеральный»; «Океанский»; «Осенний»; «Скальный» (частная собственность) (рис. 1). Все заводы сосредоточены на разведении горбуши и кеты; на некоторых заводах воспроизводят небольшое количество кижуча и симы.

В ближайшем будущем в Сахалинской области планируется проектирование и строительство еще нескольких десятков рыбоводных предприятий. Это позволит в полной мере удовлетворить растущий спрос на высококачественный пищевой белок [2, с. 27-37].

На всех заводах применяют традиционную, хорошо зарекомендовавшую себя биотехнику искусственного воспроизводства, однако некоторые отличия имеются в проведении этапов выращивания и выпуска молоди, а также есть некоторые технологические особенности оснащения и водообеспечения традиционных рыбоводных предприятий и ЛРЗ, построенных в последнее десятилетие. Находясь в оптимальных природных условиях и используя единую биотехнику, все современные рыбоводные предприятия отличаются высокой эффективностью своей работы, выражающейся в количестве вернувшихся производителей. За путину 2018 г. (по данным Сахалинского Агентства по рыболовству) в области выловлено более 126 тыс. т лососей, из них 85,5 тыс. т горбуши и 40 тыс. т кеты.



Рис. 1. Расположение некоторых ЛРЗ на о. Итуруп

Рыбоводные заводы в Сахалинской области начали строить в 20-е годы двадцатого столетия. Во времена японского правления основной упор делали на разведение кеты. В довоенный период на Итурупе действовало 10 японских заводов [3, с. 11-15].

ЛРЗ Сахалинской области сегодня – современные, модернизированные предприятия. Они прекрасно себя зарекомендовали, их стабильная работа в течение десятилетий позволяет поддерживать на высоком уровне запасы горбуши и кеты в Сахалино-Курильском регионе. На Итурупе крупнейшими и наиболее эффективными рыбоводными предприятиями являются два ЛРЗ - «Рейдовый» и «Курильский». Это федеральные заводы, переданные в аренду ЗАО «Гидрострой» в 2007-2008 гг. За все время своего существования они выпускали самое большое количество молоди и демонстрировали одни из наибольших коэффициентов возврата горбуши на Дальнем Востоке России, которые составляют в последние годы 6-10% [4, с. 19]. Отолитные пробы из траловых сборов в Охотском море показали, что большинство всей российской маркированной молоди горбуши представлено особями с этих двух курильских рыбоводных заводов; среди маркированной российской молоди кеты значительную часть представляет искусственно воспроизведенная рыба, выпущенная как с этих заводов, так и с ЛРЗ «Бухта Оля» [5, с. 78].

ЛРЗ «Рейдовый» производит выпуск молоди горбуши и кеты с 1961 г. Он расположен на берегу залива Простор на о. Итуруп (рис. 2).

До реконструкции здания цехов были выполнены по каркасной схеме из деревянных конструкций. Цеха были оборудованы инкубационными аппаратами и питомными каналами дальневосточного типа с самотечным водоснабжением. С 1995 по 2000 гг. была проведена реконструкция зданий, сооружений и водоподающей системы рыбоводного завода. Начиная с 2000 г. здесь ежегодно закладывают на инкубацию 44-46 млн. шт. икры горбуши и 25-32 млн. шт. икры кеты.

В результате реконструкции ЛРЗ «Рейдовый», вместо трёх деревянных цехов в 2000 г. был построен один инкубационно-личиночный цех общей длиной 350 м. В процессе работы используют инкубационные аппараты типа «бокс» и Аткинса и питомные каналы поперечного водоснабжения. Водоснабжение происходит из трех источников – поверхностного, подруслового и грунтового. Кормят молодь сухими сбалансированными гранулированными кормами «Aller Aqua» производства Дании в питомной части цеха и копаном пруду, выпуск осуществляют в р. Рейдовая. Средневзвешенная масса молоди кеты составляет 1100-1350 мг, молоди горбуши – от 350 до 600 мг [6, с. 70-76].



Рис. 2. Рейдовый ЛРЗ

ЛРЗ «Курильский» по мощности и эффективности (рис. 3) занимает лидирующее положение в Сахалино-Курильском бассейне. Проектная мощность по выпуску – 75 млн. шт. молоди горбуши и 25 млн. шт. молоди кеты.



Рис. 3. Пункт сбора икры Курильского ЛРЗ на реке Курилка [7]

Первое рыбоводное предприятие на месте размещения ЛРЗ «Курильский» было построено подданными Японии в 1919 г. Максимальное количество собранной икры на заводе закладывали в 1980-е годы - до 160 млн. шт. Основным объектом разведения была горбуша, после 2000 г. - кета.

Цель работы «Курильского» рыбоводного завода - создание стабильного по возвратам промыслового стада кеты и горбуши при сохранении биоразнообразия популяций. Для технологического водоснабжения используют подрусловую, речную и грунтовую воду.

В состав ЛРЗ «Курильский» входят три цеха, в которых используют как аппараты и питомники дальневосточного типа с продольным самотечным водоснабжением, так и инкубационные аппараты типа «бокс» и Аткинса и питомные каналы поперечного (долевого) водоснабжения. Молодь кормят вручную с апреля-мая кормами «Аллер Аква»; часть молоди выращивают в пруду, который дополнительно аэрируют.

Выпуск молоди производят в р. Курилка при благоприятной гидрологической обстановке в вечернее время, покатный путь до Курильского залива составляет 2 км. Средняя масса покатников горбуши составляет 320-350 мг; кеты – 980-1000 мг.

В последние 10 лет на острове был построен ряд рыбоводных предприятий частной формы собственности. Практически все они выпускают молодь лососей в заливы Охотского моря. Некоторые из этих ЛРЗ построены с использованием новейших технологий и применяют в устоявшемся алгоритме биотехники искусственного воспроизводства горбуши и кеты некоторые инновации, способствующие более полному раскрытию потенциала оптимальных условий среды. Мощность по выпуску этих заводов меньше, чем на «традиционных» заводах, однако результаты их работы уже показали достаточно высокую эффективность [8, с. 70-76].

ЛРЗ «Бухта Оля» построен в 2009 г. силами и средствами предприятия ЗАО «Гидрострой». Завод стоит на скальном грунте в прибрежье залива Простор Охотского моря, в бухте Оля. Водосточником служат искусственно собранные в единый водовод родниково-грунтовые воды (рис. 4). Пропускная мощность водотока 210 л/с. Объектом разведения является кета.



Рис. 4. Рыбоводный завод "Бухта Оля" в прибрежной зоне бухты Оля залива Простор о. Итуруп [7]

Кроме грунтового водовода на ЛРЗ используется морской водовод с механической подачей воды насосами непосредственно из моря, он необходим для обеспечения водой питомника и адаптационных прудов в завершающий период подращивания молоди кеты. Для этого используют два насоса суммарной мощностью 60 л/с. В настоящее время производственная мощность завода по закладке икры кеты на инкубацию составляет 55,6 млн. шт.

Икру инкубируют в пресной воде, в аппаратах типа «бокс». После поднятия на плав и подкармливания молоди в течение 10 дней кормами «Аллер Аква», к пресной воде добавляют морскую, постепенно изменяя пропорцию пресной и морской воды в сторону увеличения солености до достижения 8-10‰. При подращивании заводской молоди лососей в морской воде повышается ее жизнестойкость, следовательно, и эффективность заводского разведения, так как величина воз-

врата находится в прямой зависимости от массы выпускаемых покатников [9, с. 45 - 48]. Средняя масса выпускаемой молоди достигает 1250-1600 мг. Перед скатом молодь переводят в адаптационный пруд площадью 400 м², представляющий собой круглую искусственную заводь с узким проходом в море. Температура воды в пруду в период выпуска молоди составляет 5,5-9,5°C, солёность 8-18‰, температура в море – 6,0-8,4°C [10, с. 28-38]. Начиная с 2014 г. отмечают активный возврат производителей кеты уже непосредственно на ЛРЗ «Бухта Оля».

ЛРЗ «Китовый» (рис. 5) занимается воспроизводством кеты. Завод был построен силами и средствами ЗАО «Гидрострой» в 2012 г. Мощность завода – 38 млн. шт. выпускаемой молоди. Завод построен по стандартной схеме, в инкубационном цехе используют 75 аппаратов типа «бокс», в питомнике имеется 47 поперечных каналов с независимой водоподачей. Источниками водоснабжения являются река Подошевка, ручей Нежный и ручей Кетовый.



Рис. 5. ЛРЗ «Китовый», расположенный в прибрежной зоне бухты Китовой Курильского залива о. Итуруп [7]

«Китовый» расположен на берегу Курильского залива, что позволяет использовать морскую воду для интенсификации подращивания молоди и производить выпуск из питомника через адаптационный водоем непосредственно в море. Это минимизирует прессинг хищных рыб на молодь в период покатной миграции.

Адаптационный пруд представляет собой круглую искусственную заводь с узкой протокой в море. В период кормления молоди в питомниках и пруду подключают морскую воду, которую подают механическим насосом из колодца-накопителя; солёность воды составляет 5-8‰. Это позволяет интенсифицировать процесс кормления и снизить воздействие паразитирующих инфузорий.

Кормить молодь начинают в мае при температуре воды от 4,0 до 9,0°C кормами производства Дании («Aller Aqua»). В пруду в июне-июле молодь также активно использует естественную кормовую базу.

Выпуск 35,0 млн. шт. смолтов кеты ежегодно осуществляют в конце июня – начале июля, когда средняя масса молоди достигает 800-1000 мг, температура воды в адаптационном пруду составляет в период выпуска 7,0-8,3°C, в прибрежье – 5,0-8,5°C.

Давно функционирующие и новые рыбоводные заводы, выпускающие молодь в заливы Курильский и Простор о. Итуруп ежегодно пополняют воды Охотского моря более 150 млн. шт. смолтов кеты (рис. 6).

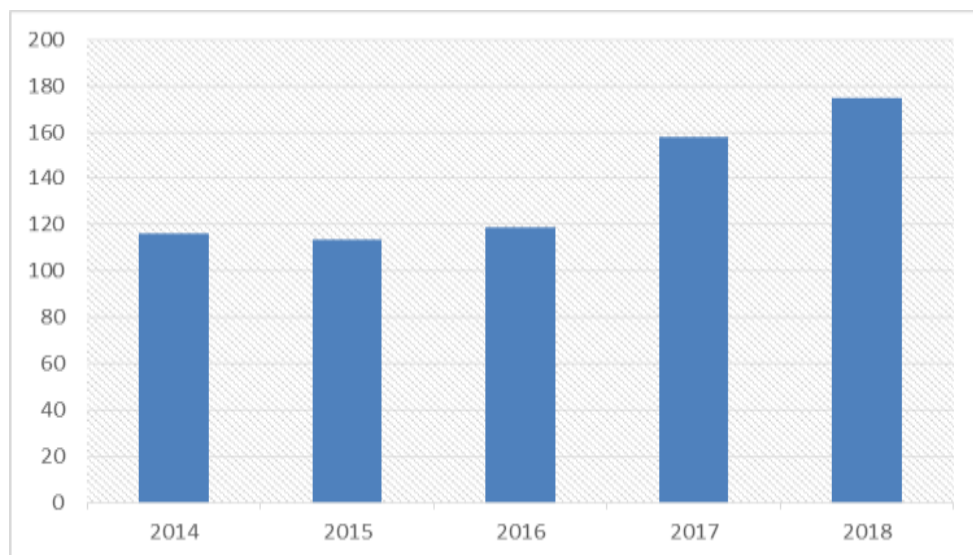


Рис. 6. Выпуск молоди кеты в заливы Курильский и Простор в 2014–2018 гг., млн. шт.

Вылов ЗАО «Курильский рыбак» кеты в заливе Простор в 2018 году составил 8,4 тыс. т; в Курильском заливе добыли 4,6 тыс. т. Общее количество изъятной промыслом кеты в районе о. Итуруп за последние пять лет составляло от 3,4 тыс. т в неурожайном 2017 г. до 13,8 тыс. т в 2015 г. (рис. 7).

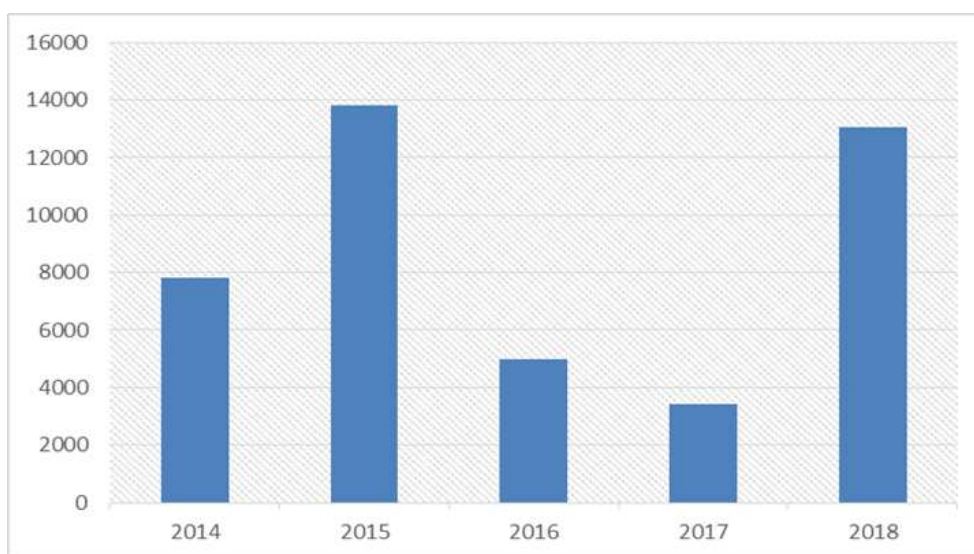


Рис. 7. Вылов кеты ЗАО «Курильский рыбак» в Курильском заливе и заливе Простор в период с 2014 по 2018 гг., т (по официальным данным ЗАО «Курильский рыбак»)

В Куйбышевский залив Охотского моря впадает крупнейшая река острова Итуруп – Куйбышевка, имеющая несколько притоков (рис. 8).

Рыбоводством на ее притоках занимались еще японцы. На месте одного из старых японских рыбоводных заводов был построен и сдан в эксплуатацию в 2007 г. ЛРЗ «Куйбышевский». Кроме этого завода, в последние 10 лет в бассейне Куйбышевки ООО «Континент» были построены еще два рыбоводных завода, выпускающих молодь в Куйбышевский залив – ЛРЗ «Озеро» и ЛРЗ «Саратовка». Искусственным воспроизводством традиционного речного экотипа осенней кеты с использованием общепринятой биотехники занимаются два ЛРЗ: «Куйбышевский» и «Саратовка»; ЛРЗ «Озеро» воспроизводит озерный экотип осенней кеты [11, с. 103-118]. В процессе искусственного воспроизводства озерного экотипа кеты создают специфические, оптимальные для этой внутрипопуляционной группировки, условия, и максимально используют природный потен-

циал (оз. Большое Куйбышевское). В ближайшем будущем ООО «Континент» планирует построить за счет собственных средств еще два завода по искусственному воспроизводству горбуши и кеты на водотоках Куйбышевского бассейна о. Итуруп.



Рис. 8. Река Куйбышевка (о. Итуруп)

ЛРЗ «Озеро». Базовым водоемом ЛРЗ «Озеро» является озеро Большое Куйбышевское. Завод был введен в эксплуатацию в 2010 г. Производственные мощности позволяют обеспечить выращивание и выпуск молоди кеты в количестве 9,1 млн. шт. В распоряжении рыбоводов имеются нагульные пруды площадью 485 кв. м. Подача воды предусмотрена из грунтовых водоисточников (рис. 9).



Рис. 9. Пруды и производственный цех ЛРЗ «Озеро»

Кормят молодь в каналах питомников цехов и копаном пруду кормами датского производства «Aller Performa». Приросты молоди в пруду, как правило, выше, за счет большей длины светового дня и потребления живых кормов. Приступают к выпуску молоди с ЛРЗ «Озеро» при достижении температуры воды в озере около 6,0°C, в море 5,0°C. При этом учитывают особенность молоди «озерной» кеты некоторое время (около месяца) нагуливаться в прибрежной части озера Большое Куйбышевское; за это время море успевает прогреться до оптимальных температур.

Ежегодно три действующих ЛРЗ, принадлежащие ООО «Континент», выпускают в Куйбышевский залив почти 70 млн. шт. молоди лососей, в том числе «озерной» формы кеты [8, с. 70-76].

Количество добытой рыбы в Куйбышевском заливе ООО «Континент» тесно коррелирует с количеством выпущенной молоди по годам и неуклонно возрастало с 0,44 тыс. т в 2011 г. до 3,77 тыс. т в 2015 г. В 2016 и 2017 гг. вылов кеты большинством предприятий Сахалино-Курильского региона был минимальным; не исключением были и слабые подходы кеты в Куйбышевский залив. Вылов кеты в путину 2018 г. по официальным данным ООО «Континент» составил около 2,5 тыс. т (рис. 10).

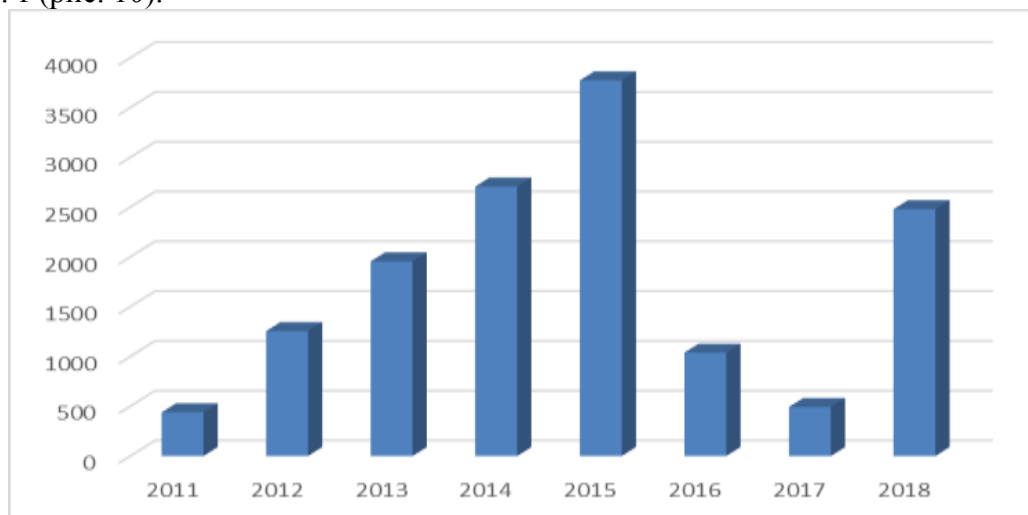


Рис. 10. Вылов кеты ООО «Континент» в Куйбышевском заливе в период с 2011 по 2018 гг., т

Особенности и результаты применяемой биотехники на ЛРЗ о. Итуруп могут различаться, однако совместная работа старейших традиционных рыбоводных предприятий и новых, внедряющих усовершенствования в биотехнике искусственного воспроизводства позволяет полностью раскрыть экологический потенциал острова Итуруп как оптимального места для воспроизводства и получить максимально возможный промысловый возврат тихоокеанских лососей (табл. 1).

Таблица 1

Особенности и результаты применяемой биотехники на некоторых ЛРЗ о. Итуруп

Заливы Охотского моря	Наименование ЛРЗ	Особенности применяемой биотехники	Количество выпускаемой молоди кеты, млн. шт.	Вылов производителей кеты в заливе, 2018 г., тыс. т
Простор	Рейдовый	Традиционная	32,0	8,4
	Бухта Оля	Выращивание молоди в солоноватой воде Выпуск молоди непосредственно в море после нагула в адаптационных прудах с солоноватой во-	51,5	
	Минеральный	Применение инкубационных аппаратов гравийного типа	24,0	
Курильский	Курильский	Традиционная	25,0	4,6
	Китовый	Выращивание молоди в солоноватой воде Выпуск молоди непосредственно в море после нагула в адаптационных прудах с солоноватой во-	35,0	
	Лебединый	Применение инкубационных аппаратов гравийного типа	24,0	

Заливы Охотского моря	Наименование ЛРЗ	Особенности применяемой биотехники	Количество выпускаемой молоди кеты, млн. шт.	Вылов произво- дителей кеты в за- ливе, 2018 г., тыс. т
	Янкито	Применение инкубационных аппаратов гравийного типа Выращивание молоди в солоноватой воде	24,0	
Куйбышев- ский	Куйбышевский	Традиционная	20,0	2,5
	Саратовка	Традиционная	35,0	
	Озеро	Воспроизводство «озерного» экотипа осенней кеты по традиционной биотехнике	9,1	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко С.Ю. Приветственная речь участникам Международной морской научной школы по искусственному разведению гидробионтов // «Международная морская научная школа по искусственному разведению гидробионтов»: сборник научных трудов Международной конференции. - Южно-Сахалинск: изд-во СПГАУ. - 2015. - С. 3.

2. Ефанов В.Н. Искусственное разведение тихоокеанских лососей – цели, задачи, направление развития // «Международная морская научная школа по искусственному разведению гидробионтов»: сборник научных трудов Международной конференции. - Южно-Сахалинск: изд-во СПГАУ. - 2015. - С. 27–37.

3. Запорожец Г.В. Становление лососеводства на российском Дальнем Востоке // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока - Петропавловск-Камчатский, 2006. - С. 11–15.

4. Смирнов Б.П., Леман В.Н., Шульгина Е.В. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в России: современное состояние, проблемы и перспективы // Современные проблемы лососевых рыбоводных заводов Дальнего Востока: Материалы международного научно-практического семинара. - Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатский Печатный Двор». - 2006. - С. 19.

5. Чистякова А.И. Миграции молоди горбуши и кеты в Охотском море (распределение уловов, биологические показатели и структура скоплений): дисс...канд. биол. наук. - Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. - С. 78.

6. Литвиненко А.В., Христофорова Н.К., Гринберг Е.В. Традиции и новое в искусственном воспроизводстве тихоокеанских лососей Курильского района (часть 2) // Рыбное хозяйство. - 2019. - № 3. - С. 70-76.

7. Официальный сайт АО «Гидрострой» // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.gidrostroy.com/reproduction.html> (дата обращения 12.02.2019).

8. Литвиненко А.В., Христофорова Н.К., Гринберг Е.В. Традиции и новое в искусственном воспроизводстве тихоокеанских лососей Курильского района (часть 1) // Рыбное хозяйство. - 2019. - № 2. - С. 70-76.

9. Бакштанский Э.Л. Опыт выращивания горбуши и кеты в морской воде // Тр. ПИНРО. - 1963. - Вып. 15. - С. 45–48.

10. Литвиненко А.В., Корнеева Е.И. Опыт выращивания молоди кеты на ЛРЗ «Бухта Оля» // Известия КГТУ. - 2017. - Вып. 44. - С. 28–38.

11. Иванов В.Н., Иванова Е.В. Внутривидовые репродуктивные стратегии у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (Фундаментальное сходство и видовые отличия) // Известия ТИНРО. - 2013. - Вып. 173. - Стр. 103–118.

PRESERVATION OF PACIFIC SALMON RESERVES IN THE SAKHALIN-KURIL REGION

¹Litvinenko Anna Vladimirovna, PhD. Biol. Sciences, Associate Professor;

^{2,3}Khristoforova Nadezhda Konstantinovna, Doctor of Biological Sciences, Professor,
Honored Scientist;

^{1,4}Greenberg Ekaterina Vladimirovna, postgraduate, senior lecturer

¹Sakhalin State University (SakhSU), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: litvinenko.av@bk.ru;

²School of Natural Sciences, Far Eastern Federal University, Vladivostok;

³Pacific Institute of Geography, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok;

⁴Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Marine Geology and Geophysics
of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IMGiG DVO RAS),
Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

In 2018, 52 salmon fish farms of various forms of ownership functioned in the Sakhalin Region, of which about. Iturup - 13. In all factories, traditional, well-proven biotechnics of artificial reproduction is used. Some plants built in the last decade have technological features of equipment and water supply, which distinguish them from traditional fish farms. Being in optimal natural conditions and using a single biotechnology, all modern fish farms are notable for high work efficiency, expressed in the number of returned producers

УДК 639.3.043:639.371.64

ВЫРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК СУДАКА (SANDER LUCIOPERCA) И ОКУНЯ (PERCA FLUVIATILIS) НА ИСКУССТВЕННЫХ КОРМАХ

Лютиков Анатолий Анатольевич, канд. биол. наук;

Королев Александр Евгеньевич, канд. биол. наук;

Остроумова Ирина Николаевна, д-р биол. наук, профессор

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга),
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: tokmo@mail.ru

В настоящей работе приводятся результаты выращивания окуня и судака на стартовых искусственных кормах с самого начала питания личинок без использования живого корма. Наилучшие результаты были получены на кормах, содержащих в своем составе белок микробиологического синтеза. Выживаемость на такой диете окуня составила 28,5 % (возраст 56 суток, масса 1 194 мг), судака – 12, 6% (возраст 34 суток, масса 154 мг). Полученные результаты указывают на возможность культивирования ранних личинок окуневых рыб исключительно на искусственных кормах

Введение

Личинки судака – *Sander lucioperca* и окуня – *Perca fluviatilis* при выклеве характеризуются очень маленькими размерами (менее 0,5 мг), что делает их одним из наиболее сложных объектов пресноводной аквакультуры. Основные трудности, связанные с культивированием ранней молоди указанных видов рыб, заключаются в обеспечении их адекватным кормом. Современная технология выращивания окуневых на ранних этапах личиночного развития основывается на использова-

нии живых кормов с последующим переводом личинок на искусственные диеты, а оптимизация данной технологии заключается в сокращении периода применения дорогостоящего живого корма с минимальным влиянием на рост и выживаемость молоди. Помимо высокой стоимости живых кормов их существенным недостатком является необходимость заготовки и/или выращивания кормовых организмов, что также отражается и на трудоемкости рыбоводного процесса.

Существенным вкладом в решение проблемы культивирования молоди окуневых могла бы стать разработка стартовой искусственной диеты, которую можно было бы использовать с начала питания личинок без естественной пищи, однако работы, проводимые в этом направлении с начала 1960-х гг. до настоящего времени, терпели неудачу. Например, выживаемость личинок судака, потреблявших только искусственные корма, приближалась к 0% [1-8], окуня – в диапазоне 7-26%, при максимальном периоде выращивания 15 суток и конечной средней массе не более 2,6 мг [9-10]. Таким образом, как правило, личинки судака и окуня, получавшие с первых дней питания только искусственные диеты, гибли в первые 2-3 недели выращивания, что указывает на несоответствие используемых кормов потребностям ранних личинок этих видов рыб.

С начала 2000-х гг. сведения по разработке стартовых искусственных кормов для окуня и судака (в том числе американского) в отечественной и западной литературе не встречались. Более того, высказывалось предположение, что пищеварительные возможности ранних личинок окуневых (на примере судака) ограничены и не позволяют утилизировать искусственные корма [11-12].

Учитывая актуальность проблемы выращивания ранней молоди окуневых и отсутствие стартовых искусственных кормов для окуня и судака, целью данных исследований было определение возможности выращивания личинок этих рыб исключительно на искусственных диетах с первых дней питания без использования живых кормов. Для осуществления данной цели была поставлена задача разработки стартового корма, который позволил бы преодолеть высокую смертность личинок в критический период – первые 2-3 недели их выращивания. Предварительные результаты этих работ представлены в настоящей статье.

Материал и методика

Исследования по выращиванию окуневых рыб на искусственных экспериментальных кормах и разработку соответствующих рецептур проводили в лаборатории аквакультуры и воспроизводства ценных видов рыб Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ "ВНИРО" ("ГосНИОРХ" им. Л.С. Берга) и на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская обл.) в 2017 и 2019 гг. Основными компонентами экспериментальных кормов являлись в разных соотношениях белок микробного происхождения, гидролизаты белка теплокровных животных, рыбная и мясная мука, пшеничная мука, фосфолипиды, премиксы, физиологически активные добавки [13]. Пищевая ценность кормов составляла: белок 54,3-61,0%, жир 10,3-15,4%, безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – 6,4-14,4%. Гранулы изготавливали методом экструзии с последующим дроблением до необходимого размера (0,1-0,5 мм). Корма производили на предприятии ООО «Нева-Тропик» (Санкт-Петербург). В 2017 г. корма в различных вариантах опыта характеризовались разным содержанием микробного белка и гидролизатов животного белка (всего 6 рецептов), в 2019 г. испытывали только корма с продуктами микробиологического синтеза (2 рецепта – №2 – 40% и №5 – 25%). Также в экспериментах с судаком применялись коммерческие корма европейского производителя Biomar larviva growean 100.

Икру окуня и судака получали от производителей, выращенных в садках. Окуневые «ленты» собирались непосредственно в садках и доинкубировались в бассейне. Производителей судака высаживали в нерестовые бассейны с искусственными гнездами (рамки из проволоки обтянутые капроновой делью), после нереста рамки с икрой переносились в моросильную камеру. Получение половых продуктов и инкубация икры проводились при естественном температурном режиме. После вылупления, когда предличинки начинали свободно плавать, их рассаживали в 8-литровые аппараты Вейса при плотности посадки 75-100 экз./л (отсчет проводили поштучно). Для устранения ската личинок на аппаратах устанавливали фонарь из газового сита №15, который по мере роста молоди увеличивали до №11. Количество погибших личинок учитывали ежедневно во время чистки аппаратов. Все работы по получению икры и ее инкубации, и содержанию личинок прово-

дили в соответствии с методическими рекомендациями по выращиванию жизнестойкой молоди судака [14].

Температура воды в начале опыта с окунем составляла 12,4°C, с судаком – 15,6-16,9°C и повышалась за счет подогрева воды в последующие трое суток до 20-21°C, содержание кислорода в воде в период исследований в разные годы варьировалось в пределах 6,8-8,7 мг/л, активная реакция воды (рН) оставалась на неизменном уровне – 6,9. Полный водообмен в аппаратах происходил за 10-12 минут – 0,011-0,013 л/с. Для исключения попадания зоопланктона в аппараты использовали фильтры механической очистки с фильтрующим элементом 20 мкм. Освещенность поддерживали на уровне 150-200 лк.

Личинок в эксперименте кормили с избытком, в первую неделю выращивания – каждые 30-40 мин, далее – каждый час. Для устранения негативных последствий образования поверхностной пленки кормов применяли струю воды по ранее предложенной методике [15].

Пробы личинок для дальнейшего морфометрического анализа фиксировали 2%-ным раствором формальдегида, фотографии делали на живом материале. Для характеристики интенсивности роста молоди рассчитывали среднюю суточную скорость роста по уравнению Винберга [16]. Статистическую обработку собранного материала проводили в соответствии с принятыми методами [17] с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение

Окунь

Опыты с окунем проводили в 2019 г. Активность питания окуня в начале эксперимента была очень низкой, лишь единицы потребляли предлагаемые корма, что может быть связано с низкой температурой воды в эксперименте, не превышающей 16°C. Массовый переход окуня на активное питание произошел на вторые сутки опыта (возраст личинок 3 суток) при прогреве воды выше 20°C (рис. 1А). На 4-е сутки у отдельных личинок можно было наблюдать загиб в передней части кишечника и начало заполнения газом плавательного пузыря (рис. 1Б). Масса таких личинок составляла около 2 мг.

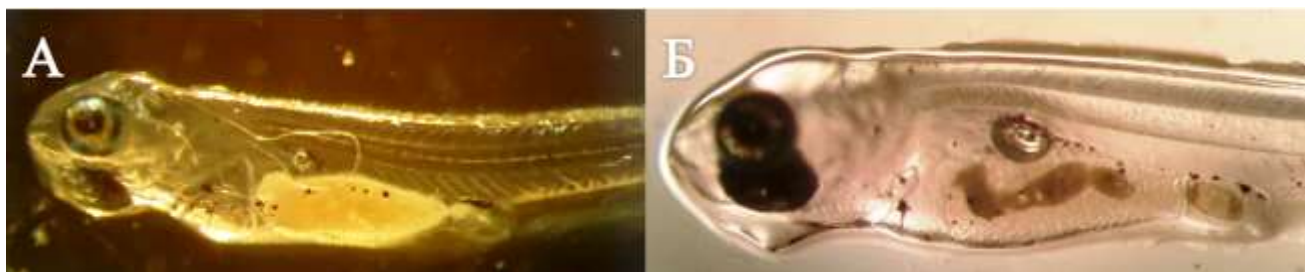


Рис. 1. Передняя часть личинок окуня, выращиваемых на искусственных кормах. А – возраст 3 суток. Б – возраст – 5 суток, масса – 2 мг. Начало наполнения газом плавательного пузыря

К концу первой недели выращивания, личинки окуня, получавшие корм №5 (25% микробного белка), начинали отставать в росте от одновозрастной молоди, потреблявшей корм №2 (40% микробного белка) (табл. 1). Подобная тенденция продолжалась на всем протяжении эксперимента. К концу третьей недели выживаемость личинок, выращиваемых на корме №5, составила 2,8% (17 экз.), в связи с чем, опыт в этом варианте был завершён. На корме №2 выживаемость окуня после трех недель выращивания составила 35,2% (211 экз.).

Таблица 1

Рост личинок окуня в аппаратах Вейса на кормах с различным содержанием бактериальной биомассы (этап I)

Корм		Возраст, сутки				Среднесуточный прирост, %	Выживаемость, %
		2	9	16	23		
		Масса, мг					
№2	МБ 40%	1,13	2,6	14,1	34,4	16,3	35,2
№5	МБ 25%		1,6	10,6	26,1	14,9	2,8

Примечание: здесь и далее МБ – микробный белок

Начиная с четвертой недели опыта, молодь из аппаратов Вейса, получавшую корм №2, переместили в круглый экспериментальный бассейн объемом 65 л с фактическим объемом воды 23 л и плотностью посадки 9 экз./л, продолжая кормить тем же кормом. Фракцию корма увеличили до 0,4-0,5 мм. Температурные условия остались прежние – около 21°C. Возможно, эти факторы привели к повышению темпа роста – показатель среднесуточного прироста в последующую неделю выращивания увеличился с 12,8 до 18,7%.

На момент написания настоящей работы (конец июля 2019 г.) масса окуня, выращенного с самого начала питания исключительно на искусственном корме, составляла 1194 мг при выживаемости 28,5% (выживаемость в период бассейнового выращивания – 81,0%) (табл. 2). Окунь к этому времени находился на мальковом этапе развития, на котором молодь имеет вид взрослой рыбы, на теле появляется чешуя, на поверхности туловища хорошо различимы характерные для данного вида вертикальные полосы.

Таблица 2

Рост личинок окуня в экспериментальных бассейнах (этап II)

Корм		Возраст, сутки						Среднесуточный прирост, %	Выживаемость, %
		23	30	37	44	51	58		
		Масса, мг							
№2	МБ 40%	34.4	127.1	329.5	452.4	764.0	1194.0	13.1	81.0

Обсуждая предварительные результаты исследований по испытанию экспериментального стартового корма для окуня можно заключить, что личинки этой рыбы способны к перевариванию и усвоению компонентов искусственных кормов с микробным белком уже в первые дни питания, что говорит о возможности культивирования окуня на искусственных диетах без использования живых кормов.

Судак

Положительные результаты по выращиванию судака с первых дней питания на экспериментальном корме в 2017 г. [18] были получены только на диете №4 (37% микробного белка), схожей по составу с №2, на которой в 2019 г. выращивали окуня. Личинки судака после двух недель кормления искусственным кормом с микробным белком выросли со стартовой массы 0,35-0,4 мг и длине 4,4 мм до 5,9 мг и 9,7 мм, при выживаемости 73,4%. Аналогичные показатели молоди, получавшей корма с гидролизатами белка теплокровных животных и коммерческий корм фирмы Biomar, не превышали 2,2 мг и 6,2 мм. Выживаемость таких личинок к 17 суткам исчислялась единицами, что определило прекращение исследований в этих вариантах опыта.

Молодь судака, получавшая корм №4, к 23 суткам имела массу 41,8 мг и длину 17,1 мм, при среднем показателе среднесуточного прироста 24,5%. Несмотря на хороший рост, выживаемость личинок снизилась до 13,0%.

Для последующего выращивания судак был переведен в круглые экспериментальные бассейны, в которых к 34 суткам достиг средней массы 153,9 мг и длины 26,3 мм. Корм молоди не меняли, увеличив размер фракции до 0,3-0,4 мм. В период роста в новых условиях вариабельность (коэффициент вариации) длины и массы судака была низкой – 7,7 и 21%, что может свидетельствовать о достаточно благоприятных условиях содержания рыбы, включая выбор корма и режим кормления. Выживаемость молоди к концу исследований составила 12,6%.

Опыты по выращиванию личинок судака на стартовых кормах в 2019 г. не дали положительного результата – по итогам 21 суток выращивания выживаемость на корме Биомар и экспериментальном корме №5 (использовался тот же корм, что и в опыте с окунем, описанным выше, с 25% микробного белка) равнялась 0%, а на корме №2 (40% микробного белка) этот показатель составил 2,3% (14 экз.). Кроме низкой выживаемости в процессе выращивания мы отметили большое количество личинок с различными скелетными деформациями и незаполненным газом плавательным пузырем (рис. 2), визуально их количество составляло около 75-80% от всей рыбы в аппарате. Подобных отклонений в эксперименте с окунем и в более ранних работах с судаком мы не наблюдали.



Рис. 2. Личинки судака в возрасте 16 сут. Слева – нормально развивающаяся личинка (масса 14,4 мг). Справа – личинка с деформациями костей черепа, искривленным позвоночником в хвостовом отделе и ненаполненным плавательным пузырем (масса 7,8 мг)

Как правило, личинки судака с различными отклонениями значительно отставали в росте и в дальнейшем становились жертвами нормально развивающихся сверстников (рис. 3). Судак, перешедший на каннибализм, в последующем игнорировала предлагаемые искусственные корма и в отсутствии доступных по размеру личинок-жертв пытались атаковать одноразмерную молодь, что приводило к травматизму и гибели последних. Встречались также личинки, которые гибли при попытке проглотить жертву.



Рис. 3. Каннибализм судака в эксперименте (возраст личинок 17 сут.)

Отрицательные результаты выращивания личинок судака в 2019 г. мы связываем с ухудшением качества экспериментальных кормов, срок хранения которых превышал 2 месяца с даты изготовления. Корма имели явные признаки окисленности липидов – основные показатели оценки состояния жиров в кормах превышали предельно допустимые концентрации в два и более раз (табл. 3). Известно, что превышение сроков хранения кормов отрицательно влияет как на белки и их аминокислотный статус [19], так и липиды в корме, изменяя их фракционный и жирнокислотный состав [20].

Таблица 3

Результаты исследования степени окисления липидов в экспериментальных стартовых кормах (изготовление 27.04.2019 г., проведение анализа 25.06.2019 г.)

Корм		Показатели окисления и гидролиза липидов		Общий жир (по Фолчу), %
		Переокисное число, %J ₂	Кислотное число, мгКОН/г	
		гидроперекиси		
№ 2	МБ 40%	0,30	50,3	12,53
№ 5	МБ 25%	0,28	46,0	10,26
ПДК *		0,15	20	-

Примечание: анализ кормов проводился в соответствии с ГОСТ 31485-2012 и ГОСТ 13496.18-85. * - ПДК – предельно допустимая концентрация, определенная для стартовых кормов [21].

Связывая наличие большого количества уродств у судака в эксперименте с длительностью хранения кормов, мы предполагаем, что в первую очередь произошло качественное изменение фракционного состава липидов. На ряде видов рыб установлено, что именно фосфолипиды, (точнее их фракции в виде фосфатидилинозитола), введенные в корма, снижали количество личинок с деформациями скелета [22-24]. По всей видимости, окисление и разрушение отдельных фракций фосфолипидов в процессе хранения, могло привести к появлению различных отклонений в личиночном развитии судака и, в том числе, отрицательно сказаться на результатах эксперимента.

Кроме того, как было установлено нами ранее (неопубликованные данные), степень окисления стартовых кормов в процессе хранения напрямую зависела от количества введенного в них микробного белка (коэффициент корреляции для гидроперекисей составил 0,99, для кислотного числа 0,97). Однако, несмотря на ухудшение качества экспериментальных кормов, наилучшие результаты были получены на корме с наибольшим количеством белка микробного происхождения, что согласуется с исследованиями прошлых лет с судаком и этого года с окунем.

Заключение

На основании проведенных исследований можно сделать предварительное заключение о возможности культивирования судака и окуня полностью на искусственных кормах с самого начала питания личинок. Апробация различных источников доступного для ранней молодежи белка с соответствующим балансированием корма по питательному составу показала, что наибольшим соответствием пищевым потребностям окуневых рыб на ранних этапах постэмбриогенеза характеризуется микробный белок. Его включение в экспериментальные стартовые искусственные корма позволило вырастить окуня без применения живого корма от предличинки до массы 1194 мг при выживаемости 28,5%, а судака до 153,9 мг с выживаемостью молоди 12,6%. Однако следует обращать внимание на показатели качества жиров микробного белка, которые иногда превышают предельно допустимые концентрации окисленности липидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабурина Е.А. Развитие глаз и их функции у зародышей и личинок судака (*Lucioperca lucioperca* L.) // Тр. Ин-та морфологии животных. – 1961. – № 33. – С. 151-171.
2. Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Садковое рыбоводное хозяйство на водохранилищах. – М.: Пищ. пром. – 1970. – 159 с.

3. Beyerle G.B. Summary of attempts to raise walleye fry and fingerlings on artificial diets with suggestions on needed research and procedures to be used in future tests // *Progressive Fish-Culturist*. – 1975. – Vol. 37. – P. 103-105.
4. Antalfi A. Propagation and rearing of perch in pond culture // *EIFAC Techn. Pap. №35. Suppl.* – 1979. – № 1. – P. 120-125.
5. Михайлова М.В. Влияние качества пищи на рост и обмен веществ у молоди судака // *Сб. науч. тр. ВНИИПРХ*. – 1999. – Вып. 74. – С. 147-160.
6. The growth and survival of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* L., larvae fed on formulated feed / J. Ruuhijärvi, E. Virtanen, M. Salminen, M. Muyunda // *Larvi'91. eas Special Publication*. – 1991. – №15. – P. 154-156.
7. Schlumberger O., Proteau J.P. Production de juveniles de sandre (*Stizostedion lucioperca*) // *Aqua-revue*. – 1991. – Vol. 36. – P. 25-28.
8. Королев А.Е. Опыт применения искусственных кормов при подращивании личинок судака // *Сб. науч. тр. ГосНИОРХ*. – 2005. – Вып. 333. – С. 287-316.
9. Awaïss A., Kestemont P., Micha J.C. Nutritional suitability of the rotifer *Brachionus calyciflorus* Pallas for rearing freshwater fish larvae // *J. Appl. Ichthyol.* – 1992. – Vol. 8. – P. 263-270.
10. Tamazouzt L. L'alimentation artificielle de la perche *Perca fluviatilis* en milieu confinés (eau recycle, cage flottante). – Thèse de doctorat, Université H. Poincaré, 1995. – 128 p.
11. Development of yolk complex, liver and anterior intestine in pike-perch larvae, *Stizostedion lucioperca* (Percidae), according to the first diet during rearing / L. Mani-Ponset, J.P. Diaz, O. Schlumberger, R. // *Connes Aquat. Living. Resour.* – 1994. – Vol. 7. – P. 191-202.
12. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings / L. Nyina-wamwiza, X. Xu, G. Blanchard, P. Kestemont // *Aquacult. Res.* – 2005. – Vol. 36. – P. 486-492.
13. Включение в стартовые корма для сиговых рыб (Coregonidae) бактериальной биомассы и белковых гидролизатов / Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А., Богданова В.А. и др. // *Вопр. рыболовства*. – 2018. – Т. 19. – № 1. – С. 82-98.
14. Методические рекомендации по выращиванию жизнестойкой молоди судака / И.И. Терешенков, А.Е. Королев. – СПб: Изд-во ГосНИОРХ, 1997. – 28 с.
15. Королев А.Е. Неблагоприятные последствия возникновения на поверхности воды пленки кормов и способы их устранения при индустриальном подращивании личинок судака // В сб.: *Итоги тридцатилетнего развития рыбоводства на теплых водах и перспективы на XXI век. Материалы междунар. симпозиума, ГосНИОРХ, СПб.* – 1998. – С. 196-200.
16. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: Белорусский гос. ун-т, 1956. – 251 с.
17. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
18. Опыт выращивания личинок судака с первых дней питания полностью на искусственных кормах с бактериальной биомассой / А.А. Лютиков, А.Е. Королев, И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев // *Материалы второй Всероссийской научной конференции с международным участием «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования».* Санкт-Петербург, 2-4 апреля 2018. – С. 569-576. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
19. Ермакова С.В. Влияние длительного хранения гранулированных карповых кормов на их аминокислотный состав // *Сб. науч. тр. ГосНИОРХ*. – 1981. – № 175. – С. 44-51.
20. Остроумова И.Н., Шумилина А.К., Лютиков А.А. Влияние длительности хранения кормов на фракционный и жирнокислотный состав липидов печени сиговых // *Вест. рыбохоз. науки*. – 2018. – Т. 5. – № 3 (19). – С. 60-67.
21. Временная инструкция по определению степени окисления липидов в кормах и оценке влияния качества кормов на рыб / Н.Е. Картавцева, Ж.И. Абрамова, И.Н. Остроумова, А.А. Шабалина. – Л.: Промрыбвод, 1987. – 28 с.
22. Comparison of different soybean phospholipidic fractions as dietary supplements for common carp, *Cyprinus carpio*, larvae / I. Geurden, D. Marion, N. Charlon, P. Coutteau et al. // *Aquaculture*. – 1998. – Vol. 161. – № 1-4. – P. 225-235.

23. Cahu Ch., Zambonino I. J., Takeuchi T. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae // Aquaculture. – 2003. – Vol. – 227. – № 1-4. – P. 254-258.

24. The effect of dietary phosphatidylcholine/phosphatidylinositol ratio on malformation in larvae and juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*) / E. Sandel, O. Nixon, S. Lutzky, B. Ginsbourg et al. // Aquaculture. – 2010. – Vol. 304. – P. 42–48.

GROWING LARVAE ZANDER (SANDER LUCIOPERCA) AND PERCH (PERCA FLUVIATILIS) ON ARTIFICIAL FEED

Lyutikov Anatoliy Anatolievich, Senior Researcher, Ph.D;
Korolev Aleksandr Yevgenievich, Leading Researcher, Ph.D;
Ostroumova Irina Nikolaevna, Chief Researcher, Doctor of biology

L.S. Berg State Research Institute for Lake and River Fisheries,
Saint-Petersburg, Russia, e-mail: tokmo@mail.ru

This work presents the results of rearing of perch and pikeperch on artificial starter feeds from the first moment of feeding of larvae without using live food. The best results were obtained using feed containing protein of microbiological synthesis. The perch survival rate on such diet - 28.5% (56 days post hatching, weight 1194 mg), the pikeperch survival rate on such diet - 12.6% (34 days post hatching, weight 154 mg). The results indicate that it is possible to cultivate early larvae of perch fish (Percidae) exclusively on artificial feed

УДК 639.3:631.6

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ ВОДОЕМОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУР

¹Милюткин Владимир Александрович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры
«Технология производства и экспертиза продукции из растительного сырья»;

¹Толпекин Сергей Александрович, технолог, ст. преподаватель кафедры
«Технология производства и экспертиза продукции из растительного сырья»;

²Бородулин Игорь Васильевич, инженер, учредитель;

²Агарков Евгений Александрович, инженер, директор;

²Попова Яна Вячеславовна, технолог

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» (Самарский ГАУ),
Самара, Россия, e-mail: oiapp@mail.ru;

²Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОВОЛГА»,
Самара, Россия, e-mail: ekovolga@inbox.ru

В статье представлены материалы аналитических исследований и рекомендации по подготовке водоемов и эффективному производству в них аквакультур, путем проведения мелиорации с очисткой от сине-зеленых водорослей (цианобактерий) и очагов их возникновения, с заселением водоемов более полезными для аквакультуры зелеными водорослями (хлорелла), или проведением алголизации водоема. Рассмотрена технико-технологическая возможность создания благоприятных условий для аквакультур за счет развития полезных водорослей - хлорелла вместо цианобактерий, приносящих значительный ущерб водоему и аквакультуре

Целью работы является создание технических средств и различных технологий мелиорации водоемов как за счет сбора сине-зеленых водорослей, так и их заготовки, переработки в различные востребованные продукты: биотопливо III поколения, биогаз, органические удобрения, составляющие кормов для животных, птиц, аквакультур и т.д. При этом в водоемы специальными техническими средствами запускаются более полезные для аквакультуры зеленые водоросли - хлорелла.

Для длительного эффективного использования в первую очередь водоемов, необходимо провести их глубокую мелиорацию. Прежде всего, дно очищается от ила, представляющего собой отмерший зоопланктон, содержащий кроме всего прочего большое количество спор сине-зеленых водорослей, обеспечивающих их интенсивное размножение в весенне-летний период - благоприятный для развития по температуре воды и солнечной радиации. При наличии родников в водоеме или впадения в них питающих малых рек-водотоков, очень часто мелиорация дна от илистых отложений проводится бульдозерами или экскаваторами после спуска воды. При отсутствии постоянной подпитки водоемов водой, очистка дна проводится без сброса воды, как правило, земснарядами. Проведя анализ различных технологий и машин для сбора донных отложений - ила [1-3], собираемых и утилизируемых сине-зеленых водорослей [4-11], нами предлагается два мелиоративных агрегата (рис.1а,б) для выемки из водоема донного ила [1-2] с дальнейшей его переработкой в органические удобрения, а водоросли - в биотопливо [12-15] или кормовые добавки.

1. При использовании устройства для очистки водоемов от донных отложений [1] с помощью специального ковша, шарнирно закрепленного на раме с возможностью изменения положения относительно дна водоема и с возможностью возвратно-поступательного движения, с применением двух-барабанной лебедки с реверсом, обеспечивающей выгрузку содержимого ковша в бункер-накопитель самосвального типа, производится мелиоративная очистка дна водоема.

На рис. 1а схематично изображен агрегат для очистки водоемов от донных отложений, насыщенных спорами сине-зеленых водорослей - цианобактерий и добычи ила.

Агрегат содержит плав-средство 1, раму 2, двух-барабанную лебедку 3 с реверсом 4, ковш 5 с зубьями 6, бункер-накопитель 7, поддерживающий ролик 8, упор 9.

При поступательном движении плав-средства 1 двух-барабанная лебедка 3 включается в режим перевода ковша 5 – в вариант опускания. Достигнув дна водоема, ковш с помощью зубьев 6 обеспечивает забор грунта. После наполнения ковша с помощью реверса 4 лебедка переводится в режим подъема ковша. Достигнув упора 9, содержимое ковша сбрасывается в бункер-накопитель 7, а затем по мере его заполнения, плав-средство доставляет грунт к месту утилизации. Бункер-накопитель самосвальным путем освобождает кузов в транспортные средства

2. Также предлагается эффективное техническое устройство для сбора донных отложений в водоемах с помощью комбинированного рабочего органа, состоящего из зубового барабана и шнека. Во втором случае [2] задача выполняется зубовым барабаном, сгруппированным заодно со шнеком, причем расстояние между зубьями изменяется и изменяется положение барабана относительно дна водоема.

Устройство (рис.1б) содержит раму 1, смонтированную на плав-средстве, зубовой барабан 2, выполненный заодно со шнеком 3. С одной стороны кожуха 4 шнека расположено окно 5 для подачи органической массы на транспортер 6, на выходе которого установлен бункер – накопитель 7. Подъем и опускание зубового барабана со шнеком обеспечивается лебедкой 8, ограничитель 9 регулирует заданную глубину работы зубового барабана и шнека.

При поступательном движении плав-средства растормаживают лебедку 8, зубовой барабан 2 со шнеком 3 опускаются на дно водоема. Зубовой барабан врезается в иловый грунт, разрушает его и подает в шнек 3. Шнеком органическая масса сдвигается к окну кожуха 4 шнека, а затем на транспортер 5, который подает массу в бункер накопителя 7.

По известным используемым технологиям приготовления органических удобрений возможно их гранулированное, когда донные отложения после выемки обезвоживаются и сушатся. Нами разработана и опробована конструкция сушилки донных отложений [12], значительно ускоряющая процесс сушки как донного ила, так и собранных во время "цветения" водоема - сине-зеленых водорослей – цианобактерий специальным оборудованием [4-11,16].

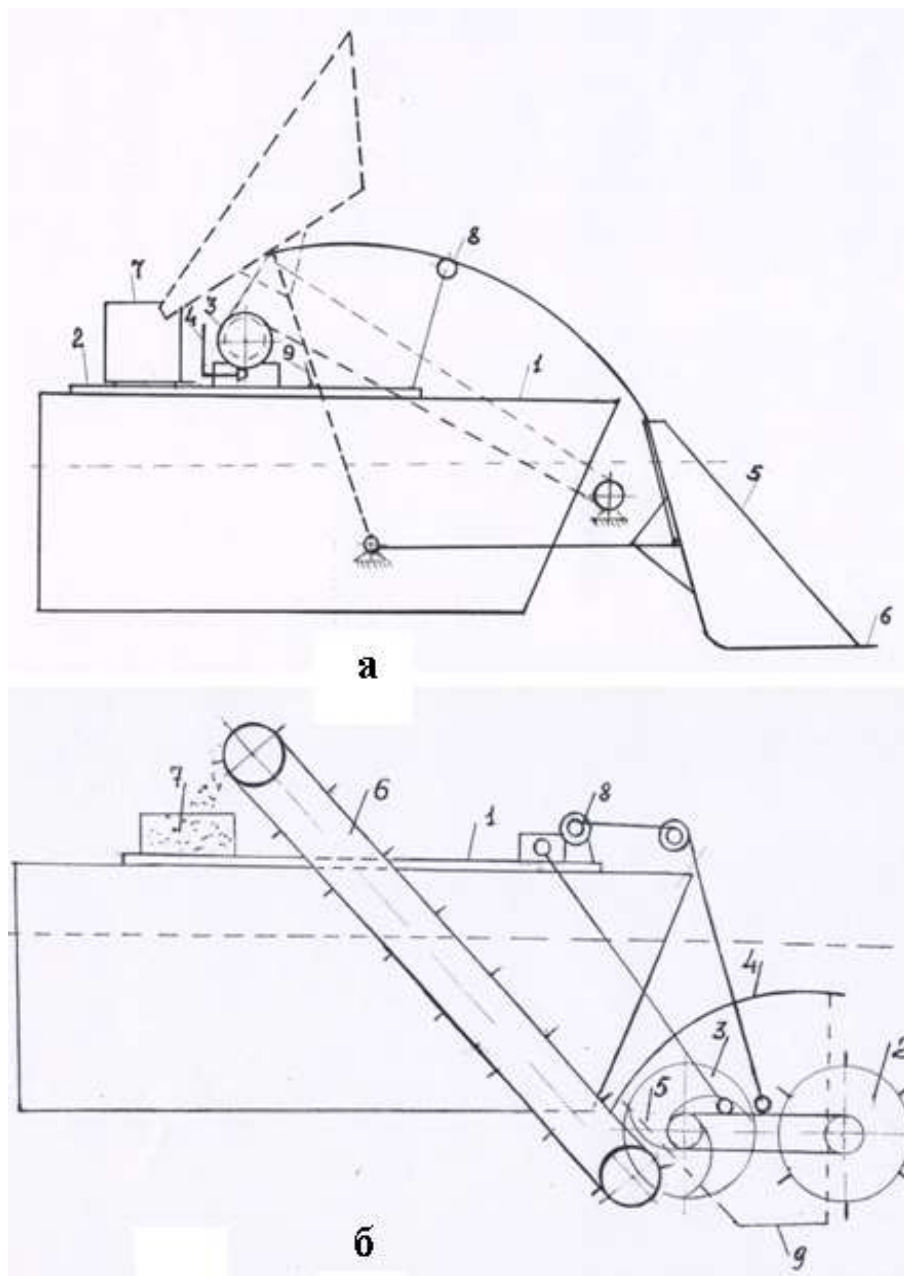


Рис. 1. Устройство для очистки водоемов от донных отложений (а),
Устройство для сбора донных отложений в водоемах (б)

Главным образом удаление донного ила, насыщенного спорами сине-зеленых водорослей, способствует их значительному уменьшению и распространению в водоеме в благоприятный для развития летний период. Также использование донного ила при его внесении на поля способствует повышению и сохранению плодородия почв и продуктивности агро-ландшафтов за счет мобилизации всех природных органических составляющих от собираемых сине-зеленых водорослей, которые также могут быть переработаны в биотопливо III поколения по специально-разработанным в Мире (главным образом в США и Китае) технологиям, в том числе - ООО «ЭКОВОЛГА» также имеет аналогичные запатентованные технологии и технические средства для переработки сине-зеленых водорослей (цианобактерий) в органическое топливо из возобновляемых природных источников энергии – биотопливо III поколения [13-15]. В настоящее время нами также разработан ряд технологий и технических средств для сбора сине-зеленых водорослей, защищенных патентами на изобретения (более 20 патентов), которые в соответствии с поставленными задачами следует разделить на несколько направлений (А,Б,В):

А. Сбор сине-зеленых водорослей из водоемов и водотоков рекомендуется проводить специальными техническими средствами – устройствами, как в составе заградительных преград, так и самоходных плавучих средств. В качестве примера одного из таких самоходных плавучих средств, предлагается - «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей» по патенту на изобретение №2551172 [5]. Кроме этого устройства, для сбора сине-зеленых водорослей, нами разработано большое количество конструкций с различным техническим оснащением от стационарных, работающих в водотоках-реках с течением воды, до самоходных и самоплавующих, эффективно работающих в водоемах, где нет движения воды, и сбор сине-зеленых водорослей возможен при самостоятельном движении собирающих водоросли агрегатов, когда возникает принудительный подпор воды с водорослями. В качестве примеров таких устройств рекомендуются разработанные нами конструкции по патентам на изобретения №2555896 «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей» [6] и №2548075 «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата» [4]. Учитывая большое количество разработанных нами конструкций (более 20) данных устройств для различных условий, проведена их соответствующая классификация[16].

Устройство по патенту №2551172 [5] состоит из плав-средства 1 (рис.2), на котором установлен каркас 2 с сеткой для сбора сине-зеленых водорослей, причем основная сетка 3 имеет более крупные ячейки по сравнению с верхней сеткой 4, которая имеет меньший размер ячеек, так же снизу сетки находится нож 5 для срезания водорослей растительного характера.

Рамка каркаса 2 установлена на двух продольных штангах 6 на раме 7, для подъема и опускания рамки 2 используется двух-барабанная лебедка 8 с реверсом 9, стрелой 10, роликом 11 и винтовым механизмом 12. Изменение наклона рамки 2 в процессе работы производит подвижная каретка

Устройство работает следующим образом: для передвижения плавучего средства 1 к исходному месту очистки водоемов устройство переводится в транспортное положение, при этом каркас 2 с сеткой заборной частью устанавливается в горизонтальное положение над поверхностью воды. Для начала рабочего процесса каркас 2 с сеткой 3 опускается в водоем на глубину залегания сине-зеленых водорослей, а верхняя часть сетки 4 устанавливается на уровне поверхности воды.

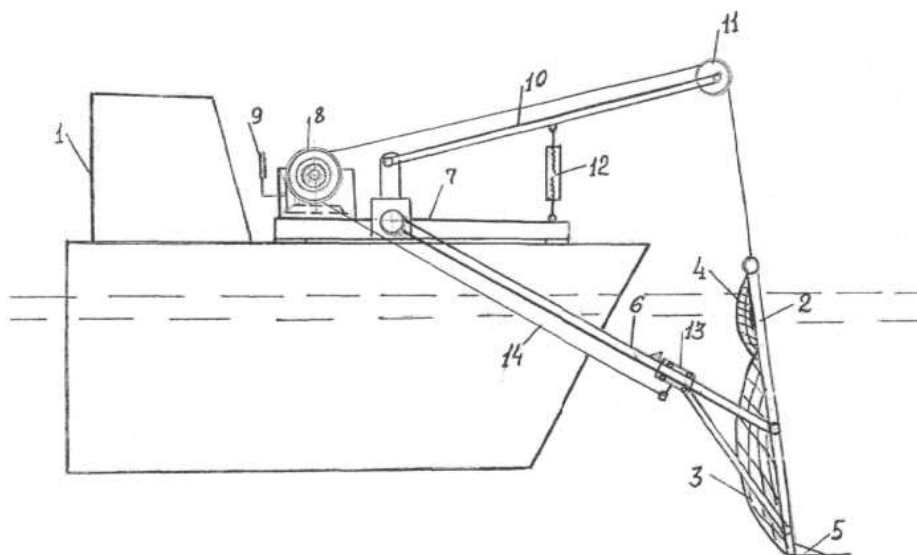


Рис. 2. «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей»
(патент на изобретение №2551172)

При движении - сине-зеленые водоросли и срезанные ножом 5 водоросли растительного характера оседают в крупноячеистой сетке 3, а ряска собирается в верхней части мелкоячеистой сетки 4. По мере заполнения сетки каркас 2 с водорослями поднимают из воды на уровень поверх-

ности водоема, при этом сеточный каркас наклоняется в сторону противоположную направлению движения. Водоросли в момент их транспортировки освобождаются от воды, что упрощает процесс разгрузки в местах их сбора и утилизации. Перевод каркаса 2 с сеткой в транспортное положение или в рабочее состояние обеспечивается за счет изменения направления вращения двух-барабанной лебедки 8, при этом каждый барабан имеет свой заход троса, что дает возможность при синхронном вращении барабанов управлять технологическим процессом очистки водоемов от водорослей. Если на одном из барабанов трос 14 наматывается, то на другом в это время - раскручивается. В рабочем положении подвижная каретка 13 фиксируется стопором.

Б. На рис.3 изображено «Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей» [6], состоящее из понтонов 1, на которых с двух сторон смонтированы потоко-разделители 2, в их основании установлена шлюзовая камера 3, с каждой стороны которой закреплены ковши – улавливатели 4 водорослей с приводом от двух-барабанной лебедки 5. Устройство оборудовано контейнерами 6 и стеллажами 7 для сушки водорослей. Технологический процесс устройства, смонтированного на водоеме, выполняется постоянно – днем и ночью не прекращаясь. Водоросли «гонимые» течением воды, поступающей в оросительный канал, направляются к потоко-разделителю 2. При этом водоросли поступают в шлюзовую камеру 3 и улавливаются ковшами 4. По мере заполнения, водоросли сбрасываются в контейнер 6, а затем подаются на стеллажи 7 для сушки.

Эффективность технологий и технических средств по сбору и дальнейшему использованию сине-зеленых водорослей, разработанных в ООО «ЭКОВОЛГА» и Самарским ГАУ, изучается как в водоемах, так и в водотоках, а также и в оросительных системах. Также нами разработано и запатентовано несколько вариантов технических средств различной конструкции [4-11] в самоходном исполнении и – стационарном с механическим сбором сине-зеленых водорослей, а также - водяным фильтром-отделителем водорослей от воды с дальнейшей предварительной обработкой – сушкой и переработкой в различные виды продукции. Из всех видов продукции, получаемой из сине-зеленых водорослей для аквакультуры наиболее интересно большое количество микроэлементов в водорослях, необходимых в качестве составляющих для производства кормов.

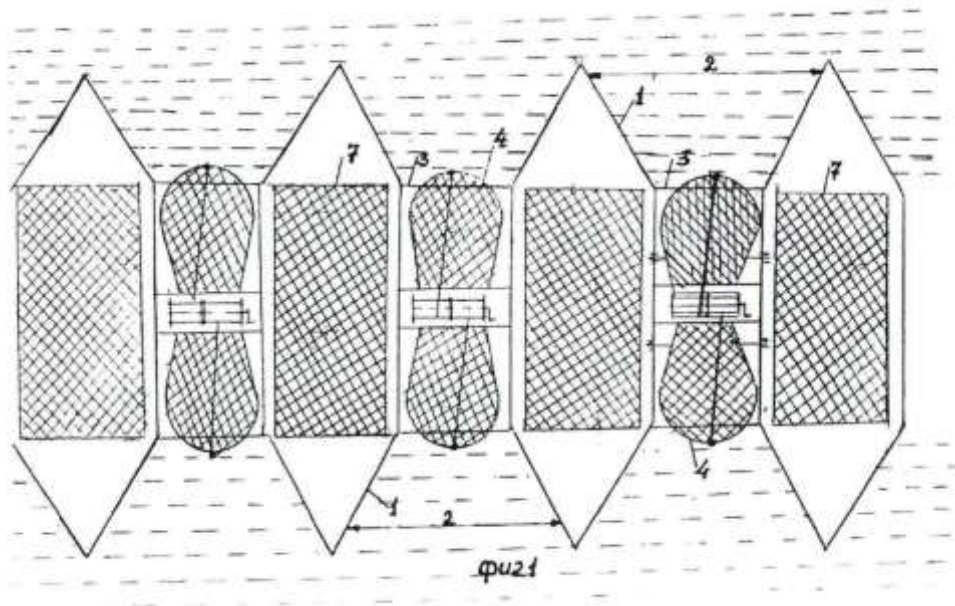


Рис. 3. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей

В. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата

Из всех видов очистки водоемов от неблагоприятных для развития аква-культуры сине-зеленых водорослей на сегодня широко рекомендуемой технологией является альголизация водоемов: замена сине-зеленых водорослей-цианобактерий на более благоприятную и полезную зеленую водоросль - хлореллу. Данная технология предусматривает подледное

внесение концентрированного раствора хлореллы, выращенной в питомниках или на специальных предприятиях. Попадая в водоем хлорелла распространяется по всему объему воды, при наступлении благоприятных для развития условий (положительные температуры, как правило, в весенне-летний период), хлорелла интенсивно размножается и блокирует подъем сине-зеленых водорослей со дна – из илистых отложений. Тем самым, в водоеме доминирует зеленая водоросль – хлорелла, обогащая водоем кормовой базой для микроорганизмов, рачков, рыбы, раков, то есть, создаются более благоприятные условия для аквакультуры, по сравнению с сине-зелеными водорослями которые в чистом виде биозоомассой водоема используется в чрезвычайно ограниченных количествах.

Для равномерного и более эффективного распространения хлореллы в водоеме ООО «Эковолга» и Самарский государственный аграрный университет разработали и запатентовали конструкцию многофункционального опрыскивателя [4].

На фиг. 1 и фиг. 2 (рис.4) схематично изображено устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей альголизацией - внесением хлореллы. Устройство содержит раму 1, на которой установлена емкость для раствора 2 с горловиной 3, насос 4 с приводом от бензодвигателя (на схеме не показан), емкость для хлореллы в растворе 5 с дозатором, штанга 6 со стойками 7 для крепления распыляющих насадок 8, трубопроводы с кранами K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , заборный трубопровод 9 с фильтром 12 и нагнетательный трубопровод 10, гидромешалку 11.

Для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей устройство устанавливают на плавучее средство и закрепляют его таким образом, чтобы верхние распыливающие насадки располагались на уровне поверхности водоема. Штангу 6 переводят в рабочее состояние. Заборный трубопровод 9 с фильтром 12 опускают в воду. Запускают бензодвигатель насоса 4 и закачивают воду в емкость для раствора 2 до необходимого уровня, при этом открывают краны K_1 и K_2 , краны K_3 и K_4 остаются в закрытом положении. Заполнив емкость для раствора 2 водой, краны K_1 и K_2 перекрывают. Препарат жидкой консистенции из хлореллы из емкости 5 в определенной норме заливают в емкость 2 через горловину 3 и закрывают ее. Открывают краны K_2 и K_3 перемешивают жидкость с помощью гидромешалки 11. Получив однородное состояние раствора необходимой концентрации закрывают кран K_3 , а кран K_4 открывают и начинают внесение раствора распыливающими насадками 8 одновременно на поверхность водоема и на глубину залегания водорослей. После выполнения технологического процесса штангу 6 переводят в транспортное положение.

Эффективность технологий и технических средств по сбору и дальнейшему использованию сине-зеленых водорослей, разработанных в ООО «ЭКОВОЛГА» и Самарским ГАУ [4-11], изучается как в водоемах, так и в водотоках, а также и в оросительных системах.

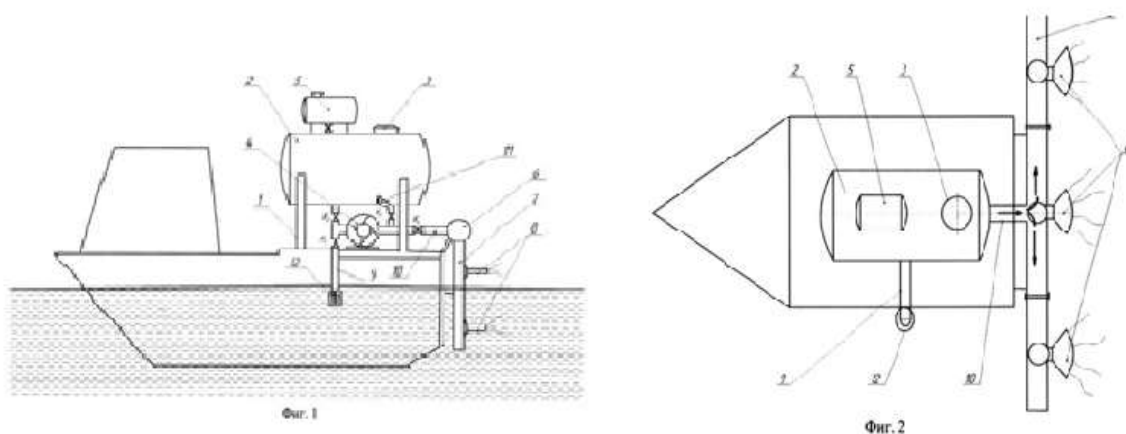


Рис 4. Многофункциональный опрыскиватель для равномерного распределения хлореллы в водоеме при его альголизации с заменой цианобактерий на хлореллу (Патент № 2548075)

Эффективность технологий и технических средств по сбору и дальнейшему использованию сине-зеленых водорослей, разработанных в ООО «ЭКОВОЛГА» и Самарским ГАУ [4-11], изучается как в водоемах, так и в водотоках, а также и в оросительных системах.

Выводы

1. Для эффективного производства аквакультуры в естественных условиях - в водоемах, необходима их мелиорация с удалением сине-зеленых водорослей (цианобактерий) с заменой их более благоприятными для аквакультуры зелеными водорослями (хлореллой).

2. ООО «ЭКОВОЛГА» разработала ряд технологий и технических средств для очистки водоемов и создания благоприятных условий развития аквакультур. Прежде всего это технологии, машины и оборудование для сбора донных отложений - ила, насыщенного спорами сине-зеленых водорослей - цианобактерий, а затем массового сбора самих сине-зеленых водорослей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астров, В.Ю. Миграции морских рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1982. – 230 с.
2. Булатов, М.И. Калинин, И.Г. Практическое руководство по фотометрическим методам. – Ленинград, 1986. – 432 с.
3. Устройство для очистки водоемов от донных отложений : пат. № 2614877 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/00 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015131618; заявл. 28.12.15, опубл. 30.03.17, Бюл. № 10. 5 с.
4. Устройство для сбора донных отложений в водоемах : пат. на полезную модель 175462 Российская Федерация, МПК Е 02В / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Стребков Н.Ф.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 175462; заявл. 15.07.2015, опубл. 06.12.2017, Бюл. № 34. 5 с.
5. Разработка механических систем для сбора донных отложений с целью экологической реабилитации водоемов / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, Н.Ф. Стребков // ECOLOGICAL EDUCATION AND ECOLOGICAL CULTURE OF THE POPULATION Materials of the IV international scientific conference, 25-26 февраля 2016. - Прага, - 2016. - С. 111-114.
6. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей с помощью биопрепарата : пат. № 2548075 Российская Федерация, МПК С 02F 3/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2013128808; заявл. 24.06.13, опубл. 10.04.15, Бюл. № 10. 5с.
7. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей : пат. № 2551172 Российская Федерация, МПК С 02F 3/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В., Котов Д.Н.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014102809; заявл. 28.01.2014, опубл. 20.05.2015, Бюл. № 14. 5с.
8. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей : пат. № 2555896 Российская Федерация, МПК С 02F 1/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014106482; заявл. 20.02.14, опубл. 10.07.15, Бюл. №19. 5с.
9. Агрегат для очистки водоемов от водорослей : пат. № 2596017 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/00 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Котов Д.Н., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015120313; заявл. 28.05.15, опубл. 27.08.16, Бюл. №24. 5с.
10. Устройство для очистки водоемов от сине-зеленых водорослей : пат. № 2582365 Российская Федерация, МПК Е 02В 15/10 / Милюткин В.А., Стребков Н.Ф., Бородулин И.В.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2014131847; заявл. 31.07.14, опубл. 27.04.2016, Бюл. №12. 5с.
11. Технологии и технические средства механического сбора сине-зеленых водорослей в водоеме [Текст] / В.А. Милюткин, Г.В. Кнурова, С.П. Симченкова, В.Н. Сысоев, И.В. Бородулин, З.П. Антонова// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт - Петербург. –2014. – С. 79-82.
12. Техническое устройство и технология для биологической (химической, бактериологической) борьбы с сине-зелеными водорослями [Текст] / В.А. Милюткин, С.П. Симченкова, Г.В. Кнурова и др.// Сборник научных статей по итогам международной научно-практической конференции – 28-29 марта 2014г. Санкт-Петербург. – 2014. – с. 83-85.

13. Энергосберегающая технология сбора и утилизации сине-зеленых водорослей с открытых водных поверхностей мобильным, автономным комплексом [Текст] / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин // Международная научно-практическая конференция «Энергосбережение в сельском хозяйстве» - 25-26 ноября 2015г. Ярославль. – 2016. – С. 32-37.

14. Сушилка для сине-зеленых водорослей : пат. № 2606811 Российская Федерация, МПК А 01Д 44/00 / Милюткин В.А., Бородулин И.В., Стребков Н.Ф., Антонова З.П.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015134194; заявл. 13.08.15, опубл.10.01.17, Бюл. № 1. 5с.

15. Устройство для утилизации продуктов сгорания энергоустановок, использующих природный газ : пат. № 2599436 Российская Федерация, МПК С 12М 1/04 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015132504; заявл. 04.08.15, опубл. 10.10.16, Бюл. № 28. 5 с.

16. Способ утилизации продуктов сгорания установок, использующих природный газ : пат. № 2608495 Российская Федерация, МПК А 01G 7/02 / Бородулин И.В., Милюткин В.А., Антонова З.П., Панкеев С.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2015132501; заявл. 04.08.15, опубл. 18.01.17, Бюл. № 2. 5с.

17. Устройство для переработки сине-зеленых водорослей в биотопливо : пат. на полезную модель № 182401 Российская Федерация, МПК С 12М 1/04 / Бородулин И.В., Агарков Е.А., Милюткин В.А.; ООО «ЭКОВОЛГА». - № 2017126694; заявл. 25.07.17, опубл. 16.08.18, Бюл. №23. 4с.

18. Технические средства для обеспечения безопасной экологической среды в водоемах. / В.А. Милюткин, И.В. Бородулин, З.П. Антонова, Н.Ф. Стребков // В сборнике: 7TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE «APPLIED SCIENCES TECHNOLOGIES IN THE UNITED STATES AND EUROPA: COMMON CHALLENGE SCIENTIFIC FINDINGS »Papers of the 7th International Scientific Conference CIBUNET Publishing; ORT Publishing; All authors of the current issue. – 2014. – С.131 - 136.

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DIRECTIONS OF RECYCLING IN ACCESSORIES FOR EFFECTIVE PRODUCTION OF AQUACULTURES

¹Milyutkin Vladimir Alexandrovich, doctor of technical sciences, professor, professor of the department "Production Technology and Expertise of Products from Plant Raw Materials";

¹Tolpekin Sergey Alexandrovich, Technologist, Art. Lecturer, Department of Production Technology and Expertise of Products from Plant Raw Materials;

²Borodulin Igor Vasilievich, engineer, founder;

²Agarkov Evgeny Aleksandrovich, engineer, director;

²Popova Yana Vyacheslavovna, technologist

¹ FSBEI HE Samara State Agrarian University (Samara State Agrarian University), Samara, Russia, e-mail: oiapp@mail.ru;

² Ekovolga Limited Liability Company, Samara, Russia, e-mail: ekovolga@inbox.ru

The article presents the materials of analytical studies and recommendations for the preparation of reservoirs and the efficient production of aquaculture in them, by means of land reclamation with the removal of blue-green algae (cyanobacteria) and foci of their occurrence, with the settlement of reservoirs more useful for aquaculture green algae (chlorella), or carrying out the algolization of a reservoir. The technical and technological possibility of creating favorable conditions for aquaculture due to the development of beneficial algae - chlorella instead of cyanobacteria, causing significant damage to the reservoir and aquaculture, is considered

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПО КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Молчанова Ксения Андреевна, канд. биол. наук, вед. инженер кафедры аквакультуры;
Гончаренок Ольга Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru, olga111@yandex.ru

Целью работы является обоснование алгоритма выращивания радужной форели по комбинированной технологии. Приводимое в данной статье обоснование основано на анализе данных, полученных в ходе разработки первой в России технологии формирования маточного стада радужной форели в УЗВ, материалов исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, выращиванию посадочного материала и товарной форели в садковом хозяйстве, информации о термическом режиме рек с грунтовым питанием, протекающих по территории Калининградской области. Проведенный анализ позволил выделить вероятное влияние теплового баланса в годы с прохладным и жарким летом на скорость роста форели

Придание товарному рыбоводству статуса искусственных индустриальных экосистем согласуется с реализацией биологической потенции разводимых и выращиваемых рыб на более высоком уровне [1]. Так, по некоторым позициям, например, величине рыбопродукции можно получить с единицы площади или объема бассейнов УЗВ в 2-10 раз больше рыбы, чем в проточных бассейновых и садковых хозяйствах. Это подтверждено для карпа, радужной форели, осетровых и других рыб [2].

Управляемые температурный, газовый, гидрохимический режимы способствуют ускорению роста рыб, сокращению возраста первого созревания, повышению выживаемости рыб на всех этапах онтогенеза. На эмбриональных и личиночных этапах развития это согласуется с обеспечением оптимальных абиотических и биотических условий в тот период, когда на развитие организма доминирующее влияние оказывает наследственный фактор [3]. Большой в 2-3 раза тепловой баланс УЗВ, чем в хозяйствах с естественной термикой воды или использующих сбросную теплую воду ТЭЦ АЭС [4] реализуется также в сокращении межнерестовых циклов. Так, подтверждено практикой ежегодное созревание в УЗВ стерляди, радужной форели, судака. Для карпа показана возможность созревания до 4-х раз, тиляпии до 12 раз, клариевого сома до 4-5 раз в год. В опытных условиях установлена возможность повторного созревания в УЗВ стерляди и форели [5]. В настоящее время в племенном хозяйстве «Адлерское» создается порода радужной форели с двукратным созреванием производителей в течение года [6].

Преимущества, которые дает разведение и выращивание рыбы в УЗВ в России, имеет ограниченную практику по причине существенно больших как капитальных, так и большинства эксплуатационных затрат, по сравнению с традиционными формами рыбоводных хозяйств. Поэтому логичным представляется совмещение в едином технологическом процессе преимуществ, которые дает получение потомства рыб с заданными размерно-весовыми показателями в УЗВ и выращивание товарной рыбы в хозяйствах с естественной термикой воды.

Приоритет же в развитии УЗВ в странах Евросоюза связан с проводимой политикой минимизации воздействия рыбоводных хозяйств на экологию поверхностных водоемов и приданием только рыбе, выращенной в УЗВ, статуса экологически чистой продукции [7].

Приводимое в данной статье обоснование основано на анализе данных, полученных в ходе разработки первой в России технологии формирования маточного стада радужной форели в УЗВ, материалов исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, выращиванию поса-

дочного материала и товарной форели в садковом хозяйстве, информации о термическом режиме рек с грунтовым питанием, протекающих по территории Калининградской области [8].

Создание в УЗВ оптимальных температурного и газового режимов (рисунок 1) способствует раскрытию ростовой потенции молоди форели, которая в возрасте 8 месяцев достигает средней массы около 300 г (рисунок 2). В форелевом хозяйстве на карьере «Прибрежный» средняя масса сеголетков форели близка к 55 г. При этом разница в сроках вылупления предличинок составляет около 2 мес. Со сдвигом на более ранние в садковом хозяйстве. При этом средней массы 1 г в обоих примерах мальки достигают в конце апреля-начале мая. Средняя величина общепродукционного коэффициента массонакопления (K_m) в УЗВ близка к 0,085, в садковом хозяйстве 0,045-0,05. Если придерживаться откорректированной для радужной форели величины генетического коэффициента роста до 0,1, то в первом случае экологические условия, совмещающие действие абиотических и биотических факторов, реализуются на 85% (величина экологического коэффициента роста K_z составляет 0,85). Во втором только на 45-50%, что, тем не менее, достаточно высоко и согласуется с установленной градацией по степени влияния экологических условий на рост рыб [9].

Через 12 мес. от посадки на выращивание 1 г мальков с учетом 2-х месячного периода «искусственной зимовки» форель в УЗВ достигает массы около 1000 г.

В садковом хозяйстве средняя масса годовиков к началу мая близка к 110 г. Такую массу может иметь посадочный материал, используемый для выращивания товарных двухлетков форели. При этом величина K_m за период выращивания декабрь-апрель в первом случае приближается к 0,066, во втором к 0,022.

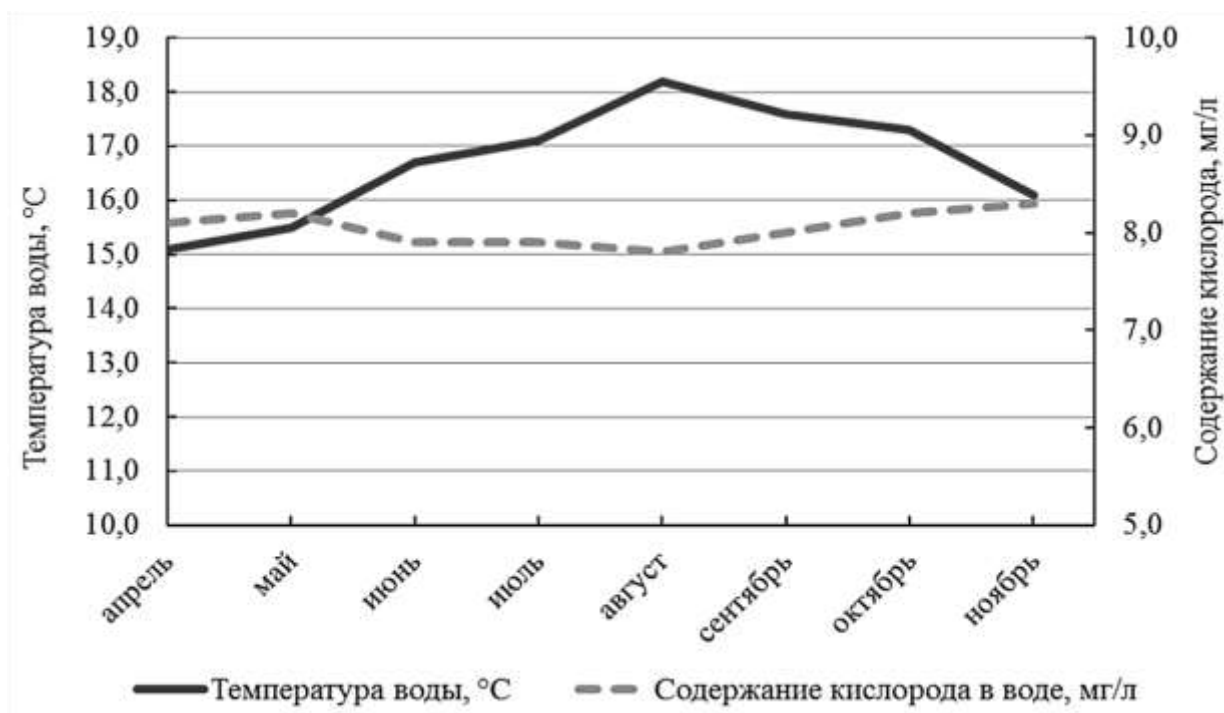


Рис. 1. Температура воды и содержание в ней растворенного кислорода

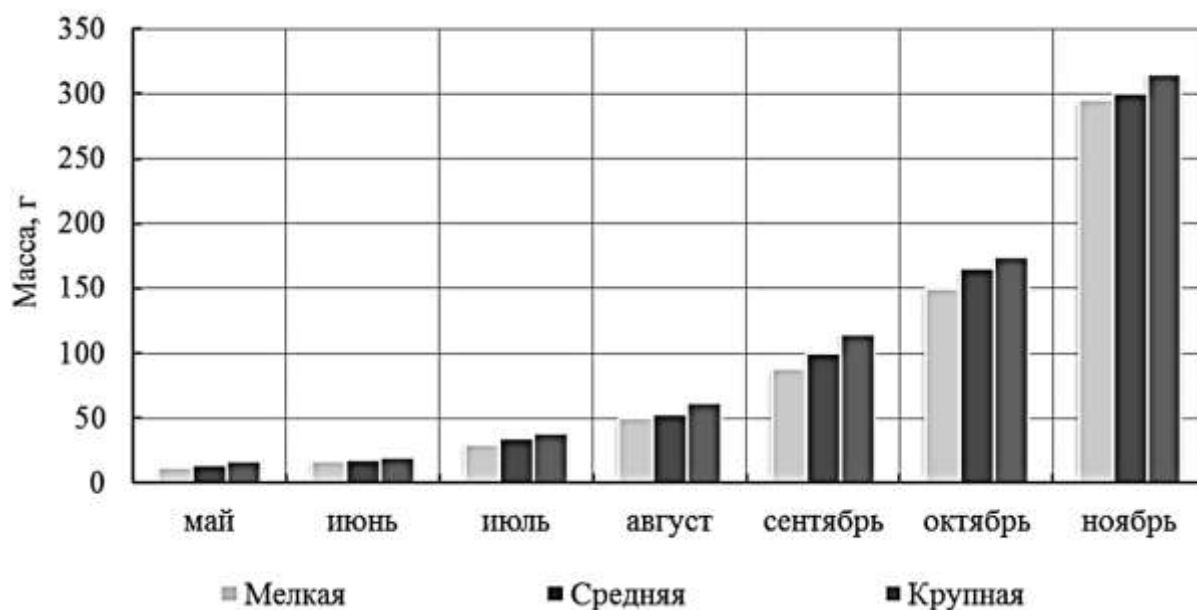


Рис. 2. Изменение массы тела молоди форели

Если сеголетков форели, выращенных в УЗВ, перевести на зимнее содержание в садки, то средняя масса годовиков к маю может достигнуть при установленной величине $K_m = 0,022$ около 475 г.

Таким образом, в качестве посадочного материала, используемого для выращивания товарных двухлетков при комбинированной или прямолинейной схеме в садках могут быть рыбы с массой 1000 г (первый вариант), 475 г (второй вариант) и 110 г (третий вариант).

Если выращивание товарных двухлетков планируется в бассейновых (прудовых) хозяйствах, водоснабжение которых ведется из рек с грунтовым питанием, то в качестве посадочного материала могут рассматриваться рыбы с теми же размерными характеристиками, поскольку на территории региона нет опыта выращивания форели в таких рыбоводных системах.

При расчете ожидаемой средней массы товарных двухлетков следует ориентироваться на данные о возможной температуре воды в садковых и бассейновых (прудовых) хозяйствах, снабжаемых водой из рек с грунтовым питанием (таблица 1).

Таблица 1

Возможный температурный режим форелевых хозяйств

Способ выращивания	Тепловой режим	Месяцы						Сумма градусо-дней, общая/благоприятная для роста
		V	VI	VII	VIII	IX	X	
Садковый	х	14,5	17,0	19,5	17,5	14,0	12,5	2850/2265
	ж	16,0	19,5	22,0	20,5	17,0	15,0	3300/1400
Бассейновый (прудовый)	х	12,0	15,0	17,5	15,5	13,0	11,0	2520/2190
	ж	13,5	16,5	20,0	18,5	16,0	13,5	2940/2311

Примечание: х – прохладное лето; ж – жаркое лето.

Признавая, что благоприятная для роста форели температура воды 12-18°C, то в варианте садкового хозяйства в случае жаркого лета интенсивный рост форели следует ожидать 1 из 6-ти месяцев вегетационного сезона. В случае прохладного лета - 3 из 6-ти месяцев.

В бассейновых (прудовых) хозяйствах в жаркое лето только 1 месяц может отмечаться превышение верхней границы диапазона оптимальной температуры. В прохладное лето температура воды ниже указанного диапазона отмечается 1 месяц из 6-ти.

В бассейнах УЗВ при выращивании двухлетков от годовиков средней массой 1000 г величина K_m с учетом того, что в сентябре-ноябре возрастает доля генеративного обмена в общем, составляет 0,05.

Сумма градусо-дней за 6 месяцев выращивания (май-октябрь) составляет около 2900. Диапазон температуры воды 12,5-18,0°C. Такой тепловой баланс сопоставим с условиями прохладного лета в садковом хозяйстве. При исключении из него суммы градусо-дней июля, когда средняя температура воды на 1,5°C выше верхней границы оптимума, то благоприятный для роста форели тепловой баланс составляет 2265. Если применить метод соответствия суммы градусо-дней и Км, то пропорция:

$$\frac{2900 \text{ градусо-дней} - 0,05 (Км)}{2265 \text{ градусо-дней} - x (Км)} \quad (1)$$

покажет величину $Км=0,039$.

В этом случае ожидаемая конечная масса двухлетков форели в садках в прохладное лето составит:

$$Мк = \left(\frac{Км \times T + 3\sqrt{Мн}}{3} \right)^3 \quad (2)$$

где Мн и Мк – начальная и конечная массы рыб, г; Т – период времени выращивания рыбы, сут; Км – общепродукционный коэффициент массонакопления.

$$Мк = \left(\frac{0,039 \times 180 + 3\sqrt{1000}}{3} \right)^3 = 1860 \text{ г}$$

Однако, полное исключение июля из общего теплового баланса вряд ли целесообразно, поскольку температура воды на границе оптимума (18-20°C) при достаточном насыщении воды кислородом (80-100% и более), может способствовать сохранению высокой скорости роста форели [10].

Если сохранить тепловой баланс июля в составе общего и учесть в формуле (2) Км, равный 0,05, то ожидаемая масса двухлетков составит:

$$Мк = \left(\frac{0,05 \times 180 + 3\sqrt{1000}}{3} \right)^3 = 2197 \text{ г}$$

Если рассмотреть ситуацию с жарким летом и исключить из периода интенсивного роста три месяца (июнь-август) и учесть тепловой баланс, равный 1400 градусо-дней, то величина Км составит 0,021 (1). Тогда конечная масса двухлетков будет:

$$Мк = \left(\frac{0,021 \times 180 + 3\sqrt{1000}}{3} \right)^3 = 1428 \text{ г}$$

Однако, если исключить из общего теплового баланса только июль, когда температура воды (22°C) явно выходит за границу допустимых значений, то величина Км на оставшуюся часть теплового баланса (2640 градусо-дней) составит (1) 0,04. Тогда ожидаемая масса двухлетков (2) составит:

$$Мк = \left(\frac{0,04 \times 180 + 3\sqrt{1000}}{3} \right)^3 = 1907 \text{ г}$$

В варианте выращивания двухлетков от годовиков средней массой 475 г применима величина Км, которая по многолетним данным для прохладного лета составляет 0,055.

Тогда, с учетом вычета из общего теплового баланса июля, величина Км составит (1) 0,044, а конечная масса (2):

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

При включении теплового баланса июля в общий:

$$M_k = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1368 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении трех месяцев (июль-август) Км откорректирован до 0,023, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,023 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 774 \text{ г}$$

Если из теплового баланса исключить только июль, то Км откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

В варианте выращивания двухлетков от годовиков средней массой 110 г при корректировке Км до 0,044 получим:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Без корректировки Км:

$$M_k = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 442 \text{ г}$$

В жаркое лето при исключении из общего баланса трех месяцев Км откорректирован до 0,023, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,023 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 236 \text{ г}$$

Если из теплового баланса исключить только июль, то Км откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_k = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Применительно к условиям бассейновых (прудовых) хозяйств по первому варианту в условиях прохладного лета с корректировкой теплового баланса для прохладного лета (2190 градусо-дней) Км составит 0,043, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,043 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1991 \text{ г}$$

В условиях жаркого лета исключение из общего теплового баланса июля (600 градусо-дней) Км будет откорректирован до 0,04, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,04 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 1907 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля и октября:

$$M_K = \left(\frac{0,05 \times 180 + 3\sqrt[3]{1000}}{3} \right)^3 = 2197 \text{ г}$$

Для второго варианта в условиях прохладного лета при исключении из теплового баланса октября (2190 градусо-дней) Км составит 0,048, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,048 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1218 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении из теплового баланса июля, Км откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1138 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля Км составляет 0,055, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{475}}{3} \right)^3 = 1377 \text{ г}$$

По третьему варианту в условиях прохладного лета при исключении из теплового баланса октября (2190 градусо-дней) Км откорректирован до 0,048, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,048 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 453 \text{ г}$$

Для жаркого лета при исключении из теплового баланса июля, Км откорректирован до 0,044, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,044 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 412 \text{ г}$$

Без исключения из теплового баланса июля и октября Км составляет 0,055, тогда:

$$M_K = \left(\frac{0,055 \times 180 + 3\sqrt[3]{110}}{3} \right)^3 = 531 \text{ г}$$

Проведенный анализ позволил выделить вероятное влияние теплового баланса в годы с прохладным и жарким летом на скорость роста форели (таблица 2). Очевидно, что большее влияние данного фактора показано для комбинированных технологий, где вторым этапом рыбоводного процесса является выращивание двухлетков в садках.

Таблица 2

Ожидаемые результаты выращивания товарных двухлетков по линейной и комбинированным технологиям

Технологии	Тепловой режим	Средняя масса сеголетков, г	Средняя масса годовиков, г	Средняя масса двухлетков, г
Садки-садки	х	55	110	412-442
	ж	55	110	236-412
УЗВ-садки	х	300	475	1860-2197
	ж	-	-	1428-1907
УЗВ-садки	х	300	475	1138-1368
	ж	-	-	774-1138
Садки-бассейны	х	55	110	453
	ж	-	-	412-531
УЗВ-бассейны	х	300	1000	1991-2197
	ж	-	-	1907
УЗВ-бассейны	х	300	475	1218-1377
	ж	-	-	1138

Примечание: х – прохладное лето; ж – жаркое лето.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.
2. Проскуренок И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: ВНИРО, 2003. – 152 с.
3. Жукин В.Н. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе. – М.: Агропромиздат, 1986. – 243 с.
4. Пономарев С. В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. – СПб: Лань, 2013. – 416 с.
5. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: автореф. дис. ... док. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1999. – 62 с.
6. Голод В.М., Терентьева Е.Г. Ропшинская форель / Породы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* W.). Серия: Породы и одомашненные формы рыб. – М.: Росинформагротех, 2006. – С. 3–109.
7. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталева и др. – Калининград: Изд-во ИП Мишуткина, 2009. – 198 с.
8. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейнов реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть в Калининградской обл.) (код 01.01.00). Проект. Сводный том СКИОВО реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (российская часть бассейна в Калининградской области) Москва, 2012. 105 с. // Электрон. дан. Режим доступа URL: http://www.klgd.ru/municipal_services/ecology/svodnyi_tom_skiovo.pdf (дата обращения 10.05.2019).
9. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: Учебник / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Изд-во Лань, 2017. – 416 с.
10. Константинов А.С. Общая гидробиология. Рубрика: Экологические дисциплины. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 472 с.

SUBSTANTIATION OF THE ALGORITHM FOR GROWING RAINBOW TROUT IN COMBINED TECHNOLOGY

Molchanova Kseniia Andreevna, Ph.D. by Biology, Lead engineer of Department of Aquaculture;
Goncharenok Olga Evgenievna, Ph.D. by Biology, Associate Professor of Department of Aquaculture

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: kseniya.elfimova@klgtu.ru, olga111@yandex.ru

The aim of the work is to substantiate the algorithm for growing rainbow trout using a combined technology. The rationale given in this article is based on the analysis of data obtained during the development of the first in Russia technology for forming broodstock of rainbow trout in RAS, research materials on the formation and operation of broodstock, growing planting material and commodity trout in cage farming, information on the thermal regime of rivers with groundwater flowing through the territory of the Kalinin-grad region. The analysis made it possible to identify the likely effect of heat balance in years with a cool and hot summer on the growth rate of trout

УДК 639.3.09

ПРОФИЛАКТИКА ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ФОРЕЛИ ПРИ ИНДУСТРИАЛЬНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Решетникова Ольга Васильевна, канд. биол. наук, доцент кафедры биотехнологии, технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции

ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина»,
Лужский институт (филиал), Луга, Россия, e-mail: olga.res56@yandex.ru

Аквакультура, выращиваемая промышленными методами, подвергается повышенному риску заболеваемости, что может привести к потерям продукции. Цель работы: определить преимущество выращивания форели в установках закрытого водоснабжения. Дана характеристика основных заболеваний лососевых рыб в пресноводной аквакультуре. Преимущество технологии закрытого водоснабжения (УЗВ) заключается в сохранении экологической обстановки, автоматизации технологических процессов, возможности контроля и профилактики заболеваний при выращивании радужной форели

К промышленным методам разведения рыб относится холодноводное рыбоводство, полностью или частично выращиваемых в искусственных условиях при температуре не более +18°C. В холодноводном рыбоводстве разводят несколько видов лососевых рыб: радужную форель, ручьевую форель, гольца. В производстве форели доминирует разведение радужной форели. В пресной воде лососевых рыб выращивают в основном по двум технологиям: прудовое и промышленное разведение. Эти технологии представляют специально подготовленные форелевые пруды-каналы, садки, бассейны, установки с замкнутым водообеспечением (УЗВ) или комбинированные методы выращивания [1-4, 6, 7]. Технология выращивания оказывает определенное влияние на возникновение заболеваний у лососевых рыб. Одним из факторов, сдерживающим развитие культивируемых гидробионтов являются болезни.

Для возникновения заразных заболеваний (инфекционных, инвазионных) на рыбоводном предприятии необходимо сочетание не менее трех факторов: возбудителя болезней (вирусы, бактерии, микроскопические грибы, паразиты), восприимчивого вида рыб, факторов внешней среды.

На возникновение заболеваний влияют факторы передачи, промежуточные хозяева, нарушения технологических нормативов (низкий уровень содержания кислорода, плотность посадки, нарушения кормления и др.) приводящие к снижению резистентности форели. Перевозка рыбы, интенсификация рыбоводства способствуют увеличению степени риска возникновения заболевания. На долю незаразных заболеваний рыб приходится примерно 20 %, остальные болезни относятся к заразным. Наибольший процент заразных болезней относится к паразитарным (60 %), на долю бактериальных приходится 10 %, вирусных - 5 %, микозных - 5 % [5].

Возникновение инфекционных заболеваний (бактериальные, вирусные, грибковые) возможно в хозяйствах любого типа и технологий выращивания. Эти заболевания связаны с перевозкой зараженной икры и посадочного материала, поступлением заразного начала из источника воды. Интенсивное развитие аквакультуры способствует возникновению бактериальных заболеваний, что связано с заражением рыб с пониженной резистентностью условно-патогенной микрофлорой.

Наибольший процент заболевания лососевых рыб отмечается при их выращивании в садках и прудах, возможно возникновение 15 паразитозов, из них шести возбудителям для развития в рыбе необходим промежуточный хозяин. При выращивании рыбы в бассейнах регистрируют восемь паразитозов. Выращивание рыб при технологии с установками закрытого водоснабжения регистрируются три паразитоза: триходиоз, костииоз, хилодонеллез. Возбудители в УЗВ систему попадают при подпитке из естественного водоёма, завозе зараженного посадочного материала из рыборепродуктора. Соблюдение технологического режима позволяет избежать возникновения паразитозов.

К бактериальным заболеваниям часто встречающихся у рыб относится бактериальная геморрагическая септицемия, вызываемое подвижными аэромонадами, псевдомонадами, энтеробактериями, флавобактериями и др. Бактериальная геморрагическая септицемия поражает все виды рыб при неблагоприятном воздействии на организм стресс-факторов, вызванных нарушением технологического процесса выращивания. К факторам, вызывающим стресс у рыб относятся: высокое содержание органических веществ в воде, нарушение температурного режима воды, высокая плотность посадки, травматизация и др. Лососевые рыбы чувствительны к фурункулезу. Фурункулез вызывают бактерии подвида аэромонад: *Aeromonas salmonicida subsp. salmonicida*, *Aeromonas salmonicida subsp. achromogenes*, *Aeromonas salmonicida subsp. masoucida*, различающиеся по вирулентности, ферментативной характеристике, пигментообразованию. Вспышки заболевания могут привести к гибели рыб. Источником инфекции являются больные рыбы и рыбы-бактерионосители. При массовой бактериемии возможна молниеносная форма фурункулеза, клинические признаки не успевают развиваться, рыба погибает в течение нескольких часов. Миксобактериозы регистрируются практически во всех хозяйствах, выращивающих рыбу в садках и бассейнах. Миксобактериозы отличаются разнообразием клинических проявлений и тяжестью течения болезни.

В интенсивной аквакультуре распространен флексибактериоз (столбиковая болезнь, колумнарис-болезнь), возбудителем которого является *Flexibacter columnaris*. Заболевание опасно для сеголеток и годовиков лососевых рыб. Возникновению болезни способствуют высокие температуры (выше 15 °С), наибольший отход рыбы наблюдается при 20 °С. Любые манипуляции с рыбой могут привести к заболеванию. Травмированная кожа служит входными воротами инфекции. На поверхности тела рыб появляются серые пятна, которые в области спинного плавника сливаются и образуют серый пояс. Высоковирулентные штаммы поражают жабры, низковирулентные – кожу. Патогенность флексибактерий заключается в том, что происходит выделение протеолитических ферментов, вызывающих некроз и лизис ткани.

Бактерия *Cytophaga psychrophila* вызывает холодноводную болезнь (болезнь хвостового стебля). Гибель личинок может достигать 50 %, более старших возрастных групп 10...20 %. У больных рыб происходит разрушение кожи, оголяются мышцы на разных участках тела.

Йерсиниоз (энтерит) – септическое заболевание, проявляется в покраснении рта лососевых рыб, поражает, в том числе и радужную форель. При воздействии стресс-факторов гибель рыбы может достигать 85 %, переболевшие особи становятся носителями возбудителя. Заболевание распространяется в результате транспортировки инфицированного посадочного материала.

Стрептококкоз поражает молодь радужной форели и атлантического лосося, заболевание вызывает *Streptococcus sp.* У рыб в начале заболевания наблюдается экзофтальмия, кровоизлияния внутри глаз, разрыв конъюнктивы в результате скопления экссудата, в завершающей стадии заболевания происходит выпадение глаз. Кроме внешних проявлений на теле рыб, заболевание сопровождается патологическими изменениями во внутренних органах: поражение и гиперемия головного мозга, внутрочерепной экссудат. Гибель сеголетков достигает 30 %, с увеличением возраста рыб снижается до 1 %.

Возбудителем бактериальной почечной болезни является *Renibacterium salmoninarum*, передается горизонтальным (через воду) и вертикальным путём (через икру инфицированных самок). Заболевание развивается при температуре выше 15 °С. Гибель может достигать 10...15 %.

Лососевые рыбы, выращиваемые в садках и бассейнах с морской и солоноватой водой подвергаются опасности заболевания вибриозом, вызываемым *Vibrio anguillarum*. В пресной воде вибриоз у радужной форели возникает при кормлении инфицированным фаршем из сырой морской рыбы. Возникновению болезни способствует температура выше 15 °С, высокий pH воды, низкое содержание кислорода, хендлинг. Заболеванию подвержены сеголетки форели. Гибель рыб при выращивании в морских садках достигает 10...70 %, в пресной воде значительно ниже.

Повышение бактериальных заболеваний наблюдается в период паводков в апреле и июле при максимальном прогреве воды. Сдерживанию бактериальных заболеваний в периоды повышенного риска способствуют проведение профилактических курсов кормления пробиотическими препаратами, в результате использование антибиотиков сводится к минимуму, товарная продукция будет экологически чистой.

Возникновение большинства вирусных заболеваний провоцируют стресс-факторы, воздействующие на рыб (нарушение технологического режима, переуплотненные посадки, резкие перепады температуры, дефицит кислорода, хендлинг и др.). Переболевшие рыбы остаются бессимптомными вирусоносителями, резервуаром инфекции.

Вирусная геморрагическая септицемия относится к высококонтагиозным заболеваниям, протекает по типу эпизоотий, характеризуется развитием септического процесса, множественными кровоизлияниями в органы и ткани, массовой гибелью рыб. Возбудитель болезни РНК-содержащий рабдовирус. К заболеванию восприимчивы рыбы разного возраста, однако наблюдаются индивидуальная и межпопуляционная восприимчивость. Заболевание развивается при температуре воды 3...14 °С, при повышении температуры снижается. Гибель рыбы может достигать 80...90 %.

Инфекционный некроз гемопоэтической ткани лососевых рыб вызывается РНК-содержащим вирусом из рода *Novirhabdovirus*. К заболеванию восприимчива молодь в период рассасывания желточного мешка и до шести месячного возраста. Развивается заболевание при температуре воды от 3 до 15 °С, затухает при ее повышении. Циркуляция вируса в популяции рыб возможна без возникновения вспышки.

Инфекционный некроз поджелудочной железы вызывает вирус, относящийся к роду *Birnavirus*. Поражает молодь лососевых рыб. Эпизоотии возникают в теплое время года. Заболевание протекает наиболее остро при температуре 15 °С, гибель рыбы в этот период может достигать 80...100 %. Заболевание клинически проявляется в форме экссудативно-геморрагического синдрома, поражается гемопоэтическая и экскреторная ткань заднего отдела почки, что приводит к нарушению водно-минерального баланса в организме. Септический процесс приводит к поражению всех органов и тканей. У лососевых рыб наиболее тяжело поражается поджелудочная железа, почки и пищеварительный тракт.

Инфекционная анемия атлантического лосося – болезнь, характеризующаяся генерализованным течением инфекции и гибелью рыбы с признаками тяжелой анемии, кровоизлияниями и некротическими поражениями внутренних органов. Возбудитель заболевания – РНК-геномный вирус рода *Isavirus* (семейство *Orthomyxoviridae*). Болезнь развивается при выращивании в морской воде, гибель рыб (постсмолтов) достигает от 50 до 100 %. Признаки заболевания: бледность жабр, экзофтальм, увеличение брюшка, кровоизлияния в передней камере глаза и на поверхности тела. Отмечена разная восприимчивость к болезни различных популяций атлантического лосося, что может быть использовано в селекционной работе в качестве меры профилактики.

Папилломатоз атлантического лосося опухоловое заболевание, возникающее у рыб на стадии смолтификации, на поверхности тела образуются выпуклые эпидермальные новообразования (папилломы). К росту заболевания приводит продолжительное удерживание смолтов при подращивании рыбы в пресной воде.

Развитию микозных (грибковых) заболеваний способствуют нарушения условий выращивания: высокий pH воды более 8,3, загрязнение воды органическими соединениями; травмирование рыбы и икры. Из микозных заболеваний наиболее распространенными являются сапролегниозы, возбудителями которых являются плесневые грибы порядка сапролегниевых (*Saprolegniales*). Интенсивность развития сапролегнии на икре зависит от количества неоплодотворенной и травмированной икры, которая получена от слабых производителей, или нарушение технологии её получения и оплодотворения.

Бранхиомикоз лососевых вызывают два вида грибов *Branchiomyces sanguinis*, *Branchiomyces demigrans*. Эпизоотии наблюдаются в жаркое время года (июль, август) при температуре воды выше 20 °C в водоемах с высоким уровнем эвтрофикации при выращивании рыбы в садках и прудах. Возникновению заболевания способствует наличие возбудителя в водоисточнике, неблагоприятном по данному заболеванию, в котором возбудитель циркулирует у туводных рыб, например, карпа. Острая форма заболевания на третий-пятый день после появления первых признаков приводит к гибели рыб от 30 до 60 %. Хроническая форма заболевания продолжается от двух до восьми недель, погибает примерно 10 % более слабых рыб.

При выращивании лососевых рыб могут возникать и незаразные заболевания, которые подразделяются на три группы: 1) алиментарные, например, микотоксикозы; 2) функциональные, возникающие при нарушении условий инкубации икры, использования инбридинга в селекционной работе; 3) ухудшение условий среды (асфиксия, водные токсикозы, газопузырьковая болезнь). Наличие в воде фитотоксинов, которые выделяет фитопланктон при массовом развитии в водоемах, приводит к возникновению токсикоза у форели при выращивании в садках.

Товарное рыбоводство в Ленинградской области развивается с применением индустриального выращивания рыбы. Объектом товарного рыбоводства в основном является радужная форель (*Salmo gairdneri*). Существует несколько способов индустриального разведения радужной форели: 1) в садках; 2) в прудах; 3) в установках замкнутого водоснабжения. Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) обеспечивает контроль температуры, качества воды, оптимизирует производство рыбы, улучшает здоровье, предотвращает выход рыбы за пределы установки и попадания болезнетворных микробов, регулирует входящий и исходящий потоки воды, что снижает воздействие на окружающую среду и уровень используемой воды. УЗВ обеспечивает оптимальные условия: температура воды 13-17 °C, насыщение растворённым кислородом, растворённый CO₂ < 25 мг/л, нитритный азот < 0,3 мг/л, щелочная вода и гидросистема ёмкостей обеспечивает самоочищение и оптимальную скорость движения рыб. В ёмкостях выращивания объём воды меняется каждые 15-30 минут. Поддерживается постоянное освещение в течение суток, используются механические кормушки с таймерами, рыбу кормят равными порциями каждые 1-3 часа. Автоматическое кормление сопровождается ручным кормлением с регулярным наблюдением за поедаемостью корма и насыщением рыб. Такая схема кормления позволяет поддерживать постоянное качество воды в УЗВ, уровень биологического дыхания, потребности в кислороде и уровень загрязнения. Радужная форель питается агрессивно, поэтому используется медленно тонущий корм, распространяющийся посредством вращения дисков, что способствует снижению конкуренции за корм среди рыб.

Качественные показатели воды соответствуют требованиям ГОСТ, использованная в УЗВ вода имеет показатели ниже гигиенических нормативов. Контроль качества воды в селекционно-генетическом центре п. Ропша определяют в сертифицированной лаборатории по десяти показателям. Вода для выращивания форели поступает из реки Стрелка. Воду для лабораторных анализов берут в трех местах: 1) забор для нужд УЗВ, 2) сброс в реку Стрелка, 3) 50 м ниже места сброса по течению реки. Анализ исследований опытных образцов воды в трех точках забора показал, что все показатели не превышали гигиенических нормативов. В результате вода, поступающая в систему УЗВ хозяйства пригодна для выращивания радужной форели; вода, сбрасываемая из системы, не ухудшает экологическое состояние р. Стрелка.

В форелевых хозяйствах комплекс профилактических мероприятий связан с биотехническими мероприятиями. Интенсивное выращивание форели, большие плотности посадки требуют тщательного проведения профилактических мероприятий. Кормление полноценными гранулированными кормами помогает избежать болезней алиментарного характера. Селекционно-племенная работа по отбору резистентных к заболеваниям особей уменьшает возникновение болезней. Соблюдение норм плотности посадки форели в соответствии с режимом обмена воды, так как ухудшение гидрохимического режима в водоемах способствует возникновению вспышек заболеваний. Регулярное определение температуры воды, содержания растворенного кислорода, свободной углекислоты, рН среды. Оптимальная температура воды должна соответствовать возрастной группе форели. Повышение температуры воды выше 18 °С, низкое содержание кислорода (менее 5 мг/л) угнетающе действует на форель, она плохо питается, снижает темп роста, повышается вероятность поселения на ней различных паразитов, понижается общая резистентность форели. Для форели подходит вода с умеренной жесткостью – 10-12 °Ж. Чистота воды в водоемах, регулярная их чистка и просушивание, контроль за перевозками во избежание завоза зараженной рыбы или икры. Привезенная рыба помещается в карантинный водоем, подвергается противопаразитарной обработке, завозят рыбу только из благополучных хозяйств. Дезинфекция живорыбных машин, вагонов, автоцистерн, контейнеров, чанов и мелкого инвентаря. По завершении каждого цикла выращивания проводится тщательная дезинфекция и дезинвазия рыбоводных емкостей негашеной или хлорной известью. Рабочий инвентарь дезинфицируют 3 % раствором негашеной извести, формалина или поваренной соли. Воду, поступающую в инкубационный цех, тщательно отстаивают, фильтруют, пропускают через бактерицидную установку с целью профилактики сапролегниоза, икру обрабатывают раствором малахитового зеленого. Проводят выборочный клинический осмотр, паразитологическое и патологоанатомическое вскрытие и обязательно проводится вскрытие рыб с отклонениями формы тела, окраски. Своевременное обнаружение паразитов, установление их видовой принадлежности способствует предотвращению распространения болезней. Строгое соблюдение профилактических мероприятий, поддержание высокой культуры производства в форелеводческих хозяйствах, осуществление своевременного контроля за эпизоотическим состоянием личинок, мальков, сеголетков, двухлетков, производителей форели – основа отсутствия опасных болезней.

Индустриальное разведение радужной форели с использованием установок замкнутого водоснабжения в федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства, позволяет получать посадочный материал радужной форели в течение года, с учётом экономических факторов: период востребованности в икре, личинках и мальках. Для сохранения здоровья рыб и благополучия эпизоотической ситуации в рыбоводных хозяйствах требуется строгое соблюдение технологического процесса, обеспечение контроля перевозки рыбы, качества воды и кормов, своевременное проведение профилактических мероприятий и диагностики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутусова Е.Н. Выращивание рыбы в замкнутых системах с очисткой воды погружными биофильтрами // Рыбное хозяйство. – 1985. – Вып. 5. – 13 с.
2. Вавилкин А.С., Иванов А.П., Куранова И.И. Основы ихтиологии и рыбоводства. – М: Пищевая промышленность, 1974. – 168 с.
3. Мухачев И.С. Озёрное товарное рыбоводство. – СПб.: Лань, 2012. – 400 с.
4. Овчиникова С.И., Михнюк О.В., Тимакова Л.И. Морфологические исследования радужной форели морской и пресноводной, культивируемой в условиях искусственного воспроизводства. - Биологический факультет МГТУ, кафедра биохимии. – Вестник МГТУ 2004 г. – 508 с.
5. Основные заболевания лососевых рыб в пресноводной аквакультуре России/ Романова Н., Головина Н., Головин П. и др. // Рыба. 2019. № 1. – С. 56-59.
6. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства. – СПб.: Лань, 2011. – 560 с.
7. Серпунин Г.Г. Искусственное воспроизводство рыб. – М.: Колос, 2010. – 256 с.

PREVENTIVE TREATMENTS OF SALMON DURING COMMERCIAL FARMING

Reshetnikova Olga Vasilyevna, Candidate of Biological Sciences (Ph.D), Head of the Department of Biotechnology, the production of technology and the processing of the agricultural production

Luga Institute (branch) of Pushkin Leningrad State University,
Luga, Russia, e-mail: olga.res56@yandex.ru

Aquaculture production at the highest risk when commercial farming is involved. Diseases are more likely to appear and spread very quickly resulting in huge losses. This work is providing some beneficial point of using Recirculation Aquaculture Systems for salmon production as well as most diseases detected in freshwater salmon specifically. Recirculation Aquaculture Systems are beneficial for environment sustainability, controlling and preventing measures during commercial farming of salmon production

УДК 597:639.3

ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛАРИЕВОГО СОМА (CLARIAS GARIEPINUS), ВЫРАЩЕННОГО В УЗВ ПРИ ВЫСОКИХ ПЛОТНОСТЯХ ПОСАДКИ

Савина Лиана Валерьевна, канд. биол. наук, доцент;
Серпунин Геннадий Георгиевич, д-р биол. наук, профессор;
Хрусталеv Евгений Иванович, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: savina_liana@mail.ru, serpunin@klgtu.ru, chrustaqua@rambler.ru

Цель – определение показателей красной и белой крови сеголетков и годовиков клариевого сома при их выращивании в установке замкнутого водоснабжения. Установлены концентрация гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, общего белка в сыворотке крови, лейкоцитарная формула и другие показатели крови. Показано достоверное изменение показателей крови при увеличении массы рыбы. Гематологические показатели свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии канального сома, выращиваемого при высоких плотностях посадки

Перспективным объектом отечественной аквакультуры является клариевый сом. Разработка научных основ рациональной технологии его выращивания имеет важное хозяйственное значение. Это в первую очередь относится к технологии выращивания посадочного материала и товарной рыбы, оптимизации параметров среды, обеспечивающих максимальную реализацию роста сома, а также высокую эффективность использования потребляемой им пищи и физиологическую полноценность особей.

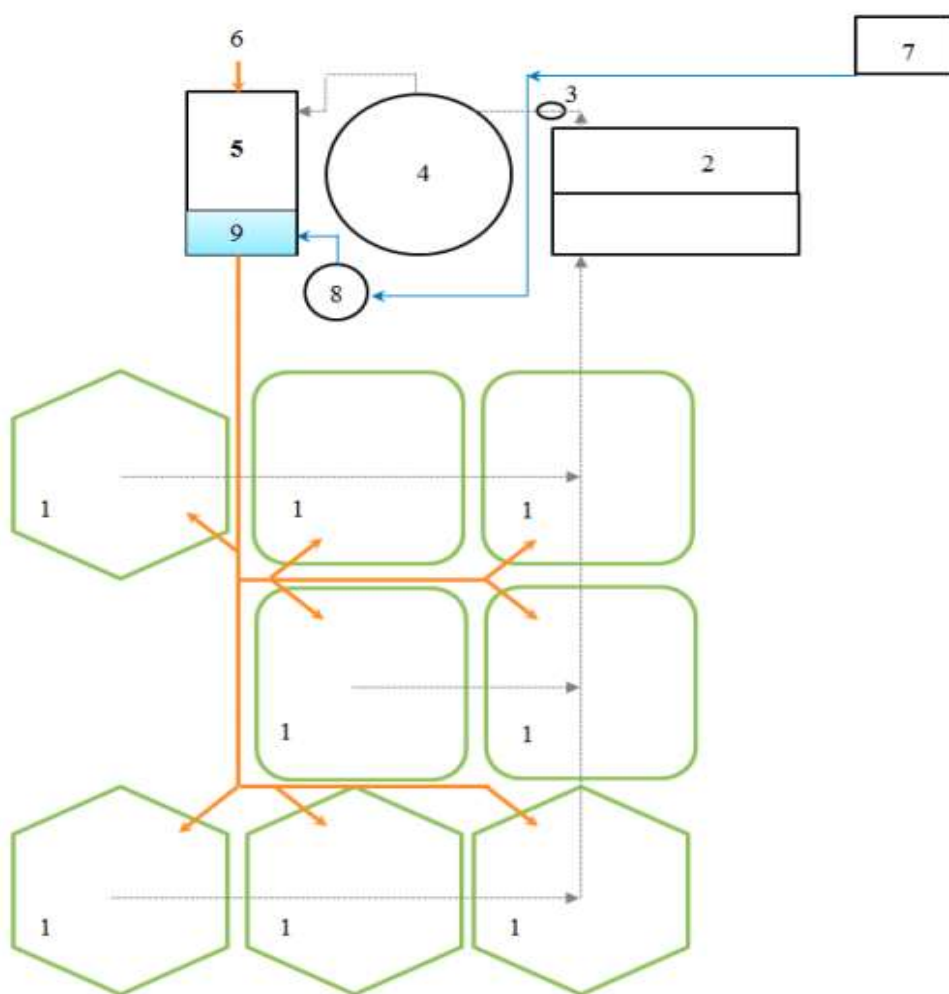
Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), отличается значительной специфичностью, что связано с действием разнообразных стрессовых факторов, особо влияющих на ее физиологическое состояние, к которым относятся искусственно созданные экосистемы, ограниченность подвижности, высокие плотности посадки, частые сортировки и т.д. Перечисленные факторы напрямую или косвенно влияют на рост и физиологическое состояние рыб [1]. Действие раздражителей различной природы неизменно приводит к сдвигам в физиологическом состоянии объектов выращивания, нарушая сложившееся физиологическое

равновесие и поэтому для его оценки применяют целый комплекс морфофизиологических и физиологических показателей, отражающих это состояние достаточно адекватно и информативно [2].

В настоящее время актуальным является совершенствование технологии выращивания клариевого сома в промышленных условиях с использованием УЗВ и установление в этих условиях его физиологического состояния.

Гематологические показатели определяли у сеголектов и годовиков клариевого сома, выращенных в промышленных УЗВ при высоких плотностях посадки (700 шт./м³).

Промышленная УЗВ представляла собой модульную систему состоящую из двух блоков (рисунок 1), каждый блок включал в себя четыре пластиковых бассейна шестиугольной формы объемом 3 м³ и четыре квадратных бассейна объемом 1,6 м³. Бассейны большого объема предназначены для выращивания товарной рыбы, бассейны объемом 1,6 м³ для посадочного материала. В состав технических узлов также входили механические фильтры со стабильным наклонным сетным полотном ячеей 0,3 мм, дегазатор, биофильтры «кипящего слоя», ультрафиолетовое устройство, конусообразный оксигенатор напорного типа, компрессор.



1 – бассейны, 2 – механический фильтр, 3 – насосы, 4 – биофильтр, 5 – дегазатор, 6 – подпитка из скважины, 7 – компрессор, 8 – оксигенатор, 9 – ультрафиолетовые лампы

Рис. 1. Принципиальная схема промышленной УЗВ

Кровь брали у рыб из хвостового гемального канала с помощью шприца прижизненно. Концентрацию гемоглобина (Hb) определяли гемиглобинцианидным методом на спектрометре с использованием ацетонциангидрина, концентрацию эритроцитов (Эр) и лейкоцитов (Л) пробирочным методом, общий белок в сыворотке крови (ОБС) – рефрактометрически. Среднее содер-

жение гемоглобина в эритроците (СГЭ) вычисляли как отношение концентрации гемоглобина к концентрации эритроцитов, цветной показатель (ЦП) по формуле $\text{СГЭ} \times 0,03$. Клетки крови идентифицировали по классификации Н.Т. Ивановой [3].

При выращивании рыбы в УЗВ один из определяющих факторов является гидрохимический режим. В отношении внешних факторов клариевый сом является уникальным объектом - имеет высокую устойчивость к загрязнению воды органикой, недостатку кислорода в воде, переносит концентрацию аммиака и аммония в воде до 5-10 мг/л и сероводорода – до 1-2 мг/л. Однако такие параметры воды могут отразиться на его физиологическом состоянии и качестве товарной продукции.

В промышленной УЗВ при выращивании товарной рыбы поддерживались параметры, представленные в таблицах 1 и 2.

Во время выращивания проводили сортировку и взвешивание рыбы каждые 15 суток. На основании полученных данных корректировали количество задаваемого корма и плотность посадки. Некоторые биотехнические характеристики выращивания товарного клариевого сома в УЗВ приведены в таблице 2.

Таблица 1

Гидрохимические показатели в промышленной УЗВ

Показатель	Значение
Водородный показатель (рН)	До 7,5
Аммонийный азот, мг/л	До 10
Нитриты, мг/л	До 2
Нитраты, мг/л	До 500-1000
Окисляемость, мг О/л	10-15

Таблица 2

Некоторые биотехнические параметры выращивания клариевого сома в УЗВ

Показатель	Значение
Температура воды	25-27 °С
Уровень воды в бассейнах	1 м
Водообмен в бассейнах	2-3 раз/ч
Плотность посадки рыбы для товарного выращивания	500-700 шт./м ³
Начальная масса, г	200-250 г
Суточная доза кормления, %	1,5-2,0
Конечная масса, г	700 - 1000
Коэффициент массонакопления	0,15-0,22
Время выращивания, сутки	70

Сеголетки клариевого сома имели высокий уровень концентрационных показателей крови. Так, концентрация гемоглобина составляла $72,80 \pm 3,80 \text{ г} \times \text{л}^{-1}$, СГЭ $55,28 \pm 1,85 \text{ пг}$, ЦП $1,66 \pm 0,06$, концентрация эритроцитов $1,32 \pm 0,04 \text{ Т} \times \text{л}^{-1}$ при нормальном уровне концентрации лейкоцитов $34,14 \pm 1,55 \text{ Г} \times \text{л}^{-1}$ (таблица 3).

Значительное увеличение массы тела клариевого сома (почти в три раза) произошло при интенсивном кормлении в течение двух месяцев. Активный рост при высоких плотностях посадки привел к сдвигу в картине крови. У годовиков, которые по индивидуальной массе существенно превосходили сеголетков, концентрация эритроцитов и лейкоцитов достоверно увеличилась, а СГЭ и ЦП существенно снизились в сравнении с сеголетками (таблица 3). Такое изменение показателей крови свидетельствует о высоком темпе роста рыбы, что свидетельствует о хорошей адаптации клариевого сома к условиям УЗВ.

Гематологические показатели клариевого сома

Показатель	Сеголетки		Годовики	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Концентрация гемоглобина, г·л ⁻¹	72,80±3,80	11,7	91,20±7,49	16,4
Концентрация эритроцитов (Эр), Т·л ⁻¹	1,315±0,039 ²	6,8	1,898±0,089 ²	9,4
СГЭ, пг	55,28±1,85 ¹	7,5	48,11±2,24 ¹	9,3
Концентрация лейкоцитов (Л), Г·л ⁻¹	34,14±1,55 ²	10,2	45,21±2,25 ²	10,0
ЦП	1,66±0,06 ¹	7,5	1,44±0,07 ¹	9,4
Эр/Л	38,76±1,78	10,3	43,21±3,02	14,0
ОБС	37,25±1,98	11,9	39,48±2,89	14,6
Масса, г	229,20±31,68 ²	30,9	677,00±33,13 ²	9,8

^{1, 2} - различия достоверны соответственно при $p < 0,05$ и $0,01$.

Анализ литературных данных по клариевому сому, выращиваемому в УЗВ, показал, что этот вид обладает очень высокими адаптационными возможностями. Условная гематологическая норма клариевого сома при плотностях посадки до 500 шт./м³ и коэффициенте массонакопления (Км) более 0,1 составляет по концентрации гемоглобина 63 - 89 Г·л⁻¹, эритроцитов – 0,72 - 1,82 Т·л⁻¹, скорости оседания эритроцитов (СОЭ) 2 – 10 мм/ч, ОБС 34 - 42 г·л⁻¹ [4, 5].

Установленные нами гематологические показатели клариевого сома находились в пределах гематологической нормы для этого вида, что с одной стороны указывает на высокие адаптационные возможности клариевого сома, а с другой свидетельствуют о его нормальном физиологическом состоянии при выращивании в промышленной УЗВ.

Лейкоцитарная формула у сеголетков и годовиков клариевого сома имела резко выраженный лимфоидный характер (о чем свидетельствует низкий индекс сдвига лейкоцитов (ИСЛ) и была представлена агранулоцитами и гранулоцитами. Из агранулоцитов идентифицировали лимфоциты и моноциты, из гранулоцитов нейтрофильные миелоциты и метамиелоциты, палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, также в незначительном количестве встречались псевдозозинофилы и псевдобазофилы. Соотношение клеток белой крови у сома в этот период выращивания в УЗВ представлено в таблице 4 и находилось в нормальных пределах для костистых рыб.

Таблица 4

Показатели белой крови клариевого сома

Показатель	Сеголетки	Годовики
	M±m	M±m
Лейкоцитарная формула, %		
Миелоциты нейтрофильные	1,85±0,80	4,80±1,44
Метамиелоциты нейтрофильные	2,30±0,79 ¹	6,60±1,50 ¹
Палочкоядерные нейтрофилы	1,60±1,00	2,20±0,95
Сегментоядерные нейтрофилы	1,60±0,30	1,63±0,90
Общее число нейтрофилов	7,35±2,581	15,23±2,90
Псевдозозинофилы	0,35±0,22	0,50±0,24
Псевдобазофилы	0,15±0,10	0,70±0,31
Моноциты	0,90±0,56	3,00±1,66
Малые лимфоциты	91,25±3,03	80,60±4,05
Индексы сдвига:		
- нейтрофилов (ИСН)	4,61±0,98	15,27±11,27
- лейкоцитов (ИСЛ)	0,09±0,03	0,20±0,05

В лейкоцитарной формуле отмечено существенное увеличение у годовиков в сравнении с сеголетками процента метамиелоцитов нейтрофильных, а также заметное (в 2,6 раза) хотя и незначительное увеличение доли миелоцитов нейтрофильных, что свидетельствует об активизации нейтрофилопоэза у клариевого сома по мере выращивания в УЗВ при высоких плотностях посадки (таблица 4).

Проведенный нами корреляционный анализ показал сильную корреляционную связь концентрации гемоглобина с массой тела ($r = 0,75 \pm 0,33$). Положительная связь этого показателя крови с массой тела установлена для карпа и других видов рыб [3].

Необходимо отметить, что при напряженных условиях выращивания клариевого сома в УЗВ авторы ожидали появления в его периферической крови патологически измененных клеток красной крови. По современным представлениям возникновение таких клеток является одной из форм ауторегуляции при различных стрессах и анемиях [6]. Однако никаких деградиационных процессов, проявляющихся в агглютинации клеток, увеличении доли пойкилоцитов и гемолизированных клеток нами не обнаружено. Эритроциты были одноразмерные без патологических изменений и равномерно распределялись по мазку крови.

Клариевый сом относится к уникальным объектам аквакультуры, имеющим высокие адаптационные возможности. При выращивании при высоких плотностях посадки в промышленной УЗВ этот вид, судя по гематологическим показателям, установленным нами, хорошо адаптируется и имеет нормальное физиологическое состояние в течение всего периода выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецова, Н.Н. Результаты ихтиопатологических исследований рыбы, содержащейся в искусственных установках с замкнутым водоснабжением // Биологические основы индустриальной аквакультуры: сб. науч. тр. Калининград, 1984. – С. 35-40.
2. Технология выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров и др. – Астрахань: «Нова плюс», 2002. – 264 с.
3. Серпунин, Г.Г. Гематологические показатели адаптаций рыб. – Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «КГТУ», 2010. – 460 с.
4. Ковалев, К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыбоводных установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ): автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. – М., 2006. – 21 с.
5. Артеменков, Д. В. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) на комбикормах с добавками пробиотика Субтилис в условиях УЗВ: дис. ... канд. сельхоз. наук. – М., 2013. – 139 с.
6. Житенева, Л.Д. Экологические закономерности ихтиогематологии. Ростов-на-Дону: Аз-НИИРХ, 1999. – 56 с.

HEMATOLOGICAL INDICATORS OF CLARIUM SOM (CLARIAS GARIEPINUS) GROWN IN CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATION AT HIGH PLANTING DENSITY

Savina Liana Valerjevna, Associate Professor, PhD;
Serpunin Gennady Georgievach, Professor, Doctor of biological sciences;
Chrustalev Evgeny Ivanovich, Associate Professor, PhD

Kalininsrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: savina_liana@mail.ru, serpunin@klgtu.ru, chrustaqua@rambler.ru

The goal is to determine the indicators of red and white blood of juveniles and yearlings of the clavic catfish when they are grown in a closed water supply installation. The concentration of hemoglobin, erythrocytes, leukocytes, total serum protein, leukocyte formula and other blood parameters are defined. A significant change in blood parameters is shown when fish weight increases. Hematological indices indicate a normal physiological state of the canal catfish grown at high planting densities

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЩУКИ НА УОХ КГТУ

Теклу Гонтом Гебретнсае, магистрант кафедры аквакультуры, гр.18ВА/м;
Хрусталеv Евгений Иванович, канд. биол. наук, профессор кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tecqlue@gmail.com, chrustaqua@rambler.ru

Целью работы является апробация биотехнических приемов по стимулированию созревания производителей щуки, получению зрелых половых продуктов, инкубации оплодотворенной икры и получению потомства на этапе выдержанных личинок. Впервые дана оценка продуктивных качеств производителей щуки, выращенных в прудах учебного хозяйства и выловленных в канале, соединяющемся с р. Преголя. Установлено достаточно высокое их качество, проявившееся в высокой выживаемости эмбрионов и предличинок

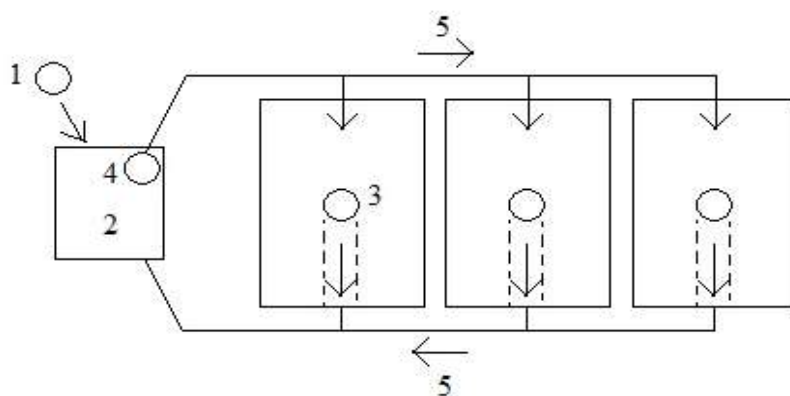
Щука в водоемах выполняет важную роль биологического мелиоратора, регулируя численность, прежде всего, малоценных видов рыб [1]. В то же время она является популярным объектом любительского и спортивного рыболовства. Есть много примеров, когда щука становится объектом промышленного лова. Так во многих водоемах субарктической зоны, а также Сибири доля щуки в уловах может превышать 50 % [2, 3]. Но в умеренной климатической зоне европейской части России щука, как правило, входит как составной элемент в комплекс хищных видов рыб (судак, налим, жерех, окунь), доля которого в общей биомассе рыбного населения водоемов составляет максимально 10-13 % [4]. Показателен в этом плане пример Куршского залива, в котором в 50-70-е годы прошлого столетия доля щуки в уловах составляла около 3 % [5, 6]. Однако, изменение гидрологического режима р. Немонин после зарегулирования в конце 60-х годов прошлого столетия её стока в результате строительства плотины Каунасской ГЭС, отразившегося на водном балансе малых рек, ручьев, каналов, впадающих в Куршский залив, ввода в сельскохозяйственный оборот полей, до этого обеспечивающих до 50 % площади естественных нерестилищ щуки, её доля в уловах в заливе стала сокращаться и в настоящее время, не превышает 0,3 % [5-8]. В связи с этим, с начала 80-х годов прошлого столетия начали искусственное воспроизводство щуки на базе инкубационного цеха рыболовецкого колхоза «им. Матросова», которое продолжалось до 2008 г [7, 8]. Прекращение зарыбления залива личинками щуки связано со сменой собственника цеха. В настоящее время имеет место периодическая практика зарыбления залива выдержанными личинками щуки, полученными в сиговом цехе Калининградского филиала Главрыбвода. В Калининградском заливе щука никогда не являлась объектом промышленного лова и фиксировалась только в составе прилова. Причина этого видится, прежде всего, в ограниченных площадях нерестилищ. Лишь в р. Прохладная в период половодья потенциальная площадь нерестилищ щуки может достигать нескольких десятков гектар. Однако быстрый сход воды с залитых площадей, частая встречаемость маловодных лет оказывают негативное воздействие на нерест, эмбриональное и личиночное развитие щуки. Очевидно, альтернативой естественному является искусственное воспроизводство щуки в бассейне Калининградского залива, потенциал которого, определяемый величиной промвозврата, который по нашим расчётам может составлять 6 т/год при ежегодном вселении 3,0 млн. выдержанных личинок щуки [6].

Река Преголя является самой крупной рекой, впадающей в Калининградский залив. Данных о том, что щука мигрирует в нее на нерест нет. Однако, если ориентироваться на данные по Куршскому заливу, согласно которых щука поднимается на нерест в рр. Немонин, Немонинка, Тимбер, Ржевка на расстояние до 20 км, то можно ожидать проникновение щуки в период нерестового хода в реку на сравнимое расстояние до Озерковских карьеров [5, 6]. Поэтому есть вероятность, что среди особей щуки заходящих на нерест в сбросной канал головного пруда (Чистый пруд) УОХ

КГТУ могут быть рыбы из Калининградского залива. Но учитывая, что щука заселяет практически все участки р. Преголя от устья до верховий, можно, с большей долей уверенности, говорить о тугводной популяции щуки, реализующей воспроизводительный потенциал в пределах площади водосбора. Но поскольку р. Преголя является составной частью бассейна Калининградского залива, то можно говорить о возможности вселения личинок щуки, являющихся потомством производителей, выловленных в реке и ее притоках, в залив.

В связи с этим, в 2019 г. была впервые проведена работа по искусственному воспроизводству щуки на базе инкубационного цеха УОХ КГТУ, целью которой было установление возможности получения потомства от производителей щуки, содержащихся в прудах, а также выловленных в сбросном канале.

Для достижения указанной цели в период с 4 по 10 марта был проведен отлов производителей щуки в прудах УОХ и сбросном канале. Производителей отдельно по полу сажали в бассейны размером $2 \times 2 \times 0,5$ м, снабжаемые водой из головного пруда. После оценки выраженности вторичных половых признаков (округлость брюшка, выраженность генитальной поры у самок, выделение спермы у самцов при пальпации задней части брюшка) высаживали на нерестовое содержание в бассейны размером $1 \times 1 \times 0,5$ м установки замкнутого водоснабжения (рис. 1).



1 - артезианская скважина, 2 - емкость для распределения воды в установке, 3 - бассейны, 4 - насос, 5 - направление потока воды

Рис. 1. Схема установки для выдерживания производителей и предличинок

В этой же установке после завершения содержания производителей проводили выдерживание предличинок. Инкубацию икры щуки проводили в установке с замкнутым циклом водоснабжения, в состав которой входили 5 аппаратов Вейса (рис. 2). Температуру воды в установках поддерживали путем подогрева воздуха в помещении.

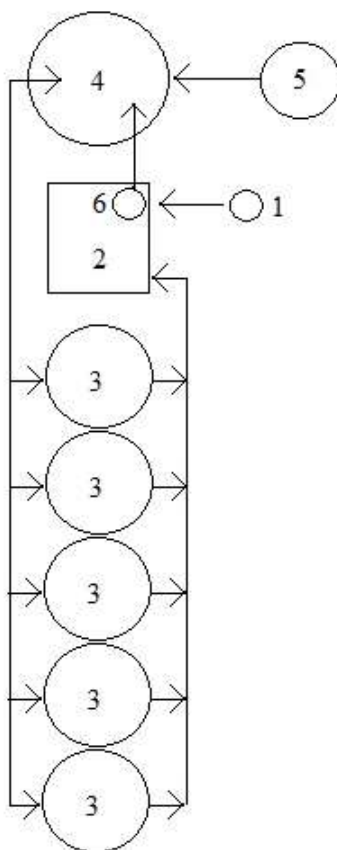
Динамика температуры воды в бассейнах, снабжаемых водой из головного пруда и в бассейнах с регулируемой температурой и инкубационных аппаратах приведена на рисунке 3.

Содержание растворенного в воде кислорода в бассейнах, снабжаемых водой из головного пруда, было от 7,0 до 8,5 мг/л, в бассейнах УЗВ для нерестового содержания производителей 10-10,5 мг/л, в инкубационных аппаратах от 6,5 до 7,8 мг/л.

Следует признать, что насыщение воды кислородом во всех рыбоводных системах соответствовало биологическим потребностям щуки.

Величина водородного показателя в рыбоводных системах была, соответственно, 6,0-7,0; 7,8-8,5 и 6,8-7,4. Более высокая рН в установке для содержания производителей была обусловлена отсутствием в ее составе биофильтра.

Наша более ранняя практика подтвердила возможность использования карповых гипофизов для стимулирования спермации у самцов щуки и отсутствие реакции на них у самок [9]. Поэтому ввиду отсутствия видоспецифичного щучьего гипофиза, мы в своих исследованиях попытались оценить возможный отклик половой системы самок щуки на искусственный половой гормон «Сурфагон». Ввиду отсутствия информации о применении его на щуке, за основу в выработке схемы инъектирования этим препаратом была применена та, которая апробирована на осетровых рыбах [10].



1 - артезианская скважина, 2 - емкость для распределения воды в установке, 3 – аппараты Вейса, 4 – биофильтр, 5 – компрессор, 6 – насос, 7 – направление потока воды

Рис. 2. Схема инкубационной установки

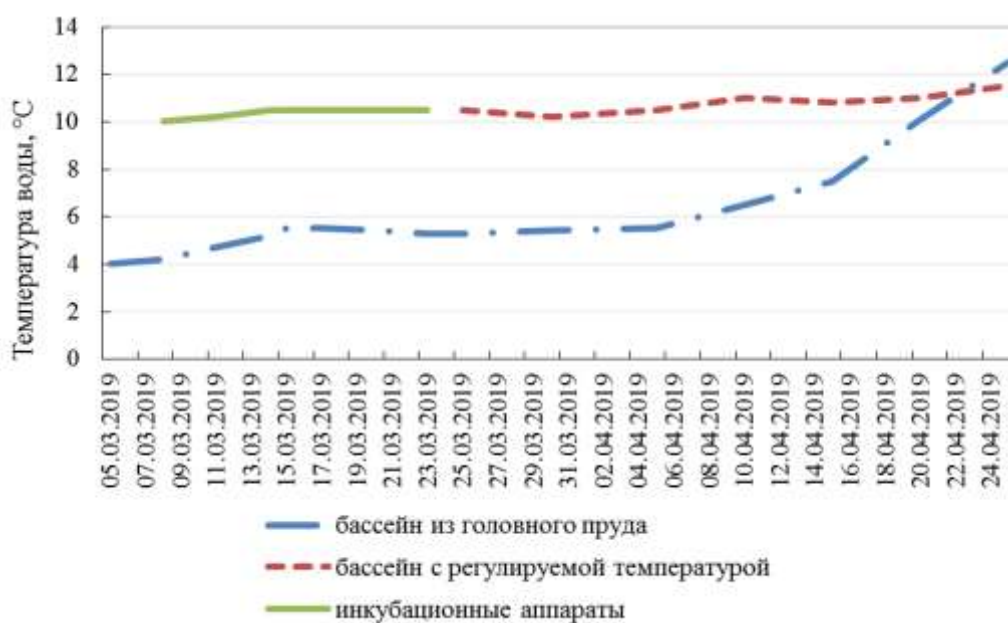


Рис. 3. Температура воды в бассейнах, снабжаемых водой из головного пруда и в бассейнах с регулируемой температурой и инкубационных аппаратах

Самцам щуки делали однократную инъекцию карпового гипофиза из расчета 2 мг/л. Самкам двухкратную в разных комбинациях: предварительная инъекция трем самкам (№1,3,4) карпового гипофиза из расчёта 0,5 мг/л, четырем самкам сурфагона из расчета 0,5 мл/кг, разрешающая инъекция всем самкам сурфагона из расчета 4 мл/кг (таблица 1).

Таблица 1

Схема гормональных инъекций

№ п/п	Масса рыб, г	Предварительная инъекция		Разрешающая инъекция	
		мг(мл)/кг	мг(мл)	мг(мл)/кг	мг(мл)
Самцы					
1	1430	-	-	2,0	3,0
2	915	-	-	2,0	1,83
3	1610	-	-	2,0	3,22
4	560	-	-	2,0	1,12
Самки					
1	890	0,5	0,445	(4,0)	(3,56)
2	1150	(0,5)	(0,575)	(4,0)	(4,6)
3	2100	0,5	1,05	(4,0)	(8,4)
4	2515	0,5	1,25	(4,0)	(10,0)
5	1020	(0,5)	(0,51)	(4,0)	(4,08)
6	1455	(0,5)	(0,73)	(4,0)	(5,8)
7	3770	(0,5)	(1,9)	(4,0)	(15,0)

Начиная со вторых суток после инъекционного выдерживания самок, их ежедневного проверяли на «текучесть». Результаты выдерживания приведены в таблице 2.

Таблица 2

Продолжительность созревания самок щуки

№ п/п	Продолжительность созревания	
	сутки	Градусо-дни
1	5	52,5
2	2	20,6
3	2	20,6
4	5	52,5
5	5	52,5
6	4	42,0
7	4	42,0

Как видно из данных таблицы самое раннее созревание было отмечено у самок № 2 и 3, которое наступило на вторые сутки после разрешающей инъекции. В первом случае у самки, которой предварительную и разрешающую инъекции делали сурфагоном, во втором комбинировано, предварительную карповым гипофизом, разрешающую сурфагоном. Остальные самки созрели на 4-5 сутки при наборе 42-52,5 градусо-дней. Очевидного стимулирующего влияния сурфагона на созревание ооцитов не было установлено, поскольку ранее было установлено влияние только экологического фактора (температуры воды 8 – 10 °С) на самок щуки из р. Немонин, завершившегося созреванием самок на 5-11 сутки [9]. Впервые созревшие при наборе 20,6 градусо-дней самки, очевидно, изначально имели более зрелые ооциты.

Однако исследования по воздействию на самок карпового гипофиза и сурфагона следует продолжить, поскольку в ранних исследованиях при применении инъекций щучьего гипофиза по аналогичной схеме созревание ооцитов происходило на следующие сутки после разрешающей инъекции. Возможно подбор иного количества (объема) гормонального препарата позволит выявить стимулирующий созревание эффект этого препарата.

Перед сцеживанием овулировавшей икры самок помещали в раствор гвоздичного масла (прописцина), в котором усыпление происходило через 3-5 минут. Икру сцеживали в эмалированные тазы, индивидуально от каждой самки. После взятия икры, самок помещали в бассейны с проточной водой, где восстановление подвижности происходило через 10-15 минут.

У самцов скальпелем вскрывали брюшную полость, доставали оба семенника. После тщательного обтирания марлей семенник с помощью скальпеля и пинцета крошили и помещали в четырехслойный марлевый мешочек. Сперму собирали после давления на содержимое мешочка в

чашу Петри, из которой выливали на икру и перемешивали, добиваясь равномерного распределения ее в массе икры. После добавления воды содержимое таза вновь перемешивали в течение 40-60 с. Далее в течение 1-2 минут икру промывали в чистой воде и закладывали на инкубацию. Качество спермы, определяемое временем подвижности сперматозоидов, соответствовало ранее установленному для самцов щуки из р. Немонин [9]. Результаты измерений даны в таблице 3.

Таблица 3

Продуктивная характеристика самцов щуки

№ п/п	Масса рыб, г	Время подвижности сперматозоидов, с
1	1490	143
2	915	138
3	1610	142
4	560	138

Результаты оценки качественных и количественных характеристик икры, сжеженной у самок, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Продуктивная характеристика самок щуки

№ п/п	Масса рыб, г	Рабочая плодовитость, тыс. шт	Диаметр икринок, мм
1	890	13,5	1,8
2	1150	19,5	2,0
3	2100	39,0	2,5
4	2515	42,5	2,4
5	1020	17,0	1,9
6	1455	24,0	1,9
7	3770	73,5	2,3

Из данных таблицы следует, что основу группы самок составляли рыбы раннего возраста, рабочая плодовитость которых была в пределах 13,5-24,0 тыс. шт икринок. Существенно выше у средневозрастных самок (39,0-73,5 тыс.шт). Соответственно у первых диаметр икринок не превышал 2,0 мм, у вторых был от 2,3 до 2,5 мм.

Полученные результаты отражают закономерные связи возраста и размеров самок щуки с рабочей плодовитостью, а также диаметром икринок. Подтверждением относительно высокого качества половых продуктов служат данные о выходе предличинок с инкубации (59,5 – 82,0 %) и выдержанных личинок (88,0-93,0 %).

Таким образом, первый опыт искусственного воспроизводства щуки в инкубационном цехе УОХ КГТУ показал перспективу расширения его хозяйственной деятельности, нацеленную на увеличение численности щуки в бассейне р. Преголя и Калининградского залива в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохвалова Л.К. Биологическая характеристика щуки // Сырьевая база Куршского залива и пути ее рационального использования: сб. науч. тр. – Калининград: АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии, 1971. Вып. XLVI. – С. 148-152.
2. Первозванская В.М. Биология щуки (*Esox lucius*, L) водоемов системы р.Каменная (бассейн р. Каменная, Белое море) / В.М. Первозванская // Вопросы ихтиологии, 1984. – Т.24. – Вып. 1. – С.54 - 68.
3. Федий С.П. Значение щуки в борьбе с малоценной и сорной рыбой // Рыбное хозяйство, 1987. – № 3. – С. 15 - 20.
4. Хлопников М.М. Состояние запасов рыб и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях. Труды АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии: сб. науч. тр. – Калининград, 1994. – С.71-82.

5. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, В.В. Жуков и др. Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина И.В.», 2009. – 198 с.
6. Биологические и технологические основы пастбищной аквакультуры в Калининградской области / Е. И. Хрусталеv и др. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 398 с.
7. Статистические данные КОСРК по уловам в Куршском заливе 2005-2009 гг. – Калининград: КОСРК. – 23 с.
8. Статистические данные КОСРК по уловам в Куршском заливе 2001-2014 гг. – Калининград: КОСРК. – 28 с.
9. Лесникова Е. Г. Рыбоводно-биологические особенности искусственного воспроизводства щуки (*Esox lucius* L.) в условиях Калининградской области: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Калининград: КГТУ, 2004. – 152 с.
10. Товарное осетроводство / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, Э.В. Бубунец и др. – СПб.: Лань, 2016. – 297 с.

FIRST EXPERIENCE OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF PIKES ON THE EDUCATIONAL EXPERIMENTAL FARM OF KSTU

Teklu Goitom Gebretnsae, the master student, 18WA/m;
Khrustalev Evgenij Ivanovich, Ph.D. by Biology, Associate Professor of Department
of Aquaculture

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tecqlue@gmail.com, chrustaqua@rambler.ru

The aim of the work is to test biotechnical techniques to stimulate the maturation of pike producers, obtain mature sex products, incubate fertilized eggs and produce offspring at the stage of matured larvae. For the first time, an assessment of the productive qualities of producers of pike grown in the ponds of the school economy and caught in the canal connecting to the r. Pregolya. A sufficiently high quality was established, which manifested itself in the high survival rate of embryos and prelarvae

УДК 639.3

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫРАЩИВАНИЯ СТЕРЛЯДИ ПО КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Хрусталеv Евгений Иванович, канд. биол. наук, доцент, профессор кафедры аквакультуры;
Гончаренок Ольга Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент кафедры аквакультуры

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: evgenij.hrustalev@klgtu.ru, olga111@yandex.ru

Для снижения эксплуатационных затрат, связанных с продолжительностью выращивания рыбы, достижения товарной массы, наиболее востребованной на потребительском рынке, объективным представляется применение комбинированной технологии. Целью работы являлось обоснование алгоритма выращивания стерляди по комбинированной технологии. Привлекательностью комбинированной технологии является то, что во всех рассматриваемых вариантах и размерных группах стерлядь достигает товарной массы более 1 000 г, что соответствует более высокому спросу на товарную рыбу

радужная форель. Но, при создании системы водоподготовки, включающей пруды-нагреватели, возможным становится повышение температуры воды в весенне-летний период на 2-4°C [7]. и создание условий для интенсивного роста осетровых рыб, в том числе стерляди – наиболее лабильной к условиям выращивания.

В то же время, для снижения эксплуатационных затрат, связанных с продолжительностью выращивания рыбы, достижения товарной массы, наиболее востребованной на потребительском рынке, объективным представляется применение комбинированной технологии. В основе ее выращивания на первом этапе крупного посадочного материала в УЗВ, на втором – крупной товарной рыбы в бассейнах и прудах.

Опираясь на собственные данные, полученные при освоении технологии выращивания стерляди в УЗВ (рисунок 2), можно признать, что за 12 месяцев молодь с исходной массой 1 г достигает товарной массы 800-1000 г. При этом, целесообразным является выведение на начальном этапе выращивания из технологического цикла до 30% молоди стерляди, отстающей в росте [8].



Рис. 2. Выращивание стерляди в УЗВ

Прогнозируя рост стерляди в бассейновых и садковых хозяйствах, можно рассмотреть три варианта возможного термического режима (таблица 1). Для сравнения приводятся данные о тепловом балансе в аналогичные месяцы в УЗВ.

При расчете потенциальной скорости роста учтено, что при таком тепловом балансе скорость роста годовиков-двухлетков стерляди с опережаемым ростом, определяемая величиной коэффициента массонакопления [9] составляет 0,035, со средней скоростью роста 0,030.

Используя метод пропорций можно рассчитать коэффициент превышения теплового баланса УЗВ и рассматриваемых вариантов, который составит 1,51; 1,31 и 1,18, соответственно в I, II и III вариантах.

Таблица 1

Возможный температурный режим бассейновых (прудовых) хозяйств

Варианты	Месяцы						Сумма градусо-дней
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Прохладное лето (I)	12,0	15,0	17,5	15,5	13,0	11,0	2520
Жаркое лето (II)	13,5	16,5	20,0	18,5	16,0	13,5	2940
С наличием блока водоподготовки (III)	15,5	19,0	22,0	20,0	18,0	14,0	3255
УЗВ (IV)	20,0	21,0	24,0	23,0	20,0	20,0	3840

Применив метод пропорций к показателю Км можно установить ожидаемую скорость роста у рыб в рассматриваемых вариантах (таблица 2).

Таблица 2

Ожидаемая скорость роста стерляди

Варианты	Размерные группы рыб	Скорость роста
Прохладное лето (I)	крупная	0,023
	средняя	0,020
Жаркое лето (II)	крупная	0,027
	средняя	0,023
С наличием блока водоподготовки (III)	крупная	0,03
	средняя	0,025

Преобразовав формулу общепродукционного коэффициента скорости массонакопления (1) в формулу (2), можно рассчитать ожидаемую массу рыб в рассматриваемых вариантах:

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{M_k} - \sqrt[3]{M_n}) \times 3}{T}, \quad (1)$$

где Км – общепродукционный коэффициент массонакопления, Мн и Мк – масса рыб начальная и конечная, г; Т – продолжительность периода выращивания, суток.

$$M_k = \left(\frac{K_m \times T + \sqrt[3]{M_n}}{3} \right)^3 \quad (2)$$

Подставив в формулу указанные выше значения Км, учтя период выращивания 180 сут, начальную массу 800 г в группе среднеразмерных рыб и 1000 г в группе крупных рыб, получим результаты, которые отражены в таблице 3.

Таблица 3

Ожидаемая скорость роста стерляди

Варианты	Средняя масса годовиков, г		Средняя масса двухлетков, г	
	размерные группы		размерные группы	
	крупная	средняя	крупная	средняя
Прохладное лето (I)	1000	800	1474	1086
Жаркое лето (II)	1000	800	1569	1211
С наличием блока водо-подготовки (III)	1000	800	1643	1259
УЗВ	1000	800	1772	1360

Преимущество выращивания товарной стерляди в УЗВ по скорости роста и достигаемой конечной массе рыб очевидно. Если провести расчет превышения общей массы выращенной товарной рыбы в УЗВ по отношению к рассматриваемым вариантам в расчете на условные 100 тыс.шт. в каждой размерной группе, то окажется, что по отношению к III варианту оно составит 12,9 т (крупная) и 10,4 т (средняя). По отношению ко II варианту – 20,3 и 14,9 т, соответственно. По отношению к I варианту – 29,8 и 27,4 т, соответственно.

В то же время, сумма эксплуатационных затрат при комбинированной технологии на 2-ом этапе существенно ниже, что делает ее конкурентноспособной с УЗВ, а по себестоимости выращиваемой товарной рыбы более эффективной [1]. Привлекательностью комбинированной технологии является так же то, что во всех рассматриваемых вариантах и размерных группах стерлядь достигает товарной массы более 1000 г, что соответствует более высокому спросу на товарную рыбу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры: Учебник / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 416 с.
2. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы / С.В. Шибает и др. – Калининград: ИП Мишуткина, 2008. – 200 с.
3. Озеро Виштынецкое / К.В. Тылик, С.В. Шибает, Т.А. Берникова и др. – Калининград: ИП Мишуткина, 2008. – 143 с.
4. Товарное лососеводство / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова, Л.В. Савина, О.Е. Гончаренко, К.А. Молчанова. – М.: МОРКНИГА, 2017. – 487 с.
5. Виштынецкое озеро и малые озера / Т.А. Берникова, Л.А. Захаров, В.А. Шкицкий и др. // Виштынецкое озеро природа, история, экология. – Калининград: КГТУ, 2001. – С. 84 - 126.
6. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталеv и др. – Калининград: Изд-во ИП Мишуткина, 2009. – 198 с.
7. Молчанова К.А. Рыбоводно-биологические особенности формирования маточного стада радужной форели в установках замкнутого водоснабжения: дис. ... канд. биол. наук. 03.02.06 Ихтиология. – Калининград: КГТУ, 2018. – 180 с.
8. Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. – Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. – 133 с.

JUSTIFICATION OF ALGORITHMS GROWING STERLET IN MIXED TECHNOLOGY

Khrustalev Evgenij Ivanovich, Ph.D. by Biology, Professor, Department of Aquaculture;
Goncharenok Olga Evgenievna, Ph.D. by Biology, Associate Professor,
Department of Aquaculture

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: evgenij.hrustalev@klgtu.ru, e-mail: olga111@yandex.ru

To reduce the operating costs associated with the duration of fish farming, to achieve the mass of commodities most demanded in the consumer market, the application of the combined technology seems to be objective. The aim of the work was to substantiate the algorithm for growing sterlet using a combined technology. The attractiveness of the combined technology is that in all the variants and size groups under consideration, the sterlet reaches a marketable mass of more than 1000 g, which corresponds to a higher demand for commercial fish

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ»
SECTION "BIOLOGICAL RESOURCES OF THE WATER RESERVOIRS"

УДК 597:591.524.12-152.6 (261.74)

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ МАССОВЫХ
ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ НА РАННИХ СТАДИЯХ ИХ РАЗВИТИЯ
В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ**

¹Архипов Александр Геральдович, д-р биол. наук, заместитель директора;

¹Пак Регина Анатольевна, аспирант кафедры ихтиологии и экологии;

¹Симонова Татьяна Александровна, ст. инженер;

²Теницкая Ирина Александровна, ведущий инженер

¹Атлантический филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО»),
Калининград, Россия, e-mail: arkhipov@atlantniro.ru;

²ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: pak.regina@bk.ru

Обобщены исследования многолетних изменений численности массовых промысловых рыб на ранних стадиях их развития в смежных районах северной части Центрально-Восточной Атлантики в 2000-2017 гг. с использованием ретроспективных данных и новых материалов, а также – базы данных АтлантНИРО «Ихтиопланктон океанических районов». Рассчитаны индекс численности и абсолютная численность икринок и личинок массовых промысловых видов рыб. Тенденции колебаний индексов численности и абсолютной численности ихтиопланктона по годам были одинаковы

Предлагаемая работа является продолжением исследований ретроспективных данных и новых материалов по изменениям численности массовых промысловых рыб в раннем онтогенезе в смежных районах северной части Центрально-Восточной Атлантики [1-4]. Сравнивались материалы ихтиопланктонных съёмок исключительных экономических зон Марокко и Мавритании.

Места наибольших скоплений ихтиопланктона у берегов северо-западного побережья Африки привязаны к динамическим процессам поверхностных вод (зонам вергенции), происходящим в этом районе, и сравнительно постоянны [1-4].

В водах северной части Центрально-Восточной Атлантики (ЦВА) в основном обитают представители субтропической и тропической ихтиофауны. Разными авторами здесь выделяется от 800 до 1000 видов рыб. В верхнем 100-метровом слое над шельфом отмечается более 170 видов пелагических икринок и личинок рыб [1-8].

Рассматриваемые нами виды населяют акватории, которые находятся в тропической климатической зоне ЦВА. Здесь происходит активный нерест неритических рыб и нагул их молоди. Массовыми представителями ихтиоценоза ЦВА являются: европейская сардина, европейская ставрида, восточная скумбрия, круглая сардинелла, западноафриканская ставрида [7, 8].

В северной части Центрально-Восточной Атлантики проводились многолетние исследования ранних стадий развития рыб. Рядом специалистов изучался качественный и количественный состав и пространственное распределение ихтиопланктона в разные сезоны года, описывались районы размножения и периоды нереста массовых видов рыб [4, 6, 9-11].

Цель настоящей работы – обобщить исследования многолетних изменений численности массовых промысловых видов рыб на ранних стадиях их развития в смежных районах северной

части Центрально-Восточной Атлантики (исключительные экономические зоны Марокко и Мавритании) с использованием ретроспективных данных и новых материалов, а также – базы данных АтлантНИРО «Ихтиопланктон океанических районов».

1. Материал и методика

Рассматриваются материалы ихтиопланктонных съёмок 2000-2017 гг. в водах северной (32° - 28° с.ш.) и южной (28° - 21° с.ш.) частей Марокко и Мавритании (21° - 16° с.ш.). С 2000-х гг. количество выполняемых ихтиопланктонных станций за съёмку в северной части Марокко составляло 20-25, в южной – 30-35, в Мавритании – 25-30. Для сбора материалов использовались планктоноборщики «Бонго-20» с газом № 17-21. Осуществлялся ступенчато-косой лов на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1,5-3 мин. на каждом горизонте при скорости судна 2,0-3,0 уз. [12]. Планктонные станции на акваториях съёмок располагались над глубинами от 20 до 1000 м. Дальнейшая обработка материалов велась в лабораторных условиях под бинокулярными микроскопами МБС-10 (увеличение 8×2 , 8×4). В ходе камеральной обработки определялись качественный и количественный составы икринок и личинок рыб. Расчёт индекса численности массовых видов ихтиопланктона проводили методом площадей [13]. Индекс численности ихтиопланктона – это сумма икринок или личинок определённого вида в промысловых квадратах (численность икринок или личинок под м^2 интерполировалась на площадь промыслового квадрата размерами $20' \times 20'$ или $20,0 \times 18,7$ миль) в толще воды от 0 до 100 м, количество взятых для расчёта промысловых квадратов равнялось количеству выполненных станций. Для определения абсолютной численности ихтиопланктона и пространственного анализа данных использовалась корпоративная геоинформационная система (ГИС) АтлантНИРО и база данных «Ихтиопланктон океанических районов». При этом применялся метод обратно взвешенных расстояний [14]. Абсолютная численность – это количество икринок или личинок, рассчитанное с помощью интерполяции для всей исследуемой акватории (от побережья до изобаты 1000 м) в слое воды 0-100 м. Всего за рассматриваемый период было выполнено и проанализировано 23 ихтиопланктонные съёмки.

2. Результаты и обсуждение

Как отмечалось выше, воды северной части Центрально-Восточной Атлантики, в которых проводились наши исследования, в основном населены представителями рыб субтропической и тропической фаун [7, 8]. В ихтиопланктонных пробах из рассматриваемых районов встречались представители более 170 видов икринок и личинок рыб из почти 80 семейств [1-4]. Типичными представителями субтропической ихтиофауны являются европейская сардина, европейская ставрида и восточная скумбрия, тропической ихтиофауны – круглая сардинелла и западноафриканская ставрида. Икринки и личинки этих видов в ихтиопланктоне, как правило, являются наиболее массовыми в зависимости от сезона года. Видовые составы ихтиопланктона на исследуемых акваториях были примерно одинаковыми и существенно не менялись по годам. Однако отмечались значительные количественные изменения массовых промысловых видов рыб на ранних стадиях их развития по сезонам и районам исследований.

2.1. Северная часть Марокко

В северной части атлантического побережья Марокко качественный и количественный состав ихтиопланктона отражает фаунистическую принадлежность района. В основном здесь отмечаются икринки и личинки субтропических видов, пик нереста у которых приходится на холодные периоды года. Икринки и личинки рыб тропической фауны чаще встречаются в тёплые периоды и не столь многочисленны. Массовые промысловые виды рыб на ранних стадиях онтогенеза фиксировались практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями у мысов Кантен, Гир, Дра и Юби [3, 4, 15].

Был выполнен расчёт индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых субтропических видов рыб рассматриваемого района. Результаты расчёта, используемые

нами для качественного и количественного анализа интенсивности нереста и изучения динамики численности этих видов в раннем онтогенезе, представлены на рисунке 1.

Численность сельдевых на ранних стадиях развития намного превышала численность ставридовых и скумбриевых. Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых варьировали примерно в одном диапазоне.

В 2003-2009 гг. в холодные сезоны наблюдалась повышенная численность икринок и личинок европейской сардины, далее шёл спад, и с 2013 г. наметилась тенденция к увеличению её численности.

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя превышали таковые первого в 1,3-3,0 раза (табл. 1).

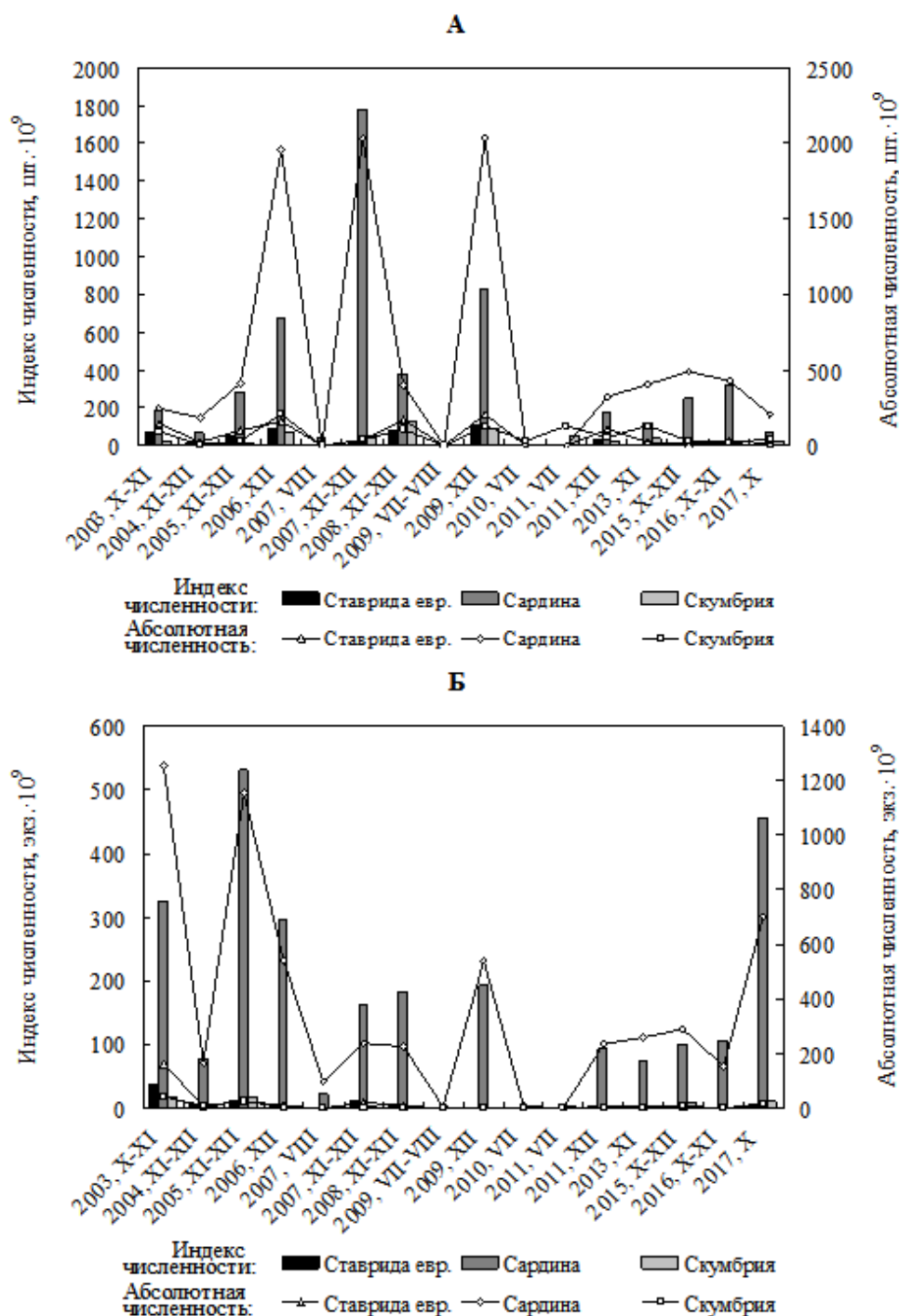


Рис. 1. Изменения численности икринок (А) и личинок (Б) массовых промысловых субтропических рыб в северной части Марокко в 2003-2017 гг.

Таблица 1

**Средние значения показателей численности икринок (И) и личинок (Л)
массовых промысловых рыб в районе северной части Марокко (32–28° с.ш.)
в 2003–2017 гг., экз. × 10⁹**

Показатель	Европейская сардина		Круглая сардинелла		Европейская ставрида		Западноафриканская ставрида		Восточная скумбрия	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
ИЧ	324,2	164,2	8,7	14,5	32,1	5,3	9,5	1,5	34,7	3,8
АЧ	570,1	366,4	11,2	33,8	63,7	16,1	17,2	3,0	65,0	6,8
АЧ/ИЧ	1,8	2,2	1,3	2,3	2,0	3,0	1,8	2,0	1,9	1,8
r (p < 0,01)	0,86	0,88	0,96	0,99	0,97	0,98	0,99	0,65	0,66	0,92

Примечание. Здесь и в табл. 2-3: ИЧ – индекс численности, АЧ – абсолютная численность, r – коэффициент корреляции, p – уровень значимости.

Результаты корреляционного анализа изменений индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых промысловых рыб в рассматриваемые годы приведены в таблице 1. Высокие коэффициенты корреляции между изменениями индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок говорят о возможности применения обоих методов для анализа колебаний численности массовых видов ихтиопланктона северной части Марокко.

2.2. Южная часть Марокко

Так как шельф южной части Марокко, по сравнению с северной, более широкий, в этом районе наблюдается увеличение численности промысловых неритических рыб на всех стадиях онтогенеза. Здесь массово представлены представители субтропической и тропической ихтиофауны. Рассматриваемые виды в ихтиопланктоне являются наиболее многочисленными в зависимости от сезона года. В холодные периоды в южной части Марокко, как и в северной, преобладают представители субтропической фауны, в тёплые – тропической. Икринки и личинки массовых промысловых видов рыб фиксировались практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями в районе мысов Бохадор, Дахла и Кап-Блан [1, 4, 16].

Был выполнен расчет индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых промысловых субтропических и тропических видов рыб для рассматриваемого района. Результаты расчёта представлены на рисунках 2-3.

Численность сельдевых на ранних стадиях развития, как и в северной части Марокко, значительно превышала численность ставридовых и скумбриевых. Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых варьировали в близких пределах.

Как уже упоминалось, в холодные периоды года в ихтиопланктоне преобладали представители субтропической фауны, в теплые – тропической. Можно отметить повышенную численность икринок и личинок европейской сардины в холодные сезоны 2003-2004, 2008-2010 и 2013-2017 гг.

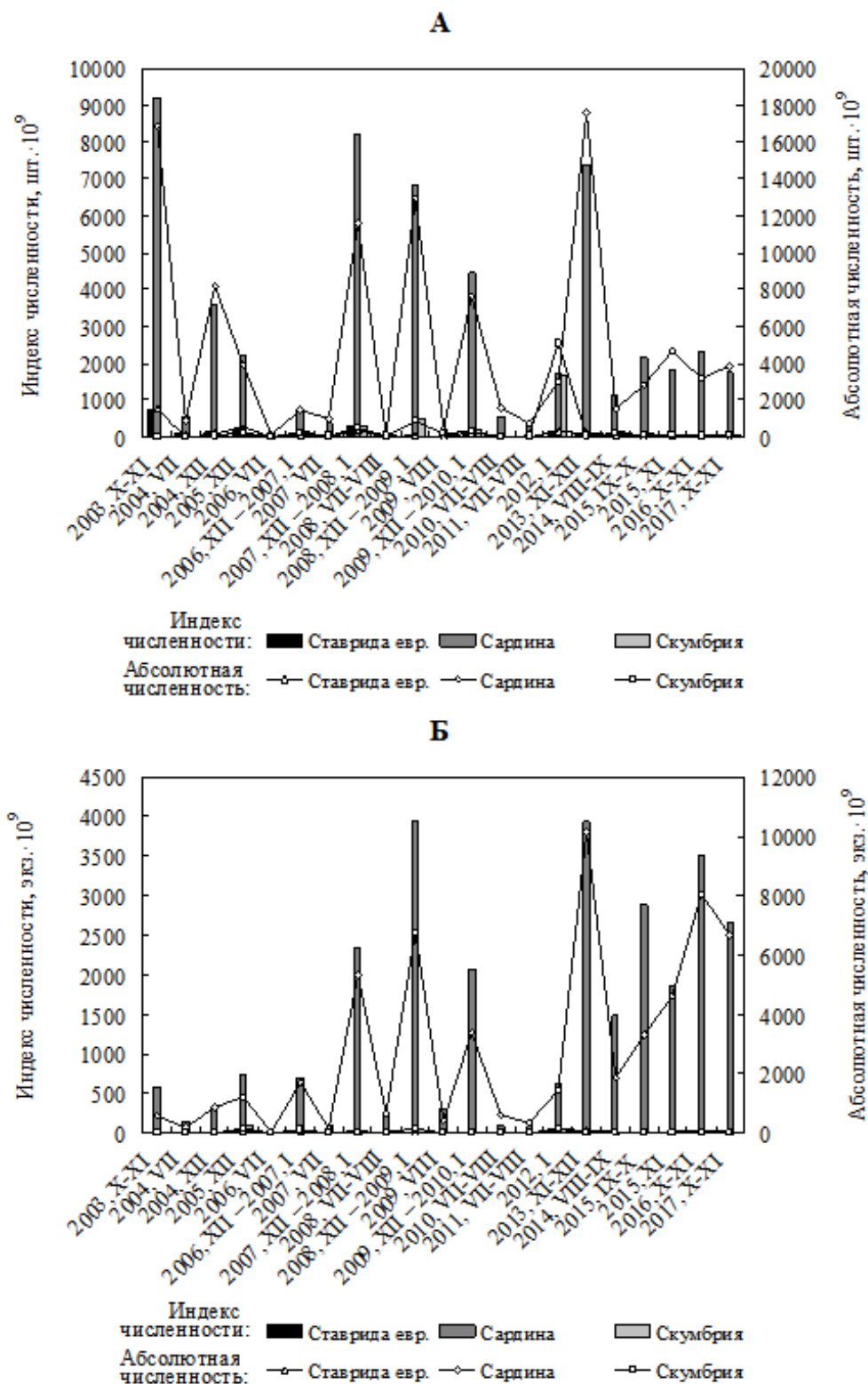


Рис. 2. Изменения численности икринок (А) и личинок (Б) массовых промысловых субтропических рыб в южной части Марокко в 2003-2017 гг.

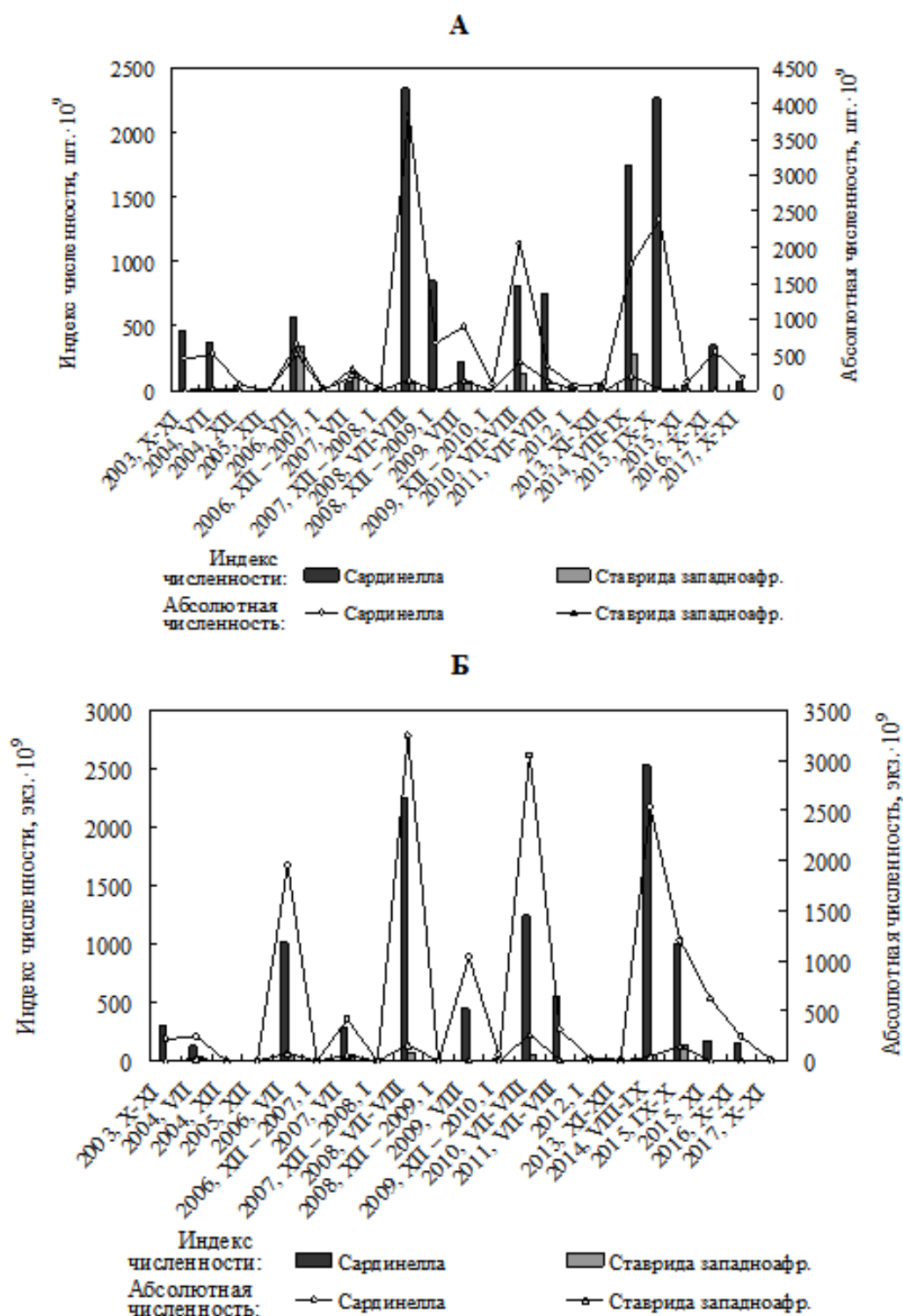


Рис. 3. Изменения численности икринок (А) и личинок (Б) массовых промысловых тропических рыб в южной части Марокко в 2003-2017 гг.

В тёплые сезоны высокая численность икринок и личинок круглой сардинеллы отмечалась летом 2008 и 2014 гг. и осенью 2015 г., икринок западноафриканской ставриды – в 2006 и 2014 гг. (рис. 3).

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя в среднем превышали таковые первого в 1,3-2,6 раза (табл. 2).

Таблица 2

**Средние значения показателей численности икринок (И) и личинок (Л)
массовых промысловых рыб в районе южной части Марокко (28–21° с.ш.)
в 2003–2017 гг., экз. × 10⁹**

Показатель	Европейская сардина		Круглая сардинелла		Европейская ставрида		Западноафриканская ставрида		Восточная скумбрия	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
ИЧ	2641,5	1361,7	527,9	482,3	96,2	12,4	49,8	22,7	162,9	13,5
АЧ	4956,0	2773,9	711,5	723,1	178,2	27,9	90,9	39,3	398,8	35,1
АЧ/ИЧ	1,9	2,0	1,3	1,5	1,9	2,3	1,8	1,7	2,4	2,6
r (p < 0.01)	0,97	0,95	0,91	0,92	0,98	0,90	0,87	0,80	0,99	0,86

Нами сопоставлялись изменения индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых промысловых рыб в рассматриваемые годы. Полученные результаты корреляционного анализа представлены в таблице 2. Так же, как и для северной части Марокко, для южной можно применять оба варианта анализа изменений численности массовых видов ихтиопланктона ввиду высокой корреляции между изменениями индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок рыб.

2.3. Мавритания

В водах Мавритании, как и в водах Марокко, в тёплые сезоны чаще всего отмечались икринки и личинки рыб тропической фауны, в холодные сезоны в основном на севере рассматриваемого района встречались ранние стадии развития представителей субтропической фауны, что отражает фаунистическую принадлежность района. Ранние стадии развития массовых видов рыб были обнаружены практически на всей исследуемой акватории с наибольшими скоплениями в районе мысов Кап-Блан, Тимирис и севернее устья р. Сенегал [2, 4, 17].

Был выполнен расчет индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок тропических видов рыб рассматриваемого района. Результаты расчёта представлены на рисунке 4.

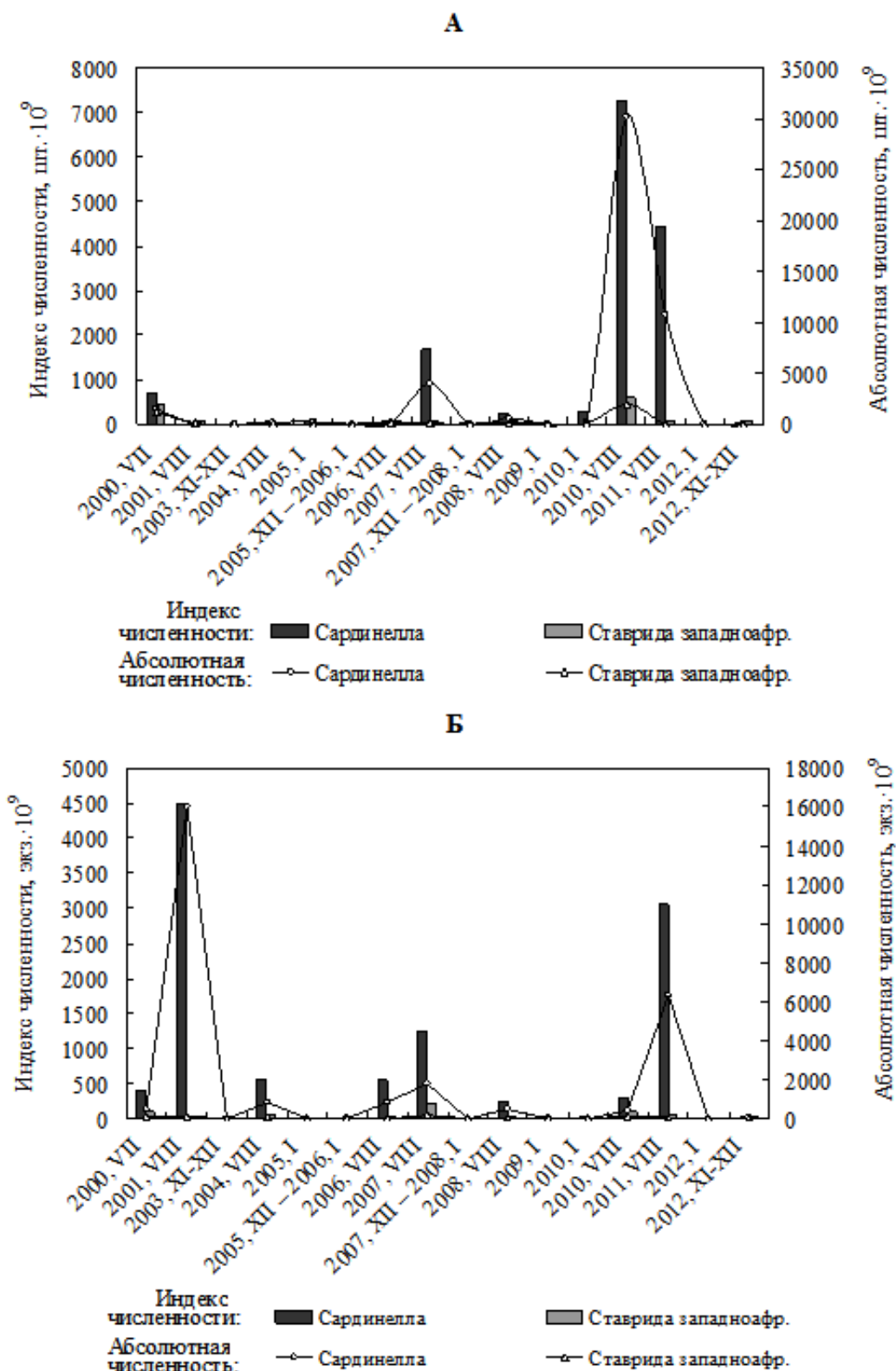


Рис. 4. Изменения численности икринок (А) и личинок (Б) массовых промысловых тропических рыб в районе Мавритании в 2000-2012 гг.

Как уже отмечалось, в теплые сезоны года в ихтиопланктоне преобладали представители тропической фауны, в холодные – субтропической. Высокая численность икринок круглой сардинеллы отмечалась летом 2007, 2010 и 2011 гг., личинок – в 2001, 2007 и 2011 гг. Изменения численности икринок и личинок ставридовых и скумбриевых по годам слабо выражены.

Сравнение средних значений индекса численности и абсолютной численности массовых видов ихтиопланктона показало, что значения второго показателя колебались относительно первого в пределах от 0,9 до 3,2 раза (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения показателей численности икринок (И) и личинок (Л) массовых промысловых рыб в районе Мавритании (21–16° с.ш.) в 2000-2012 гг., экз. × 10⁹

Показатель	Европейская сардина		Круглая сардинелла		Европейская ставрида		Западноафриканская ставрида		Восточная скумбрия	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
ИЧ	5596,0	842,6	930,1	680,2	327,1	95,9	89,4	40,5	163,0	66,4
АЧ	8652,6	1025,4	3004,0	1702,2	306,2	83,5	223,7	48,9	152,3	56,6
АЧ/ИЧ	1,5	1,2	3,2	2,5	0,9	0,9	2,5	1,2	0,9	0,9
r (p < 0.01)	0,99	0,97	0,97	0,96	0,98	0,96	0,98	0,96	0,99	0,98

К сожалению, в последние годы исследования в исключительной экономической зоне Мавритании по разным причинам не проводились. Можно отметить, что в 2011-2012 гг. численность икринок практически всех исследуемых видов была ниже среднееголетнего уровня, а численность личинок – выше.

Нами проанализированы изменения индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок промысловых рыб в рассматриваемые годы. Полученные результаты представлены в таблице 3. Высокие коэффициенты корреляции между изменениями индекса численности и абсолютной численности икринок и личинок массовых промысловых рыб Мавритании допускают возможность применения обоих методов для анализа динамики численности ихтиопланктона в этом районе.

Расчёты индексов численности и абсолютной численности ихтиопланктона методом обратно взвешенных расстояний имеют свои ограничения [14]. Как видно из таблиц 1-3, в некоторых из рассматриваемых съёмок значения абсолютной численности икринок и личинок исследуемых видов рыб были примерно равны или даже несколько меньше значений индекса численности этих видов. По-видимому, это связано с тем, что в ходе анализируемых съёмок отмечалось большое количество нулевых уловов и один-два больших улова рассматриваемых видов на ранних стадиях развития. Большие уловы повлияли на значительное повышение индекса их численности. А при расчёте абсолютной численности значения больших уловов нивелировались в ходе интерполяции результатов на всю рассматриваемую площадь. Поэтому оптимально при выполнении ихтиопланктонных съёмок иметь количество результативных уловов более трёх-пяти, для чего следует несколько увеличить количество выполняемых станций в рассматриваемых районах.

По нашему мнению, значения абсолютной численности икринок и личинок рыб, рассчитанные по большому количеству результативных уловов, точнее отражают динамику численности ихтиопланктона, так как они определяются для всей акватории съёмки, а не по стандартным станциям, данные по которым использовались при определении индекса численности.

Отмеченные межгодовые колебания численности ихтиопланктона, по всей видимости, были обусловлены изменчивостью гидрологических условий, и в первую очередь, интенсивностью прибрежных апвеллингов. Все это, в конечном итоге, приводит к изменениям площади насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, привлекает туда рыб-планктофагов. А это, несомненно, сказывается на сроках и интенсивности нереста промысловых рыб и, в частности, на особенностях вспышек их нерестовой активности. Кроме того, на полученные результаты, по-видимому, повлияли и изменения сроков проводимых съёмок в разные годы. Границы толерантности и оптимальные значения абиотических и биотических факторов среды для нереста рассматриваемых видов рыб различны, поэтому вспышки численности икринок и личинок этих видов происходили не синхронно [4, 15-17].

3. Результаты и обсуждение

Межгодовые колебания численности ихтиопланктона, вероятнее всего, были обусловлены изменчивостью гидрологических условий, и в первую очередь, интенсивностью прибрежных апвеллингов. Это, в конечном итоге, приводит к изменениям площади насыщенных биогенами глубинных вод, поднятых на поверхность, вспышке численности фито-, а затем и зоопланктона, что, в свою очередь, привлекает туда рыб-планктофагов.

Для характеристики изменений численности массовых видов ихтиопланктона в рассматриваемых районах применимы как индекс численности, так и абсолютная численность икринок и личинок рыб. Эти показатели имеют высокую степень взаимной корреляции. Однако абсолютные значения, по нашему мнению, точнее отражают динамику численности ихтиопланктона ввиду того, что рассчитаны для всей исследуемой акватории, а не для стандартных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов А. Г. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Марокканской Сахары // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49. – № 2. – С. 225-232.
2. Архипов А. Г. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Мавритании // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49. – №4. – С. 519-527.
3. Архипов А. Г. Сезонная и межгодовая изменчивость ихтиопланктона у побережья Северного Марокко // Вопросы ихтиологии. – 2011. – Т. 51. – №1. – С. 105-112.
4. Архипов А. Г. Динамика численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55. – №2. – С. 173-179.
5. Blache J., Cadenat J., Stauch A. Faune tropicale // XVIII Cles de determination des poissons de mer signales dans l'Atlantique oriental. – Paris: ORSTOM, 1970. – 479 p.
6. Калинина Э. М. Ихтиопланктон района Канарского течения. – Киев: Наукова думка, 1981. – 116 с.
7. Доманевский Л. Н. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантики. – Калининград: Тр. АтлантНИРО, 1998. – 195 с.
8. Центрально-Восточная Атлантика / Р.Г. Берников, Л.Н. Доманевский, С.К. Кудерский, В.Н. Яковлев // Промыслово-океанологические исследования в Атлантическом океане и южной части Тихого океана. – 2002. – Т. 1. – С. 146-195.
9. Седлецкая В. А. Ихтиопланктон Атлантического океана у северо-западных берегов Африки // Вопросы ихтиологии. – 1983. – Т. 23. – №5. – С. 862-865.
10. Mesozooplankton and ichthyoplankton distribution around Gran Canaria, an oceanic island in the NE Atlantic / J.M. Rodriguez, E.D. Barton, L. Eve, S. Hernandez-Leon // Deep-Sea Research. – 2001. - Part I. 48. – P. 2161-2183.
11. Nellen W., Ruseler S. Composition, horizontal and vertical distribution of ichthyoplankton in the Great Meteor Seamount area in September 1998 // Arch. Fish. Mar. Res. 51 (1-3). – 2004. - P. 132-164.
12. Методические указания по сбору проб зоо- и ихтиопланктона планктоносорборщиком «Бонго» и их обработке. – Калининград: АтлантНИРО, 1983. – 36 с.
13. Аксютин З. М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 289 с.
14. Пак Р.А., Коломейко Ф.В., Архипов А.Г. Использование современных геоинформационных технологий в исследованиях ранних стадий развития промысловых рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики // Известия КГТУ. – 2016. – № 42. – С. 39-48.
15. Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья северной части Марокко // Труды АтлантНИРО. – 2017. – Т. 1. – № 1. – С. 75-84.
16. Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья южной части Марокко // Труды АтлантНИРО. – 2017. – Т. 1. – № 3. – С. 150-157.
17. Архипов А.Г., Пак Р.А., Симонова Т.А. Динамика численности ихтиопланктона у побережья Мавритании // Труды АтлантНИРО. – 2017. – Т. 1. – № 4. – С. 98-106.

LONG-TERM CHANGES OF NUMBER OF MASS TRADE FISHES AT EARLY STAGES OF THEIR DEVELOPMENT IN THE NORTHERN PART OF CENTRAL EAST ATLANTIC

¹ Arkhipov Aleksandr GERAL'DOVICH, Doctor of Biological Sciences, Deputy Head;

¹ Pak Regina ANATOL'EVNA, graduate student of Department of Ichthyology and Ecology;

¹ Simonova Tatyana ALEKSANDROVNA, Senior engineer of the laboratory of Marine Ecology and Stock Assessment;

² Tenitskaya Irina ALEKSANDROVNA, Lead engineer of the sector for the preparation of scientific reports and summary field forecasts

¹ Atlantic branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia, e-mail: arkhipov@atlantniro.ru;

² Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: pak.regina@bk.ru

Researches of long-term changes of number of mass trade fishes at early stages of their development in adjacent regions of a northern part of Central East Atlantic in 2000-2017 with use of retrospective data and new materials and also – the Atlantniro databases "Ichthyoplankton of the oceanic areas" are generalized. The index of number and absolute number of eggs and larvae of mass trade species of fish are calculated. Trends of fluctuations of indexes of number and absolute number of an ichthyoplankton by years were identical

УДК 639.252; 597.514.1

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫСЛА И БИОЛОГИИ ШПРОТА (КИЛЬКИ) В ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Боркин Игорь Викторович, канд. биол. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаб. ихтиологии;
Пожинская Ирина Анатольевна, аспирантка очной формы обучения, специалист лаб. ихтиологии

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»),
Санкт-Петербург, Россия, e-mail: bormarine@rambler.ru, neva.2018@inbox.ru

*В работе приводятся особенности промысла и биологии шпрота *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904) в Финском заливе Балтийского моря. Рассматриваются динамика уловов и распространение данного вида в 2017-2018 гг. Приводятся сведения о вылове шпрота в восточной части Финского залива Балтийского моря с 1949 по 2018 гг. Анализируются причины и условия значительных колебаний уловов шпрота, являющегося составной частью промысловых скоплений салаки. Представлены основные биологические характеристики вида по материалам рыбопромысловых исследований 2016-2018 гг.*

Шпрот *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904) в российских водах Финского залива добывается при траловом промысле салаки в виде прилова. Доля вылова данного вида в среднем составляла 13,3% от всей ихтиомассы за период 2009 – 2018 гг. (рис.1). Данный факт показывает, что по объему добычи шпрот занимает второе место после салаки. Ранее также отмечалось, что

его уловы превышают вылов других промысловых видов рыб Финского залива Балтийского моря [1, с.57-79; 2, с.64; 3, с.60-67; 9, с.117].

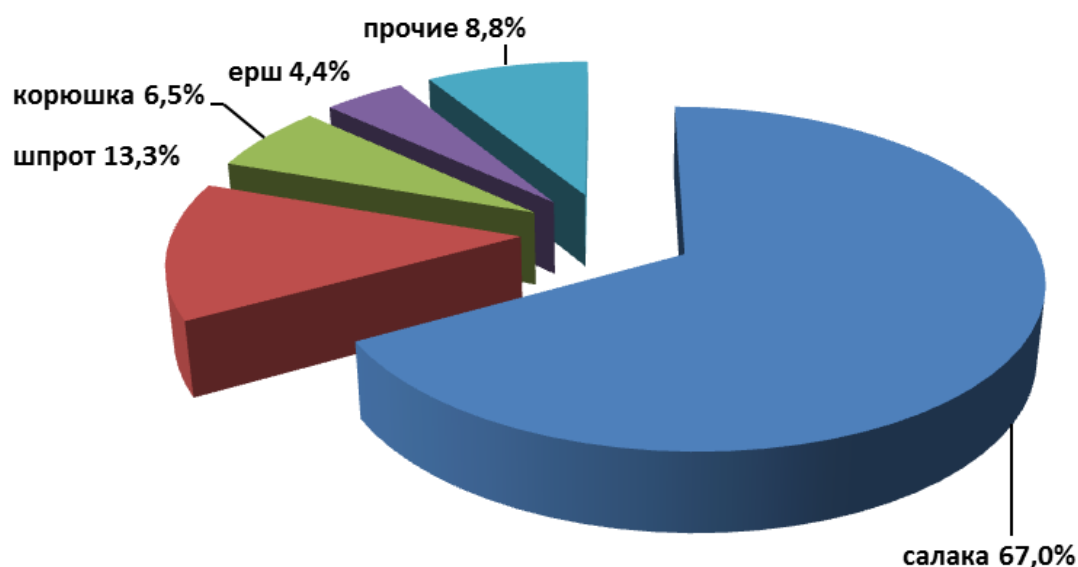


Рис. 1. Удельный вес основных промысловых видов рыб в российской акватории Финского залива за период 2009 – 2018 гг.)

Сбор данных для определения биологических характеристик шпрота проводился на основе анализа уловов из пелагических тралов в 2016-2018 гг. во время осенней путины балтийской сельди в центральных участках акватории восточной части Финского залива (прибрежье островов Гогланд, Большой и Малый Тютерс, Мощный). Анализ уловов проводился в период с октября по декабрь. Данные по распределению шпрота получены по результатам анализа промысловых журналов траловых судов.

Обработка материала выполнялась по стандартным методикам [4; 5]. Возраст определялся по жаберным крышкам и отолитам с просмотром под биноклем при 10-60-кратном увеличении [6].

Шпрот занимает ведущее место в ихтиоценозе Финского залива Балтийского моря [1, с.57-79; 2, с.64]. Обычно удельный вес данного вида в общих уловах рыбохозяйственных организаций Ленинградской области составляет от 5 до 15%, достигая в отдельные годы 35-40 % и более. По данным многолетних наблюдений, при траловом промысле салаки с января по май, доля кильки в прилове не превышает 1-3%. Начиная с июня, с прогревом водных масс, ее прилов на западной периферии восточной части Финского залива возрастает до 10-20%. Во втором полугодии доля шпрота в смешанных уловах по мере дальнейшего прогрева воды в заливе постепенно увеличивается и достигает максимальной величины в октябре-ноябре - от 40 до 80%. Однако, уже в декабре, с охлаждением воды, килька откочевывает в западном направлении. Количество ее в скоплениях с сельдью в районах промысла быстро уменьшается - от 30 - 50% в начале месяца до 2-20% в конце [7, с.12].

Максимальное количество шпрота (около половины годового улова) в 2017 и 2018 гг. было выловлено в ноябре (53,1% и 41,8% соответственно) (рис.2). В апреле и октябре обычно добывается от 13 до 16% годового вылова. Остальная масса шпрота в 2017 г. была добыта в декабре, в 2018 г. – в январе и феврале, что было связано с погодными условиями и процессом льдообразования в открытой части Финского залива.

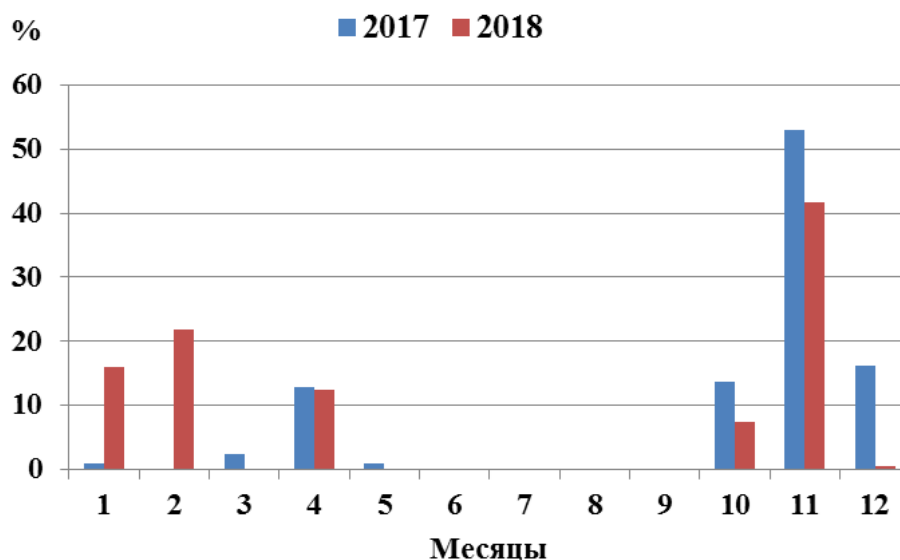


Рис. 2. Динамика уловов шпрота по месяцам в 2017 и 2018 гг., %

Вылов шпрота в 2018 г. составил 201 т, что вчетверо меньше 2017 г. Уловы данного вида были значительно ниже предыдущего года практически весь период лова кроме января и февраля (рис.3). Последнее объясняется проведением промысла салаки в 2018 г. на более восточных участках (в солоноватоводном районе Финского залива, для которого характерны меньшие глубины и более низкая соленость воды), где прилов шпрота, как правило, существенно ниже.

Килька относится к пелагическим видам и в российских водах Финского залива обитает преимущественно в восточном глубоководном районе (восточнее 26° в.д.). Распространение шпрота в восточном направлении ограничивается температурой воды во время зимовки не ниже 2,5°C и содержанием растворенного кислорода не менее 1,5 мл/л, после зимовки – температурой воды не ниже 4°C, необходимой для созревания гонад [8, с.60; 9, с.117; 10, с.38-48].

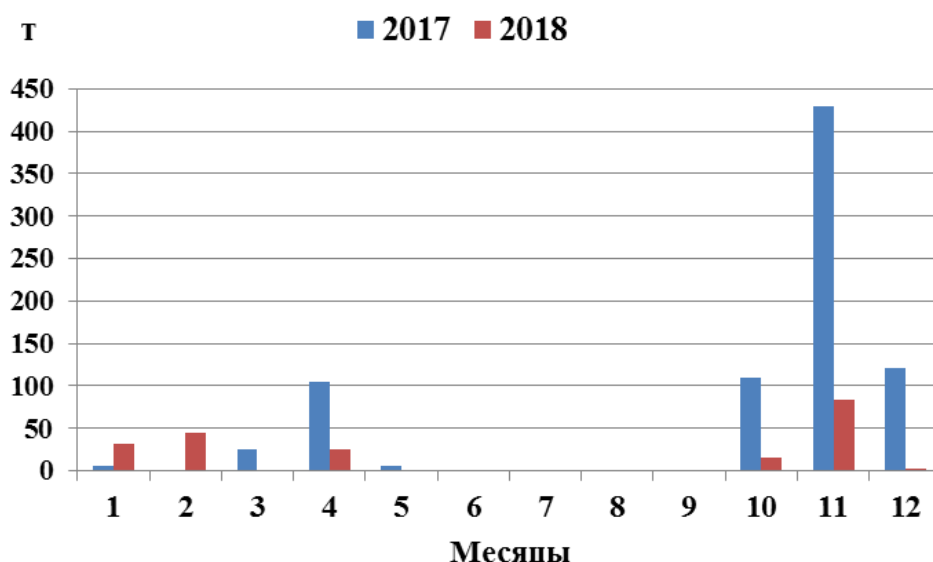


Рис. 3. Динамика уловов шпрота по месяцам в 2017 и 2018 гг., т

В солоноватоводном районе температурные условия и соленость не всегда пригодны для обитания шпрота и, тем более, для его нереста. В этот район килька вместе с салакой заходит с прогревом воды в летний период, во время кормовой миграции. В годы, когда наблюдались интенсивный прогрев водных масс летом, а затем - теплая продолжительная осень (2009-2011,

2016-2017 гг.), шпрот присутствовал в уловах по всей промысловой части акватории Финского залива в значительном количестве.

Наши исследования показывают, что максимальная величина его прилова всегда отмечается на западной периферии российской части залива. Так, в 1917 г. наибольшие плотности скоплений отмечались на участках, примыкающих к морской границе с Эстонией в районах островов Большой и Малый Тютерс, Мощный и Гогланд (рис.4) [7, с.13; 3, с.60-67; 11, с.40-46].

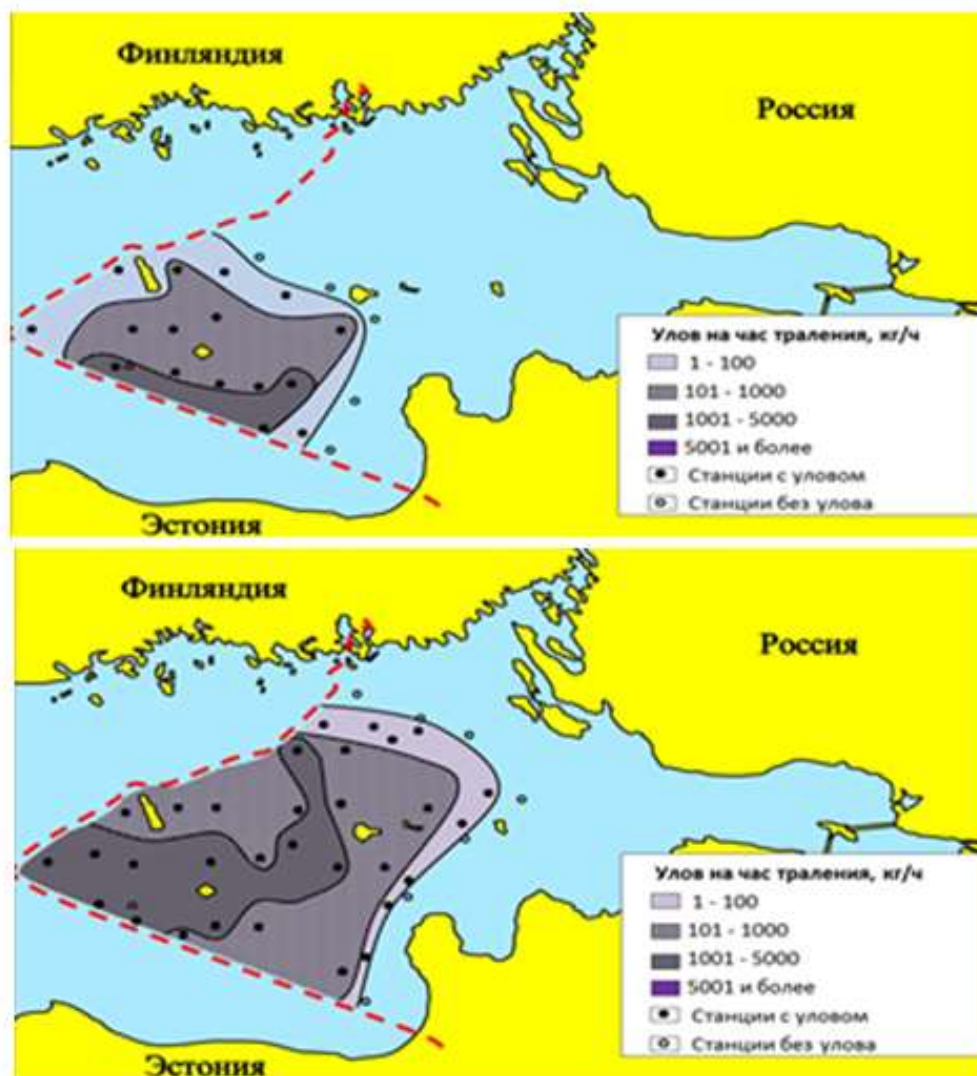


Рис. 4. Распределение шпрота в восточной части Финского залива по материалам промысловых уловов в октябре (А) и ноябре (Б) 2017 г., кг/час траления [11, с.40-46].

Анализ динамики промысла в 1917 г. показал, что в октябре основной лов осуществлялся в южной части акватории островов Малый и Большой Тютерс, а также на участках к востоку от о.Большой Тютерс (рис.4А). Уловы варьировали от 2 т до 11 т (в среднем 6-10 т) за 4-8 часов траления. При этом килька часто преобладала по массе в смешанных уловах и в отдельные дни достигла 55-65 %, но в среднем составляла 20-30 % за траление. Улов шпрота за октябрь 2017 г. составил 110 т [11, с.40-46].

В ноябре промысловая обстановка почти не изменилась, оставаясь на хорошем уровне, уловы варьировали от 3 до 9 т кильки за 3-10 часов траления. Однако район лова расширился к востоку до о.Сескар. Лов рыбы преимущественно осуществлялся на участках максимального сосредоточения рыбы южнее островов Большой и Малый Тютерс, периодически смещаясь в восточном направлении к о. Мощный или к северу (к о. Гогланд) (рис.4Б). Производительность на одно судно уменьшилась и составляла 1 т за час траления [11, с.40-46].

Косяки удерживались в ночное время в слоях россыпью, днем рыба плотно ложилась на грунт и фиксировалась косяками вертикальным развитием 3-5 м. Прилов кильки снизился и в отдельные дни достигал 42% от общей массы, в среднем – до 10-24%. Вылов шпрота за ноябрь 2017 г. составил 430 т [11, с.40-46].

Наши исследования показывают, что величина прилова шпрота при траловом промысле зависит в основном от состояния его запаса, формирование которого происходит в Балтийском море и западной части Финского залива. Поэтому встречаемость данного вида в восточной части Финского залива зависит от его численности в Центральной и Западной частях Балтики, а также в западной части Финского залива, что в конечном итоге определяет интенсивность его нагульных миграций в восточном направлении [12, с.131-142; 9, с.118].

Миграции шпрота в восточном направлении, где преобладают распресненные воды зависит также от проникновения в Финский залив более соленых водных масс из Балтики. Так один из максимумов очередной фазы осолонения залива наблюдался со второй половины 1970-х до начала 1980-х гг., в результате чего значительно возросли уловы большинства морских видов рыб в восточной части Финского залива - салаки, трески и шпрота [13, с.63; 2, с.64-65].

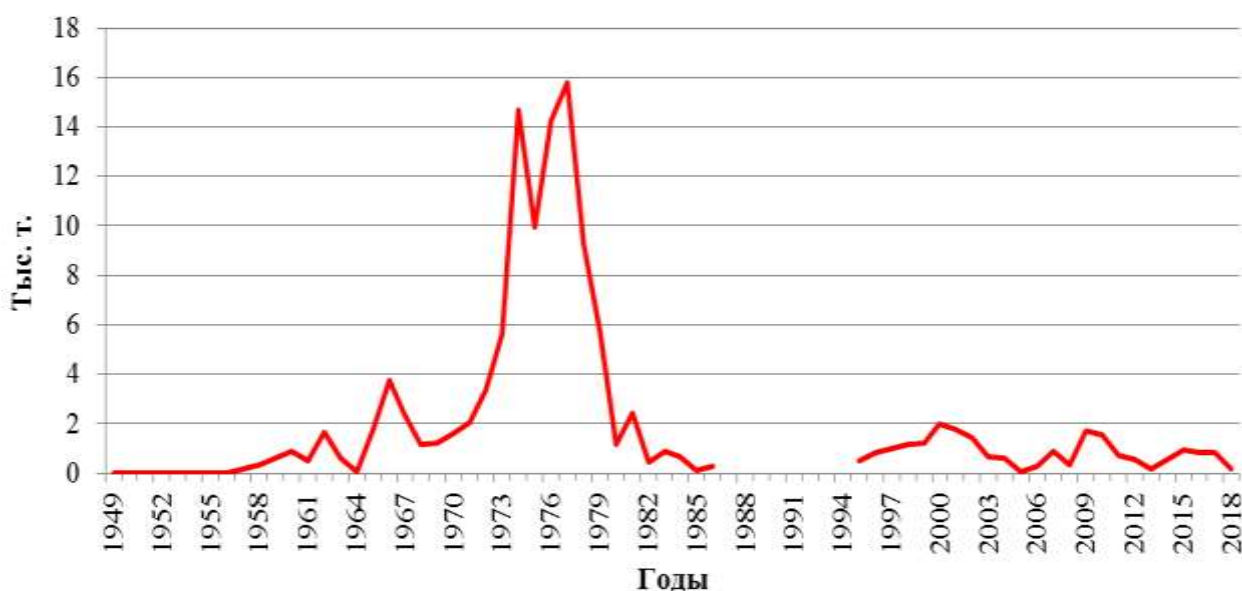


Рис. 5. Динамика уловов шпрота в восточной части Финского залива в 1949 – 2018 гг., тыс. т [14, л.109; 1, с.57-79; 2, с.64; 3, с.60-67]

Анализ динамики уловов и влияющих на них факторов за ряд лет показывает, что объем вылова шпрота в восточной части Финского залива зависит от урожайности поколений данного вида в его западной части и Балтийском море, интенсивности промысла, достоверности статистических данных по уловам, а также от условий среды.

Следует отметить, что рост вылова шпрота, как и салаки, в Финском заливе и в Балтике в 1960-1970 гг. происходил в результате увеличения интенсивности промысла в связи с внедрением разноглубинных тралов. Вместе с тем, в 1968-1970 гг. также было отмечено и значительное увеличение запаса кильки [9, с.118].

После 1981 г. объем вылова шпрота не превышал 2,1 тыс. т. Максимальные уловы наблюдались в 2000-2001 и 2009-2010 гг., что совпадало с пиками вылова кильки в западной части Финского залива и в Балтике [13, с.58; 3, с.60-67]. В 2017 г. в восточной части Финского залива было добыто 0,8 тыс. т рыбы, в 2018 г. - чуть более 0,2 тыс. т (рис.5).

Наблюдения последних трех лет показывают, что в восточной части Финского залива в районе островов Малого и Большого Тютерсов в траловых уловах в осенне-зимний период

встречался шпрот длиной от 6,0 до 13,5 см, в возрасте 0+ - 5+ лет. Масса рыб изменялась от 2,5 до 17,0 г.

При этом в 2016 г. преобладали рыбы длиной от 7,8 см до 11,2 см в возрасте 2-3 лет поколений 2014 – 2015 гг. (рис.6). В этот же период было отмечено значительное количество сеголеток длиной менее 7,9 см поколения 2016 г. (7,2%) и молоди длиной менее 10,3 см поколения 2015 г. (48,7%) [7, с.13].

Осенью 2017 г. основу уловов составляли особи длиной от 10,4 до 12,9 см в возрасте трех и четырех лет (59,1% и 25,3%, соответственно) поколений 2014 и 2015 гг. (рис.6). Количество молоди длиной 7,4-10,6 см поколений 2016-2017 гг. составляло 13,7%, что значительно меньше, по сравнению с 2016 г. [3, с.60-67].

В ноябре-декабре 2018 г. в районе о-вов Малого и Большого Тютерсов в Финском заливе в траловых уловах встречался шпрот длиной от 8,0 до 13,2 см (в среднем 10,8 см) в возрасте 0+ - 4+ лет. Масса рыб изменялась от 3,2 до 14,8 г (в среднем 8,6 г). Основу уловов составляли особи длиной от 10,2 до 12,3 см в возрасте трех лет (66,1%) поколения 2016 г. Количество молоди длиной 8,0-10,5 см поколений 2017-2018 гг. составляло 14,3%, что соответствует уровню 2017 г. и значительно меньше, по сравнению с 2016 г.

Следует отметить, что в осенне-зимних уловах в исследуемом районе в небольшом количестве присутствовали особи старших возрастных групп - пятилетки и шестилетки: 2016 г. - 5,5%, в 2017 г. - 1,9%, в 2018 г. - 3,7% (рис.6) [7, с.13-14; 3, с.60-67]. В более ранних исследованиях часто отмечалось наличие в уловах рыб старших возрастных групп (пяти-, шестигодовики и более), причем в Финском заливе были случаи поимки шпрота в возрасте до 17 лет [8, с.66-67; 15].

В осенне-зимних уловах за период 2016-2018 гг. доминировали рыбы с пустыми желудками. Редко встречались особи с наличием пищи в желудках (4,0 – 5,0%) [7, с.14].

Половой зрелости шпрот достигает в возрасте от 1,5 до 2,0 лет при длине более 9,5 см [16, с.98-108]. Нерест у шпрота многопорционный, в Финском заливе обычно происходит с конца мая до начала августа в западной части залива (до линии Таллин — Хельсинки). Для нереста отходит от берегов и выметывает пелагическую икру над глубинами 50 — 100 м при солености от 4-5 до 17-18‰ и температуре воды 16-17°C. Начало нереста зависит от температурных условий: после холодных зим нерест может задерживаться, а после теплых — начинаться раньше. При этом промысловое стадо шпрота Финского залива пополняется только за счет летних генераций [10, с.46]. Количество порций икры может быть больше или меньше 7-10. Плодовитость шпрота составляет 13,6–20,1 тыс. шт. [16, с.98-108]. Икра свободноплавающая, (пелагическая), держится обычно в слое воды до глубины 40 м.

В восточной части Финского залива первые созревающие особи (III стадия зрелости гонад) появляются в октябре-ноябре. В это время в уловах преобладают незрелые (II стадия) и посленерестовые рыбы (VI–II стадия). Так в октябре-декабре 2016 г. в районе исследований было отмечено 31,5% ювенильных и 59,2% незрелых (с гонадами II стадии зрелости) особей, доля созревающих (с гонадами III стадии зрелости) составляла 9,3%. Соотношение полов в уловах составляло 59,5% и 40,5%, соответственно с преобладанием самок [7, с.14].

В мае 2017 г. доля ювенильных особей в уловах составляла 8,3%, незрелых – 63,9%, созревающих – 27,8%. В октябре-декабре этого же года доля ювенильных особей составляла 11,0%, незрелых – 64,0%, а созревающих – 25,0%. Соотношение самцов и самок составило 39,3% и 60,7%, соответственно, с преобладанием последних [17, с.40-45; 3, с.60-67].

В ноябре-декабре 2018 г. доля ювенильных особей в уловах достигала 1,6%, незрелых – 60,0%, созревающих – 38,4%. Соотношение самцов и самок при этом было равным.

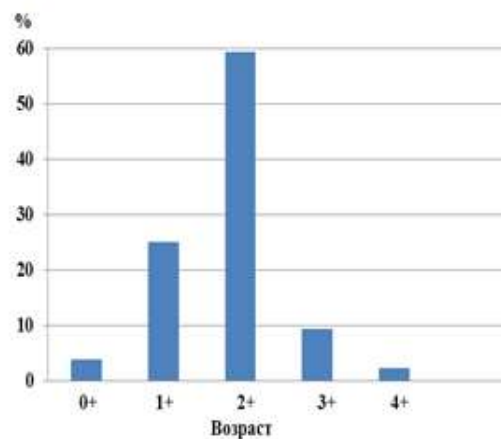
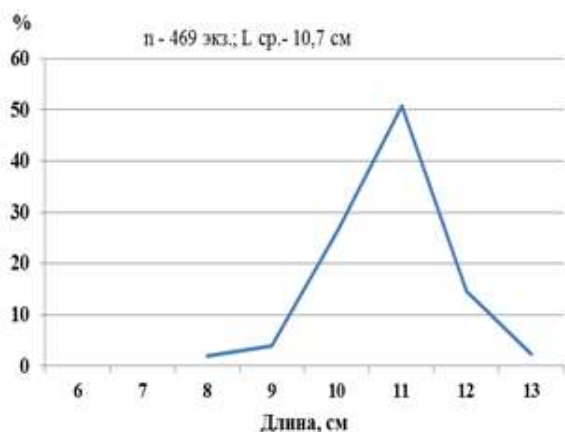
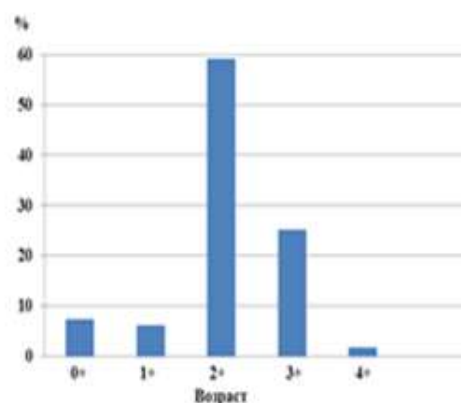
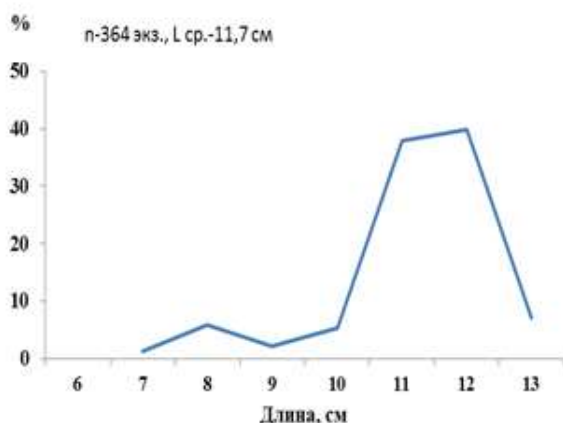
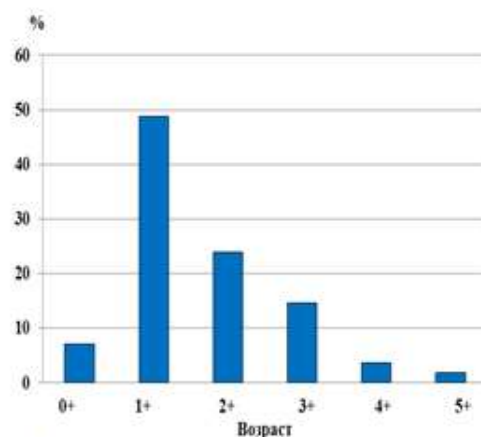
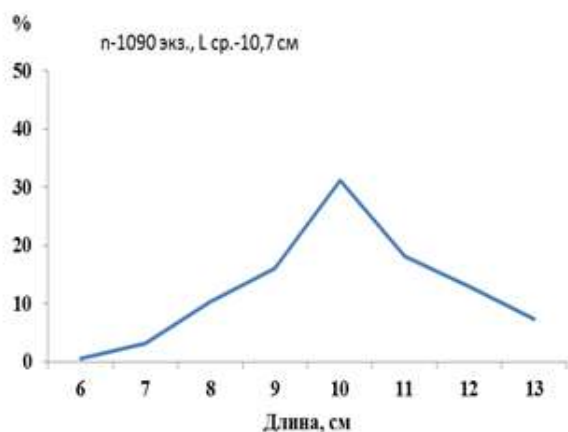


Рис. 6. Размерно-возрастной состав шпрота в восточной части Финского залива осенью 2016- 2018 гг.

Таким образом, в исследуемом районе преднерестовых особей данного вида осенью, в декабре и в мае не наблюдалось, а созревание рыб происходило значительно позднее, чем в западной части Финского залива и в Балтике, где в марте в уловах преобладают созревающие особи, а в апреле – зрелые и нерестующие рыбы [16, с.98-108].

Выводы

1. Доля вылова шпрота в восточной части Финского залива в среднем составляла 13,3% от всей ихтиомассы за период с 2009 по 2018 гг. (от 0,2 до 1,9 тыс. т).

2. Максимальное количество шпрота (около половины годового улова) за период 2017-2018 гг. добывалось в ноябре (53,1% и 41,8% соответственно).

3. Максимальная величина прилова кильки в российских водах отмечалась на западной периферии, у границы с Эстонией. Уловы шпрота в 2017 г. сократились в четыре раза при ведении промысла салаки преимущественно в солоноватоводном районе Финского залива.

4. В осенне-зимний период с 2016 по 2018 гг. в траловых уловах встречался шпрот длиной от 6,0 до 13,5 см в возрасте 0+ - 5+ лет. Масса рыб составляла от 2,5 до 17,0 г.

5. В осенне-зимних уловах 2016 г. доминировал шпрот в возрасте 2-3 лет, а 2017 г. – 3-4 лет поколений 2014-2015 гг. В 2018 г. преобладали рыбы в возрасте 3 лет длиной от 10,2 до 12,3 см поколения 2016 г. (66,1%).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудерский, Л.А. Состояние рыбного населения в восточной части Финского залива в 1946 – 2009 гг. в связи с природными и антропогенными факторами // Избранные тр.: Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. – СПб. – М. – Товарищество науч. изданий КМК, 2013. – Т. 3. – С.57-79.

2. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря/ Шурухин А.С. [и др.] // Труды ВНИРО: Водные биологические ресурсы. - 2016. - Т. 160. – 69 с.

3. Боркин, И.В., Пожинская, И.А. Распределение и основные биологические характеристики шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904) в российских водах Финского залива // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования». 2-4 апреля 2018 г. – Санкт-Петербург, ФГБНУ «ГосНИОРХ им.Л.С.Берга». – С. 60-67.

4. Методическое пособие по сбору и первичной обработке биостатистических материалов на промысловых судах в юго-восточной части Балтийского моря / Карпушевский И.В. [и др.]. - Калининград: Атлант НИРО, 2013. – 81 с.

5. Алексеев, Ф. Е., Алексеева, Е. И. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб: метод. пособие. Калининград : АтлантНИРО, 1996. – 75 с.

6. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959. – 164 с.

7. Боркин, И.В., Пожинская, И.А. Промысел и биология шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* в восточной части Финского залива // Труды V международного балтийского морского форума: V Всероссийская научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» (21-27 мая 2017). - Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. – № 6. – С. 11-15.

8. Велдре, И.Р. О прогнозировании состояния запасов кильки и использовании их в Северо-Восточной Балтике и Финском заливе // В кн. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига, 1976. - Вып.12. – С. 59-88.

9. Оявеер, Э.А., Велдре, И.Р. Об изменениях рыбных запасов Финского залива в последние десятилетия // В кн. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига, 1976. - Вып.12. – С. 114-120.

10. Грауман, Г.Б. Закономерности формирования численности поколений балтийского шпрота на ранних этапах онтогенеза // В кн. Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. - Рига: АВОТС, 1983. - Вып. 18. - С. 38-48.

11. Боркин, И.В., Пожинская, И.А., Кузнецов, А.Ф. Промысел и распределение шпрота (кильки) в российских водах Финского залива в 2017 г. // Материалы V Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». 22-24 мая 2018 г. – Владивосток, Изд. ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», 2018. – Ч. I. – С. 40-46.

12. Крюгер, Г. О некоторых причинах колебаний численности кильки в Балтийском море // Труды ВНИРО, 1972. – Т. 90. – С.131-142.

13. Дроздов, В.В. Динамика продуктивности популяций сельдевых рыб Балтийского моря – Балтийской сельди (салаки) *Clupea harengus membras* и шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* - в связи с факторами среды и промыслом // Вопросы рыболовства. - 2017. – Т. 18. - № 1. – С.52-64.
14. Отчет о состоянии сырьевой базы за 1986 г. Арх. Северо-Западного фил. ФГБУ «Главрыбвод». Ф. 1. Оп. 2. СПб, 1986 г. – л.109.
15. Апс, Р.А. Возраст и рост балтийского шпрота. – Рига: АВОТС по заказу БалтНИИРХ, 1986. - 56 с.
16. Алексеев, Ф. Е., Алексеева, Е. И. Порционная плодовитость и суточная продукция икры балтийского шпрота *Sprattus sprattus balticus* (*Clupeidae*) юго-восточной части Балтийского моря // Вопр. ихтиологии. 2005. Т. 45, № 1. - С. 98–108.
17. Боркин, И.В., Пожинская, И.А., Кузнецов, А.Ф. Многолетняя динамика уловов и некоторые черты биологии шпрота (кильки) в восточной части Финского залива // Рыбное хозяйство. - 2018. – № 2. - Москва, Изд. ФГБУ «ЦУРЭН». – С. 40-45.

FEATURES OF THE FISHERY AND BIOLOGY OF THE BALTIC SPRAT IN THE GULF OF FINLAND OF THE BALTIC SEA

Borkin Igor Victorovich, Ph. D, leading research worker;
Pozhinskaya Irina Anatolyevna, research worker, full-time graduate student

St. Petersburg Branch of The Federal State Budgetary Scientific Establishment
"Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography", "State Research Institute
on Lake and River Fisheries Named after L. S. Berg", St. Petersburg, Russia,
e-mail: bormarine@rambler.ru, neva.2018@inbox.ru

The paper presents the fishery and biological features of the Baltic sprat in the Gulf of Finland of the Baltic Sea. The dynamics of the commercial catches and distribution of the Baltic sprat during 2017-2018 are considered. The data on the catches of the species in the eastern part of the Finish Gulf from 1949 to 2018 are showed. The reasons and conditions of the considerable alterations of the sprat catches are analyzed which is the part of the Baltic herring's fishing clusters. The main biological characteristics of the species on the materials of the fishery investigations during 2016-2018 are presented

УДК 597.553.2-113.4(282.247.2)(06)

РОСТ КОРЮШКИ (OSMERUS EPERLANUS EPERLANUS L.) В РЕКАХ БАСЕЙНА КУРШСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Бурбах Анна Сергеевна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии;
Шибает Сергей Вадимович, заведующий кафедрой ихтиологии и экологии,
д-р биол. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: anna.burbakh@klgtu.ru

Корюшка, нагуливаясь в Балтийском море, на нерест идет в реки бассейна Куршского залива. В период нерестовой миграции ведется интенсивный сезонный промысел корюшки как в заливе, так и в реках бассейна. Знание биологических параметров популяции имеет важное практическое значение, в том числе с точки зрения регулирования промысла. Дана характеристика роста европейской корюшки в реках бассейна Куршского залива Балтийского моря по фактическим дан-

ным и результатам обратных расчислений длины рыбы по радиусам годовых колец отолитов. Показана относительная стабильность линейного роста. Полученные уравнения, описывающие рост корюшки, могут быть использованы в промысловых моделях запаса при отсутствии данных натурных наблюдений.

Введение

Корюшка и ее жилиая форма снеток являются важными объектами промысла в Куршском заливе и реках его бассейна. Исследование биологических характеристик корюшки, заходящей на нерест в реки бассейна Куршского залива, были посвящены эпизодические работы ряда авторов [1, 2, 3], выполненные до 90-х гг. прошлого столетия, а многие аспекты биологии остаются плохо изученными, в том числе рост. При этом, изучение роста имеет важное практическое значение. Полученные результаты и зависимости могут быть использованы для описания размеров особей возрастных групп, которые редко встречаются в уловах, а в промысловых моделях для расчета запасов. Изменения исследуемых параметров могут служить индикаторами влияния антропогенных (интенсивность промысла), абиотических и биотических факторов.

Цель данной работы – характеристика линейного роста корюшки, заходящей на нерест в реки бассейна Куршского залива по наблюдаемым данным и обратным расчислениям длины рыбы по радиусам годовых колец отолитов.

Материал и методика

Материалом для работы послужили данные промысловых и контрольных уловов за период с 2012 по 2018 гг. Промысловый лов ведется закидными неводами длиной 36, 60 и 90 м, высотой 6-9 м с шагом ячеи 11-12 мм. Контрольный лов осуществляется при помощи невода с шагом ячеи 4 мм. Все уловы подвергались стандартной обработке: определялся видовой состав по численности и массе, проводились массовые промеры (335,0 тыс. экземпляров) и биологический анализ (7,9 тыс. особей). При анализе биологических характеристик использовалась промысловая длина, возраст определялся по отолитам (методика Чугуновой Н. И.) [4] для 2,8 тыс. экз. рыб. Обратные расчисления длины рыб по радиусам годовых колец отолитов были проведены по материалам 2015 г. (166 экз.) по методике С.В. Шибачева [5, 6].

Результаты исследований и обсуждение

Корюшка растет на протяжении всей жизни. Размерно-весовые показатели нерестовой части популяции корюшки показали, что средняя длина колебалась в пределах от 8,3 см в годовалом возрасте до 20,4 см у семигодовалых особей, средняя масса изменялась от 4,7 до 82,6 г (рис. 1). Значительные колебания весовых показателей отмечены для старших возрастных групп, где преобладают самки с развитыми гонадами, которые в нерестовый период составляют до 20% от массы тела рыбы. Линейный рост корюшки наиболее интенсивный в первые три года жизни рыбы, т.е. до возраста массового полового созревания. Весовой рост характеризуется достаточно интенсивным увеличением с возрастом, наиболее интенсивный прирост массы отмечен на 2-4 годах жизни.

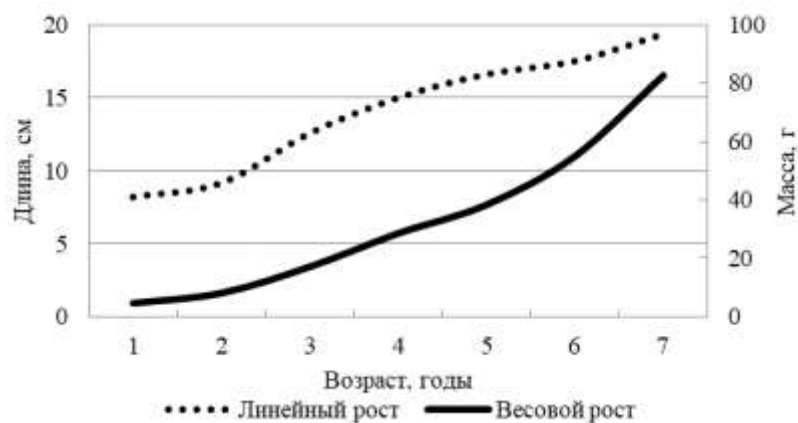


Рис. 1. Линейный и весовой рост корюшки в реках бассейна Курицкого залива

Оценка темпов линейного и весового роста по наблюдаемым данным показала, что в целом, линейный и весовой рост имеют схожий характер. Возрастная динамика линейного роста аналогична изменению массы тела.

В результате проведения обратных расчислений роста корюшки была установлена зависимость между радиусом отоликов и длиной рыбы, которая описывается линейной функцией (коэффициент корреляции равен 0,89) (рис. 2).

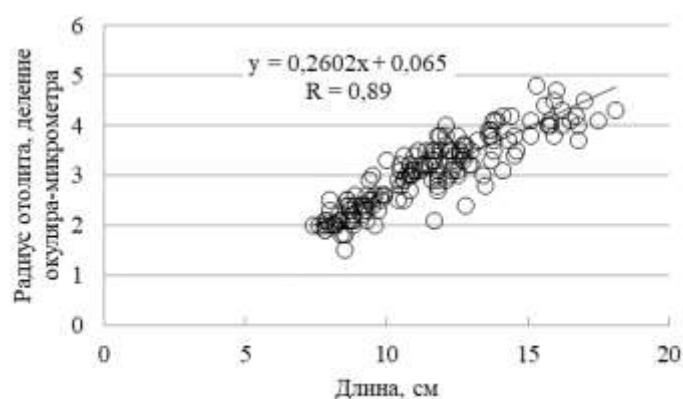


Рис. 2. Зависимость между радиусом отоликов и длиной корюшки рек бассейна Курицкого залива

Зная коэффициенты выше указанной зависимости, и имея данные обратных расчислений, можно установить длину, которую рыба имела в том или ином возрасте. Проведенные расчеты (табл. 1) позволили установить размерно-возрастные показатели корюшки в каждом конкретном году.

Таблица 1

Линейный рост корюшки в различные годы по обратным расчислениям

Годы	Длина, см					
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
2015	-	10,3	12,0	13,9	15,5	16,5
2014	7,1	9,1	11,5	13,3	14,5	-
2013	6,6	9,1	11,2	13,3	-	-
2012	6,6	8,7	12,0	-	-	-
2011	6,6	8,4	-	-	-	-
2010	5,5	-	-	-	-	-

Анализ результатов обратных расчислений показывает проявление «феномена Розы Ли» [7], т.е. оценка размера рыб младших возрастов, рассчитанная по отолитам более старших рыб, меньше, чем истинный средний размер особей в рассматриваемом возрасте. Проявление данного феномена обнаруживается при проведении обратных расчислений длины рыб и объясняется влиянием коэффициента смертности на разноразмерных рыб: для более крупных особей он больше, чем для мелких. Такое влияние смертности на оценку роста может объясняться несколькими причинами. Первое, естественная размерная селективность – быстрорастущие особи раньше достигают половозрелости, стареют и погибают, чем медленнорастущие особи того же поколения. Второе, промысловая селективность – крупные особи определенного поколения первыми вступают в промысловое стадо, и это часто происходит за несколько лет до вступления в промысловое стадо более мелких особей данного поколения [8]. Вследствие выявленного феномена, полученные результаты не позволяют установить средние размеры годовиков, но, в целом, они отражают общебиологический закон: темп линейного роста имеет тенденцию снижения с возрастом.

Полученные размерно-возрастные данные характеризуют средние значения длин разных возрастных групп рыб поколений разных лет, поскольку анализируются лишь наблюдаемые размеры рыб, принадлежащих к различным поколениям, которые они имели в том или ином возрасте в различные годы, а не сам процесс роста. С учетом этого и выявленного «феномена Розы Ли» был применен другой подход к описанию теоретического роста по данным обратных расчислений. В основу исследований особенностей роста корюшки по данным обратных расчислений было положено формальное представление этого процесса с использованием уравнения Берталанфи [9], параметры которого определялись методом Форда-Уолфорда [10, 11]. Нами были проанализированы только линейные показатели.

Результаты расчетов параметров уравнения Форда-Уолфорда и Берталанфи представлены в таблице 2

Таблица 2

Коэффициенты уравнений роста Форда-Уолфорда и Берталанфи

Годы	Коэффициенты уравнения Форда-Уолфорда			Коэффициенты уравнения Берталанфи			
	a	b	г	L_{∞}	K	c	t_0
2015	4,05	0,89	0,99	35,4	-0,12	3,45	0,9
2014	4,05	0,82	0,99	22,7	-0,20	2,94	0,9
2013	4,46	0,75	1,00	18,0	-0,28	2,66	0,8

Полученные значения коэффициента b уравнения роста Форда-Уолфорда в годы наблюдений имеют близкие значения, что позволяет сделать вывод о стабильности роста в исследуемый период, поскольку данный коэффициент показывает угол наклона кривой роста.

Знание о стабильности роста в исследуемый период позволяет рассчитать длину годовика корюшки путем нахождения зависимости между длиной годовика (l_1) и возрастом рыбы (t) (рис. 3).

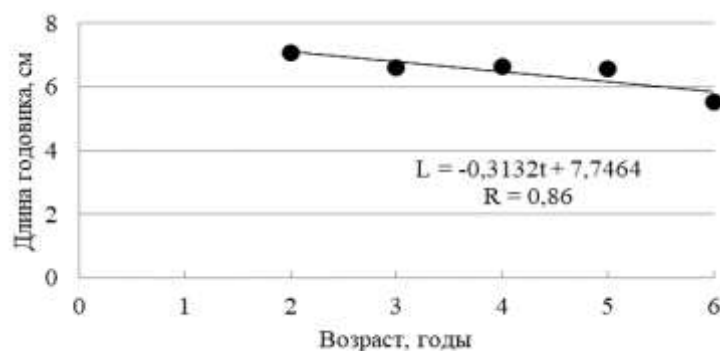


Рис. 3. Зависимость между средней длиной годовика и возрастом рыбы: при проявлении «феномена Розы Ли»

Полученные результаты не отражают межгодовую динамику роста корюшки, так как представлены средние значения длин разных возрастных групп, относящихся к поколениям разных лет. В связи с этим, эти данные были приняты за основу при определении средних величин прироста каждой возрастной группы внутри одного поколения, что наряду со знанием длины годовика позволило определить гипотетические значения линейного роста в каждом году, т.е. значения длины, которые корюшка могла бы достигнуть, если условия окружающей среды в каждом году были стабильны. Исходя из этого, была определена межгодовая динамика роста следующим образом: к средней длине годовиков прибавлялись полученные значения прироста первой возрастной группы определенного года и, таким образом, были получены абсолютные средние значения длины двухгодовиков, к которым в свою очередь прибавлялись средние значения прироста второй возрастной группы и получили значения длины трехгодовиков и т.д. Показатели гипотетического роста представлены в таблице 3.

Таблица 3

Гипотетические показатели роста корюшки Куршского залива по данным обратных расчислений

Годы	Длина, см					
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
2015	7,4	10,6	13,5	15,9	18,1	20,1
2014	7,4	9,9	12,4	14,5	15,7	-
2013	7,4	9,8	12,3	13,5	-	-

На основании гипотетических значений линейного роста корюшки для каждой возрастной группы были построены гипотетические кривые стабильного линейного роста (рис. 4), отражающие темп линейного роста в стабильных условиях.

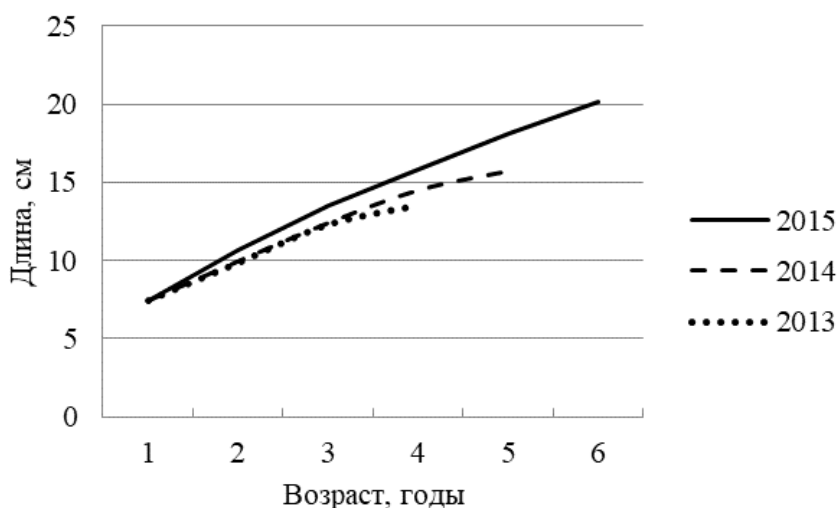


Рис. 4. Гипотетические кривые стабильного роста корюшки Куршского залива

Сравнение полученных кривых роста по обратным расчислениям с гипотетическими кривыми стабильного роста показывает близость кривых в годы исследований. Расхождение кривых для старших возрастных групп в 2015 году можно объяснить их недостаточным количеством на этапе выполнения обратных расчислений (рис. 5).

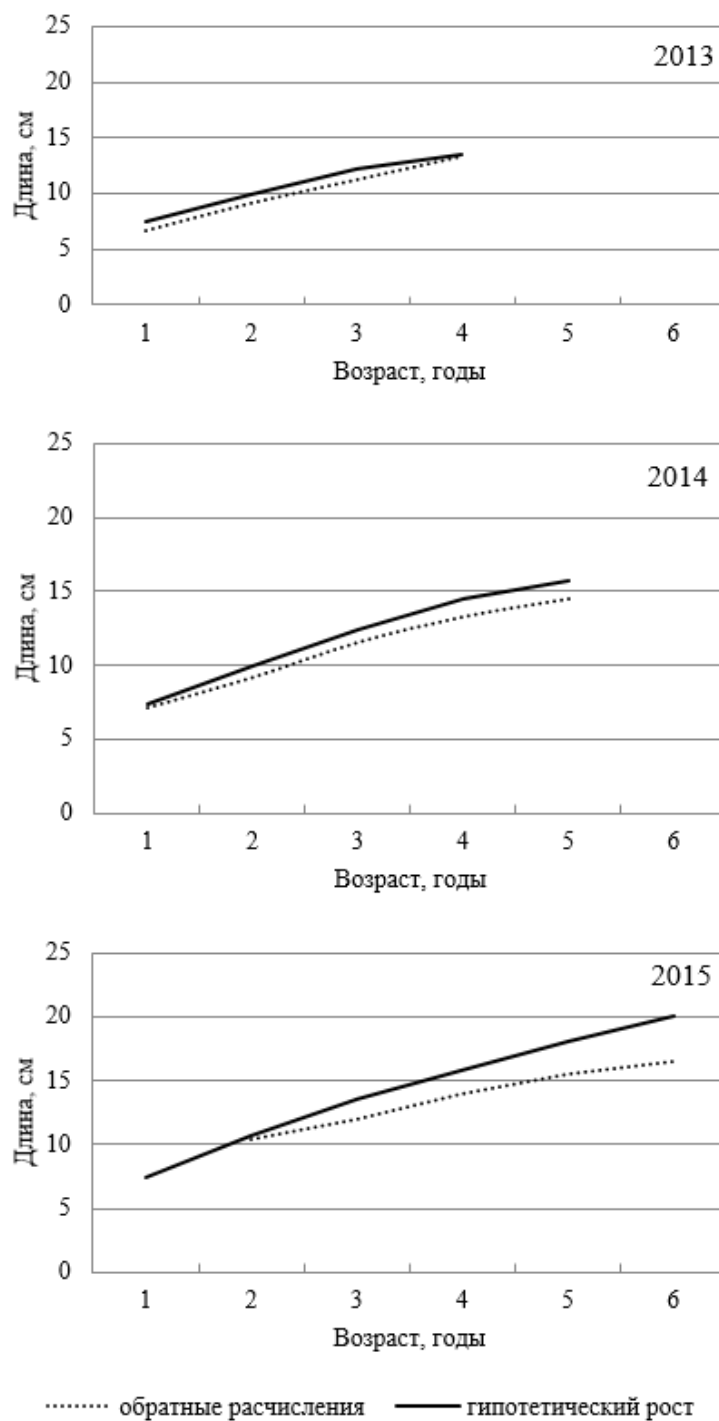


Рис. 5. Кривые гипотетического роста и кривые роста по обратным расчислениям корюшки Куриского залива в 2013-2015 гг.

Закключение

Полученные данные позволяют говорить о достаточно стабильном росте корюшки. Это указывает на относительное постоянство основных факторов, определяющих темп роста вида в водоеме. Корюшка вырастает до 20,0 см за 6 лет, длина годовика составляет 7,4 см. Ежегодный темп линейного прироста уменьшается с возрастом, что согласуется с биологическими законами темпа роста рыб. Полученные математические уравнения, описывающие рост корюшки, могут быть использованы в расчетах при отсутствии натурных наблюдений и в промысловых моделях запаса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайгалас К. С., Миштаутайте В. Т. Основные черты экологии и динамика промысловых уловов проходной формы европейской корюшки *Osmerus eperlanus* (L.) в заливе Куршю Марес и низовье р. Нямунас // *Вопр. ихтиологии*. - 1980. - Т. 20. - вып. 4. - С. 625–634.
2. Манюкас И. Ихтиофауна, состояние запасов и промысел рыб в заливе Куршю марес. - Вильнюс. - 1959. - С.293-403
3. Носкова Е.Д. Биология снетка *Osmerus eperlanus eperlanus* m. *spirinchus* (Pallas) и колебания его численности в Куршском заливе Балтийского моря: дис. ...канд.биол.наук. - Калининград, 1968. – 238 с.
4. Чугунова Н.И. Руководство по методике определения возраста и роста рыб. - М., изд-во АН СССР, 1959, - 158 с.
5. Шибаев С.В. Рост, баланс энергии и обеспеченность пищей леща Чебоксарского водохранилища // *Сб. науч. тр. / ГосНИОРХ*. - 1987. - № 276. – С. 93-109.
6. Шибаев С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях. - Калининград: КГТУ, 2004. – 315 с.
7. Lee R.W. A review of the methods of age and growth determination// *Fishery journal of investigation*. – 1920. - V.2 (4)
8. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищ. про-сть, 1979. - 408 с.
9. Bertalanffy L. A quantitative theory of organic growth // *Human biology*. – 1938. – V.10. – pp. 181-213
10. Шибаев С.В. Промысловая ихтиология. - Калининград: ООО «Аксиос», 2014. - 535 с.
11. Walford L.A. A new graphic method of describing the growth of animals // *Biol. Bull.* – 1946. V.90 (2). - pp. 141-147

THE GROWTH OF THE SMELT (*OSMERUS EPERLANUS EPERLANUS* L.) IN THE RIVERS OF THE CURONIAN LAGOON BASIN OF THE BALTIC SEA

Burbakh Anna Sergeevna, chief engineer;

Shibaev Sergey Vadimovich, professor, head of the department of ichthyology and ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: anna.burbakh@klgtu.ru

Smelt feeds in the Baltic Sea, migrate for spawning in rivers of the Curonian Lagoon. During the spawning migration period there is an intense smelt fishery in the Curonian Lagoon and in the rivers of the basin. Knowledge of the biological parameters of the population has the practical importance, including for regulating the fishery. The characteristic of European smelt growth in the rivers of the Curonian Lagoon of the Baltic Sea basin is given according to actual data and the results of reverse calculations of the length of fish along the radii of annual otolith rings. The relative stability of linear growth is shown. The obtained equations describing the growth of smelt can be used in commercial stock models in the absence of field observations

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ РАЧКА АРТЕМИИ В ПЕРИОД ОПРЕСНЕНИЯ ГИПЕРГАЛИННЫХ ОЗЕР (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА КУЛУНДИНСКОЕ)

Веснина Любовь Викторовна, д-р биол. наук, профессор
(руководитель Алтайского филиала ФГБНУ ВНИРО («АлтайНИРО»));
Васильева Алёна Сергеевна, (ст. лаборант лаборатории гидробиологии
Алтайского филиала ФГБНУ ВНИРО («АлтайНИРО»))

Алтайский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АлтайНИРО»), Барнаул, Россия, e-mail: artemiaalt@mail.ru

Вследствие увеличения общего уровня увлажнённости территории, озеро Кулундинское испытывает тенденцию к снижению минерализации. В связи с этим наблюдаются изменения в вылове(добыче) основного промыслового ресурса – артемии (на стадии цист), а биота пополняется солоноватоводными видами. В условиях пониженной минерализации воды у рачков наблюдается уменьшение значений морфометрических показателей, за исключением размеров овисака. Отмечено также влияние минерализации на плодовитость и состав содержимого яйцевых мешков

Введение

Кулундинское озеро – самый большой гипергалинный водоём, расположенный на территории Алтайского края. Площадь акватории 728,0 км², со средней глубиной 2,5 – 3,0 метра. Высота над уровнем моря – 99,0 метров [1].

Средняя температура января –18,0°С, июля 21,0°С. Годовое количество осадков 250,0 – 350,0 мм. В озеро впадают реки Суетка и Кулунда. Озеро бессточное, поэтому уровень воды подвержен вековым и многолетним колебаниям, отражающим фазу водности. Минерализация озера колеблется от 70,0 – 100,0 до 260,0 г/л в зависимости от сезона [2].

Типичными представителями зоопланктона являются галофильный жаброногий рачок р. *Artemia* (партеногенетическая раса), солоноватоводные виды коловраток (Rotifera) и веслоногих рачков (Copepoda) [3].

Материалы и методы

Объектом исследований послужили структура популяции, численность и морфологические особенности галофильного жаброногого рачка рода *Artemia* Leach, 1819 и факторы, влияющие на их изменения в озере Кулундинское. Материалом исследования стали пробы зоопланктона, собранные на озере Кулундинское в 2017 и 2018 гг.

Исследования на озере Кулундинское проводили в период с апреля по октябрь (ежемесячно), согласно программе мониторинга гипергалинных водоемов. На каждой станции ежемесячно измерялась температура воды, температура воздуха, минерализация и прозрачность воды. На тех же станциях ежемесячно отбирались пробы зоопланктона, образцы цист артемии и пробы воды на гидрохимический состав. Отбор, фиксацию и обработку гидробиологических проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка артемии по акватории озера проводились по стандартным методикам на постоянно выделенных станциях наблюдения. Опреснение озера Кулундинское наблюдалось в 2017-2018 гг., в связи с чем приведены биологические численные характеристики рачка артемия.

Для морфометрических исследований рачка использовали живой и фиксированный материал. Анализ проводили по 13 морфологическим показателям (11 пластических и 2 меристических). В зависимости от количества особей в пробе анализировались от 5 до 25 самок. Анализ проб проводился в лабораторных условиях по таким показателям как длина тела (tl), длина цефалоторакса (cl), длина абдомена (al), отношение длины цефалоторакса к длине абдомена (cl/al), ширина абдомена (aw), длина овисака (lw), ширина овисака (ow), расстояние между глазами (de), диаметр глаза(ed), длина первой антенны (la), ширина головы (hw), длина правой фуркальной ветви (fl-r), длина левой фуркальной ветви (fl-l), число щетинок на правой фуркальной ветви (sf-r), число щетинок на левой фуркальной ветви (sf-l).

Особенности условий обитания рачка артемии в условиях абиотических факторов озера Кулундинское

В апреле 2017 численность рачка составляла $979,50 \pm 19,51$ тыс. экз/м³ основу популяции составляли науплии (таблица 1). В этом месяце происходило пополнение озера тальми водами с пониженных участков водосборной площади, минерализация в среднем по станциям составляла $90,1 \pm 6,4$ г/л. С середины мая общая численность рачков была более 90 тыс. экз/м³, основой популяции были науплиусы, около 9,0 % составляли ювенильные и около процента предвзрослые особи. В июне, как и в последующих месяцах в составе популяции присутствовали все возрастные стадии. Численность предвзрослых особей превышала остальные. Тенденция меняется к июлю, численность науплиусов становится больше, чем в предыдущем месяце, как и численность ювенильных, которое увеличивается почти в пять раз. Далее к октябрю происходит спад численности, вызванный понижением температуры воды и воздуха.

Таблица 1

Динамика численности разных стадий развития рачка артемии и цист (гидратированных и дегидратированных) в озере Кулундинское, 2017 г.

Дата	Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м ³				Численность цист, тыс. экз/м ³
	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые	
28.04.2017	$979,50 \pm 19,51$	0	0	0	$849,91 \pm 346,62$
18.05.2017	$86,42 \pm 12,62$	$7,65 \pm 2,22$	$0,19 \pm 0,10$	0	$267,33 \pm 40,91$
15-16.06.2017	$5,93 \pm 1,98$	$2,35 \pm 0,48$	$14,61 \pm 3,71$	$0,15 \pm 0,03$	$129,06 \pm 23,60$
14-15.07.2017	$22,03 \pm 2,83$	$12,50 \pm 1,57$	$2,31 \pm 0,38$	$0,92 \pm 0,10$	$647,08 \pm 105,71$
17-18.08.2017	$1,89 \pm 0,53$	$2,48 \pm 0,61$	$0,39 \pm 0,05$	$1,08 \pm 0,13$	$335,69 \pm 52,88$
15.09.2017	$1,76 \pm 0,41$	$0,09 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,02$	$432,30 \pm 64,12$
05-06.10.2017	$0,02 \pm 0,003$	$0,005 \pm 0,001$	$0,001 \pm 0,002$	$0,03 \pm 0,004$	$123,73 \pm 12,53$

Заканчивается вегетационный период осенью, в конце октября – начале ноября. В среднем длительность периода вегетации составляет 207 дней, в 2017 г. период вегетации составил около 204 дней. В 2017 значение рН находится в щелочной области шкалы 8,71 (среднее значение за вегетационный сезон 2017 г.).

В апреле 2018 г., так же как и в прошлом году, основу составляли науплии, но их количество заметно снизилось и составляло $40,56 \pm 11,33$ тыс. экз/м³ (таблица 2). В мае присутствуют две возрастные группы – науплии и ювенильные. В июне наблюдается появление половозрелых рачков, но из-за неблагоприятных условий их очень мало в среднем $0,01 \pm 0,004$ тыс. экз/м³ по водоёму. В июле численность науплий уменьшается в 29 раз, однако количество ювенильных увеличивается до $0,03 \pm 0,02$ тыс. экз/м³ так же как численность предвзрослых увеличивается до $0,96 \pm 0,40$ тыс. экз/м³. Далее из-за низких температур количество рака сокращается. В августе происходит небольшое увеличение численности рачка артемии на всех

возрастных стадиях, но оно по прежнему меньше, чем в августе 2017 года. В сентябре эта ситуация сохраняется, а в октябре количество науплий равнозначно количеству науплий 2017 года. В этот период ювенильных рачков – 0,35 тыс. экз/м³ количество предвзрослых и взрослых особей составляет 0,04 тыс. экз/м³.

Таблица 2

Динамика численности разных возрастных групп рачка артемии и солоноватоводных видов зоопланктона в течение 2018 г.

Дата	Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м ³				зоопланктеры тыс. экз/м ³		
	Науплии	Ювенильные	Предвзрослые	Половозрелые	<i>Rotifera</i>	<i>Cladocera</i>	<i>Copepoda</i>
25.04.2018	40,56±11,33	0	0	0	0	0,06±0,003	2,10±1,58
16.05.2018	65,46±14,74	0,58±0,15	0	0	0	0	12,91±6,05
22.06.2018	2,22±1,36	9,41±2,46	4,09±1,50	0,01±0,004	47,30±17,55	0	15,88±5,93
25.07.2018	0,11±0,05	0,03±0,02	0,96±0,40	0	373,39±86,00	93,61±25,78	8,40±2,40
26.08.2018	0,38±0,10	0,08±0,04	1,02±0,64	1,73±1,01	383,70±61,50	86,40±18,75	43,00±24,31
22.09.2018	0,43±0,12	0,13±0,05	0,03±0,02	0,41±0,10	154,92±25,63	2,92±1,44	16,40±5,19
14.10.2018	0,02±0,01	0,35±0,17	0,04±0,02	0,04±0,02	102,13±20,31	0,01±0,005	16,27±3,84

В целом, в вегетационный период 2018 г. популяция артемии в озере Кулундинское развивалась при удовлетворительной температурной обеспеченности, в условиях трансгрессивной фазы водности, величина солёности воды была ниже пределов оптимума для роста и размножения рачков артемии и составляла в среднем 81,23±4,05 г/л. Среднегодовая численность рачков артемии всех стадий развития в 2018 г. составляла 22,42±4,13 тыс. экз/м³.

Исходя из полученных данных, на динамику численности оказывают непосредственное влияние температура и минерализация воды. Корреляция между температурой воды за вегетационный период и численностью артемии выражается прямо пропорциональной зависимостью: $y = 5,60x \pm 6,25$, с коэффициентом, равным 0,678 (при $p=0,01$) [4].

Как известно для оз. Кулундинское характерно развитие 3 – 4 генерации, в зависимости от условий окружающей среды. Первые науплии в оз. Кулундинское появляются в ранневесенний период, как это было в 2017 году при наступлении благоприятных температурных условий [5]. На длительность развития и созревания жабронога существенно влияет температурный режим, от этого зависит начало генерации [6]. При благоприятных условиях в мае половозрелые особи отмечаются с середины июня. Основной пик общей численности рачков приходится на летние месяцы (июнь–август). Популяция артемии характеризуется неравномерностью распределения по акватории, в пространстве и времени [7]. Минерализация, в летний период снизилась с 80,0 до 75,1 г.

В 2018 году благодаря уменьшению минерализации в составе биоты появилось большое количество представителей солоноватоводного зоопланктона. Коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки.

Структура популяции и плодовитость рачка артемии в озере Кулундинское

Первая генерация самок 2017 года приходилась на июнь. Для содержимого овисака первой генерации характерно большое разнообразие семенных продуктов. Плодовитость составляла 22,5 экз/особь. Самок с цистоношением зарегистрировано 20,0 %, с летним яйцом 44,0; с летним яйцом и семенным материалом 4,0 и с семенным материалом 32,0 % (рис.1).

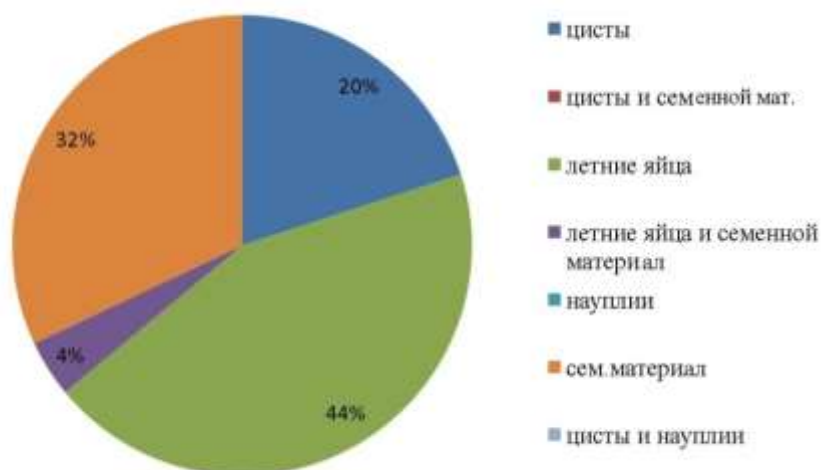


Рис. 1. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок I генерации, % (2017 г.)

Для содержимого овисака второй генерации самок, как и для первой характерно большое разнообразие семенных продуктов. Самок с цистоношением было 16,0 %; с цистами и семенным материалом 60,0; с летним яйцом 16,0; с летним яйцом и семенным материалом 4,0 % (рис. 2).

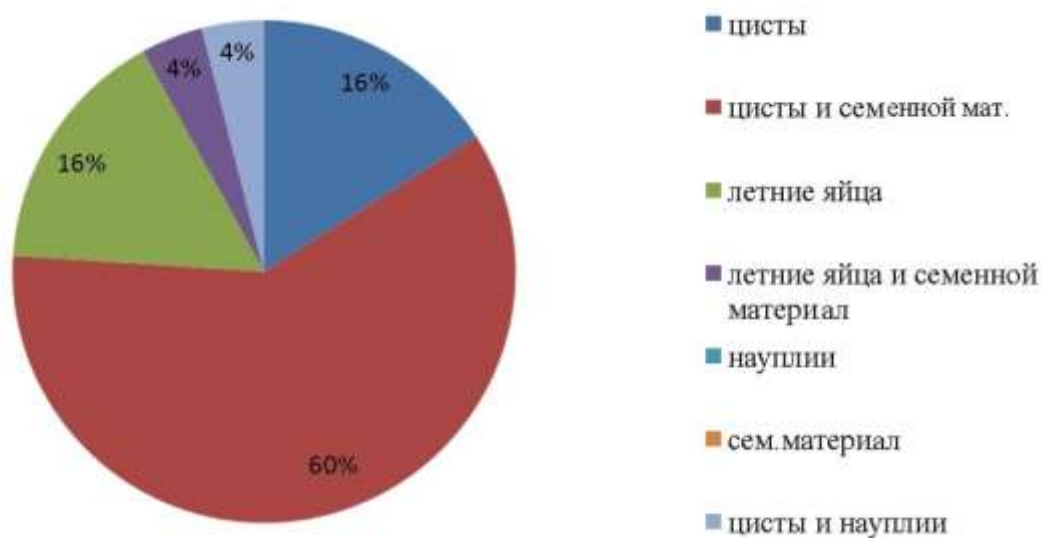


Рис. 2. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок II генерации, % (2017 г.)

В связи с наступлением температур, относящихся к зоне субпессимума для развития артемии, в популяции увеличилась доля самок с цистоношением – 1,004 тыс. экз/м³. Средняя плодовитость самок в этот период составляла 26,5 экз/особь (цистоношение).

Как и для предыдущих генераций был исследован состав содержимого овисака. В третьей генерации соотношение и состав семенных продуктов были разнообразны. Самки с цистоношением составляли 48,0 %; с цистами и семенным материалом 28,0; с летним яйцом 4,0; с летним яйцом и семенным материалом 12,0; и с семенным материалом 8,0 % (рис. 3).

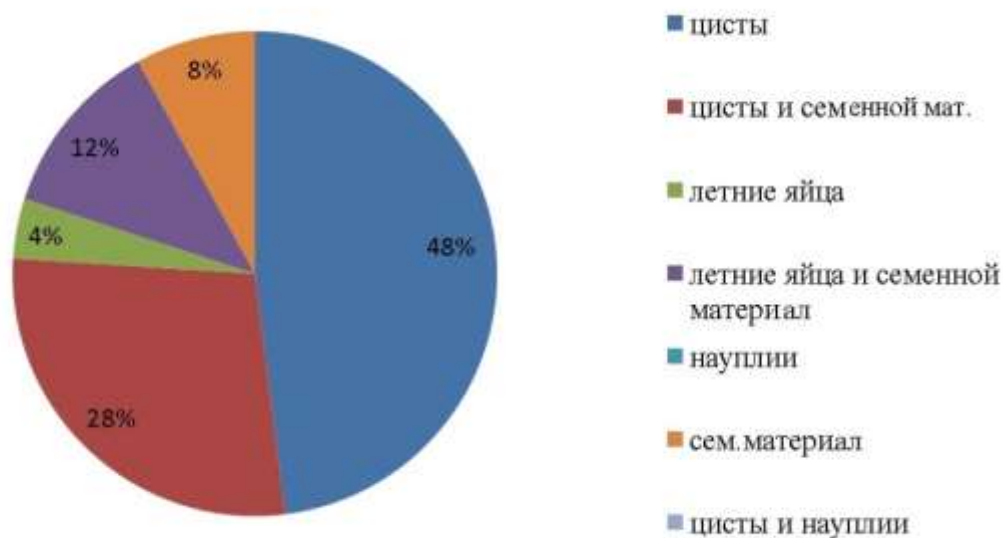


Рис. 3. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок III генерации, % (2017 г.)

Для содержимого овисака первой генерации 2018 года характерно меньшее разнообразие семенных продуктов. Самки с цистоношением составляли 32,0 %; с цистами и семенным материалом 44,0; и с семенным материалом 24,0 %. Самок с летним яйцом не наблюдалось (рис.4).

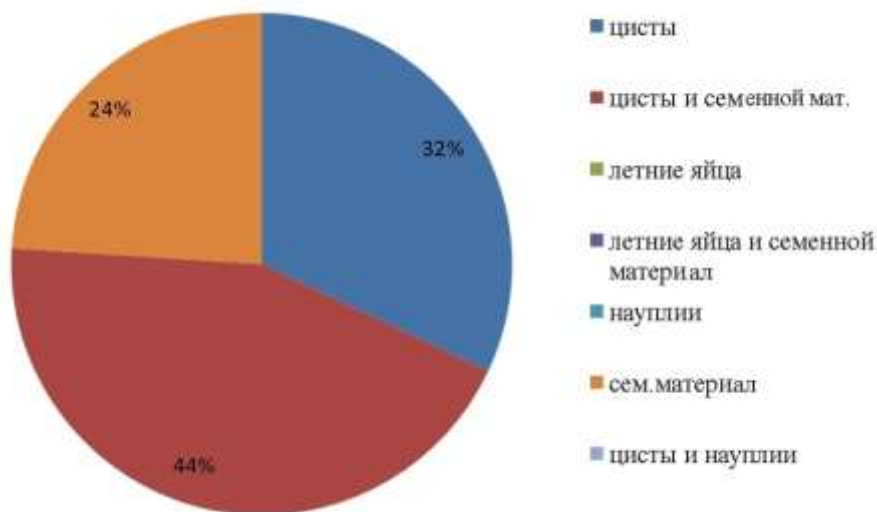


Рис. 4. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок I генерации, % (2018 г.)

Содержимое овисаков самок второй генерации 2018 так же не отличалось разнообразием. Самки с цистами – 28,0 %; с цистами и семенным материалом 32,0 и с семенным материалом 40,0 % (рис.5).

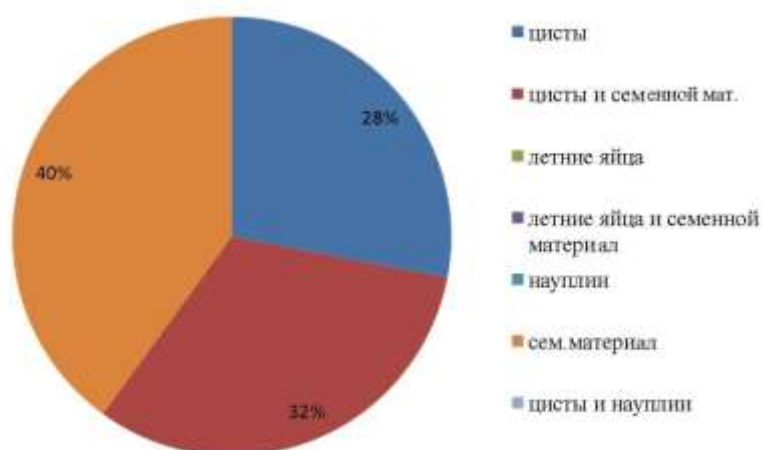


Рис.5. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок II генерации, % (2018 г.)

Меньшее разнообразие, по сравнению с 2017 годом, наблюдалась и в третьей генерации 2018 года. Самки с цистами – 40,0 %; с цистами и семенным материалом 40,0 % и семенным материалом 20,0 % (рис.6).

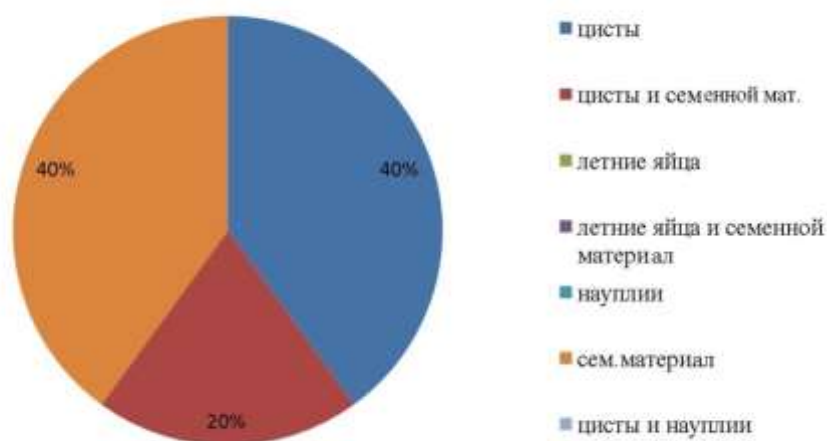


Рис.6. Соотношение содержимого яйцевых мешков самок III генерации, % (2018 г.)

В результате исследований выяснилось, что изменение минерализации на 10,0 г/л повлияло не столько на изменение морфометрических показателей, сколько на состав семенных продуктов в овисаках самок.

Изменчивость морфологических показателей рачка артемии

В зависимости от условий среды изменяются морфометрические показатели особей. Наиболее вариабельными показателями у половозрелых особей являются длина тела, длина фурки и количество щетинок на ее лопастях.

Первая генерация самок была отмечена в июне 2017 года. В отличие от самок первой генерации 2018 года, которые были обнаружены в августе. Сдвиг на два месяца произошёл из-за пониженной температуры в мае. Сравнения самок разных лет показали, что средняя длина тела июньских самок составляла $9,3 \pm 0,23$ мм, в отличие от самок августа, где $tl - 9,0 \pm 0,14$ мм. В связи с этим показатели длины абдомена в июне (2017 г.) равны $4,2 \pm 0,09$, показатели в августе (2018г.) – $4,0 \pm 0,06$ мм. Средняя длина цефалоторакса практически сопоставима у самок, сравниваемых

генераций (июнь (2017г.) – $5,0 \pm 0,16$ мм; август (2018г.) – $5,0 \pm 0,10$ мм). Значительные изменения произошли в ширине абдомена, у самок из популяции, отмеченной в июне (2017 г.) ширина на 1 мм больше, чем у самок из популяции августа (2018г.) и равна $0,6 \pm 0,01$. Средняя ширина и длина овисака (ow и lw) у самок первой генерации 2018 года была одинакова и равнялась – $1,0 \pm 0,04$. У самок июня эти величины различались ow – $1,3 \pm 0,05$ мм, lw – $1,4 \pm 0,05$ мм. Далее сравниваются параметры головы рачка артемии. Ширина головы (hw), расстояние между глазами (de), диаметр глаза (ed) и длина антенн (la). Наибольшее различие просматривается в значении показателя расстояние между глазами. В генерации августа оно больше на 1 мм и равно $1,3 \pm 0,02$. Практически не изменилось значение hw составлял $0,6 \pm 0,02$ мм (июнь, 2017 г.) и $0,6 \pm 0,01$ (август, 2018г.); значение ed было 0,2 (июнь, 2017 г.) и $0,2 \pm 0,01$ мм (август, 2018 г.). Значение la поменялось незначительно $0,5 \pm 0,04$ мм (июнь, 2017г.) и $0,6 \pm 0,03$ мм (август, 2018 г.).

Размеры фурок (fl-l и fl-r) первой популяции 2018 года меньше, чем у популяции июня (2017 г.). Левая и правая фурки почти у всех самок не отличаются по длине в июне – $0,3 \pm 0,03$ мм; в августе – $0,2 \pm 0,01$ мм. Среднее количество щетинок на левой фурке в июне – $4,5 \pm 0,45$ мм, на правой – $4,6 \pm 0,44$ мм. Среднее количество щетинок на левой и правой фурке в августе совпадают – $2,8 \pm 0,22$. На основе полученных данных был построен график (рис.7).

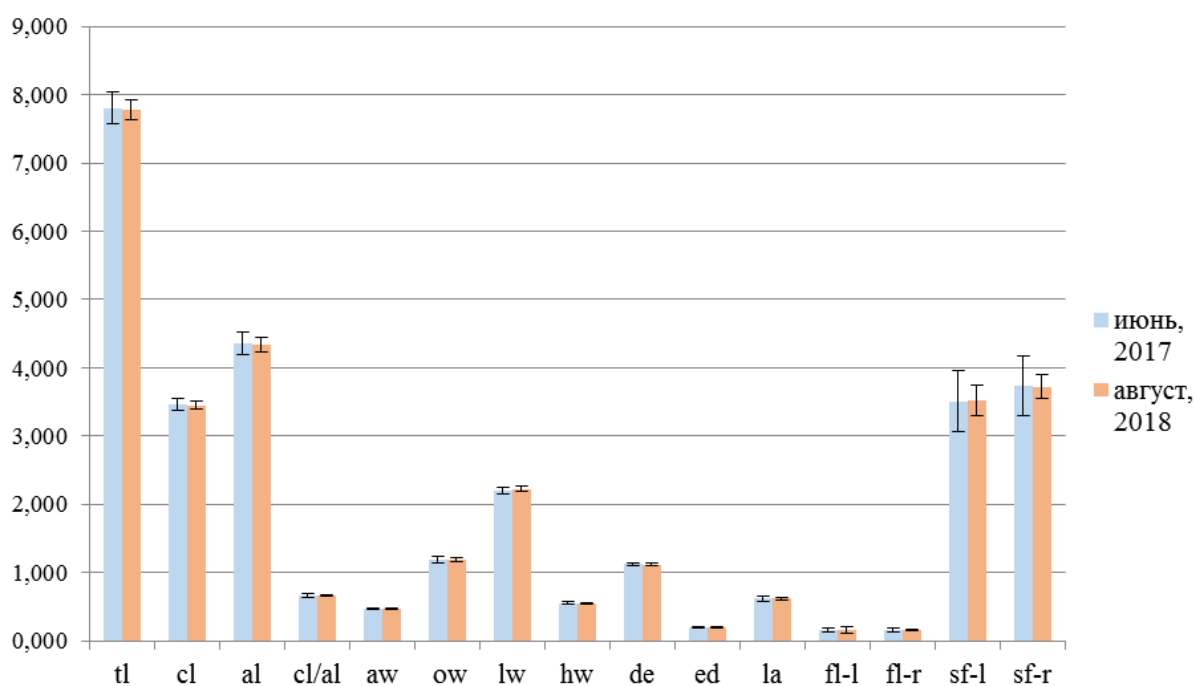


Рис. 7. Изменение морфометрических показателей самок I генерации, 2017–2018 гг.

Анализ графика показал, что отличия статистически незначительные. Более вариабельный показатель количество щетинок на фурках, менее вариабельный – длина и ширина овисака.

Далее сравнивалась вторая генерация 2017 года (июль) и 2018 года (сентябрь). Общая длина тела отличается почти на 0,8 мм, что свидетельствует о неблагоприятных условиях для жизнедеятельности популяции артемии в 2018 году. Так как средняя длина цефалоторакса у самок июля равна $4,2 \pm 0,08$ мм, и это на 0,1 мм больше, чем у самок сентября, основные изменения, повлекшие уменьшение общей длины, произошли со средней длиной абдомена, которая изменилась более чем на 0,6 мм. Ширина абдомена, диаметр глаза, длина антенн, изменились всего на 0,1 мм, а ширина головы не поменялась вовсе и составляла $0,6 \pm 0,02$ мм. Несмотря на то что длины правой и левой фурок практически не изменились (в июле – $0,3 \pm 0,01$ мм; в сентябре – $0,1 \pm 0,01$ мм), количество щетинок изменилось значительно. В генерации июля количество щетинок на левой фурке $4,5 \pm 0,53$ мм; на правой фурке $4,6 \pm 0,57$. В генерации сентября количество щетинок на левой фурке $3,0 \pm 0,20$; на правой фурке $2,9 \pm 0,17$. Основываясь на этих данных можно сделать вывод, что самым вариабельным для вторых генераций были показатели tl, al, ow, lw, sf-l и sf-r. (рис.8).

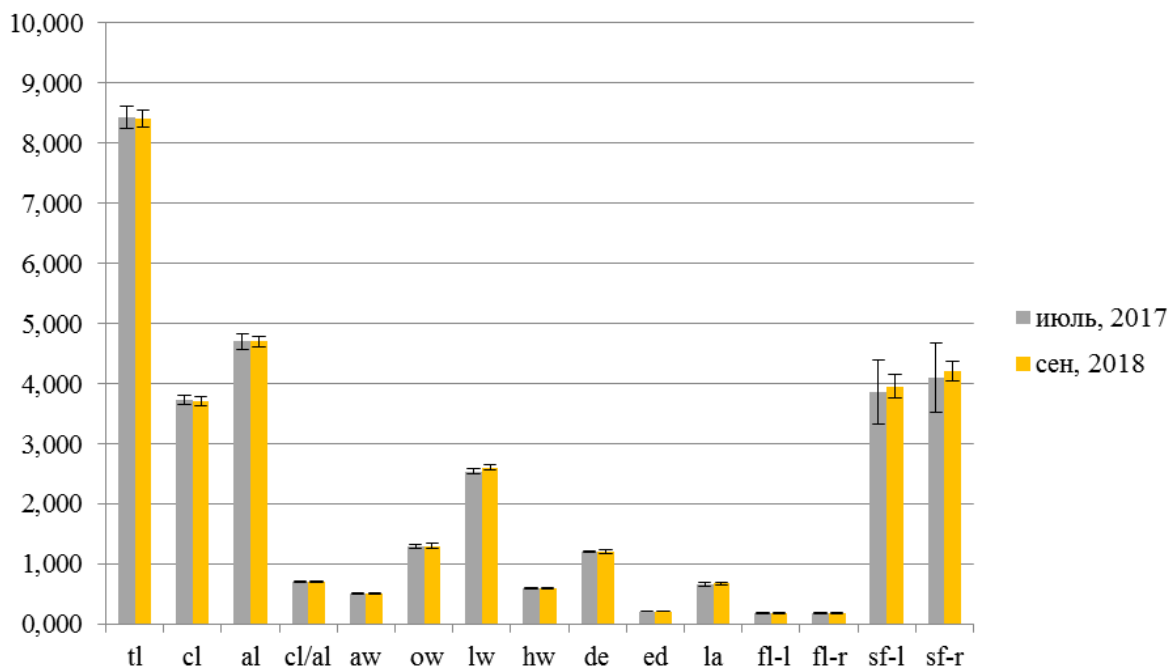


Рис. 8. Изменение морфометрических показателей самок II генерации, 2017–2018 гг.

Анализ графика показал, что отличия статистически незначительные. Более вариабельный показатель количество щетинок на фурках, менее вариабельные длин и ширина овисака, а также ширина головы и диаметр глаза.

Генерации августа (2017 г.) и октября (2018 г.) имеют значительные различия. У данных самок сильные отличия как в общих длинах (август (2017 г.) – $10,2 \pm 0,12$ мм; октябрь (2018 г.) – $9,5 \pm 0,31$ мм) и длине abdomena (август (2017 г.) – $5,8 \pm 0,1$; октябрь (2018 г.) – $5,3 \pm 0,21$ мм) так и в длине цефалоторакса (август (2017 г.) – $4,5 \pm 0,06$; октябрь (2018 г.) – $4,2 \pm 0,11$). В популяции самок октября длина овисака становится больше и составляет $2,7 \pm 1,25$ мм. Ширина головы, длина антенн и длина фурок остаются неизменными. Основываясь на данных таблицы можно сделать вывод, что самым вариабельным для вторых генераций были показатели tl, cl, al, ow, lw, sf-l и sf-r. Средние величины длины левых и правых фурок августа (2017 г.) и октября (2018 г.) совпадают (рис. 9).

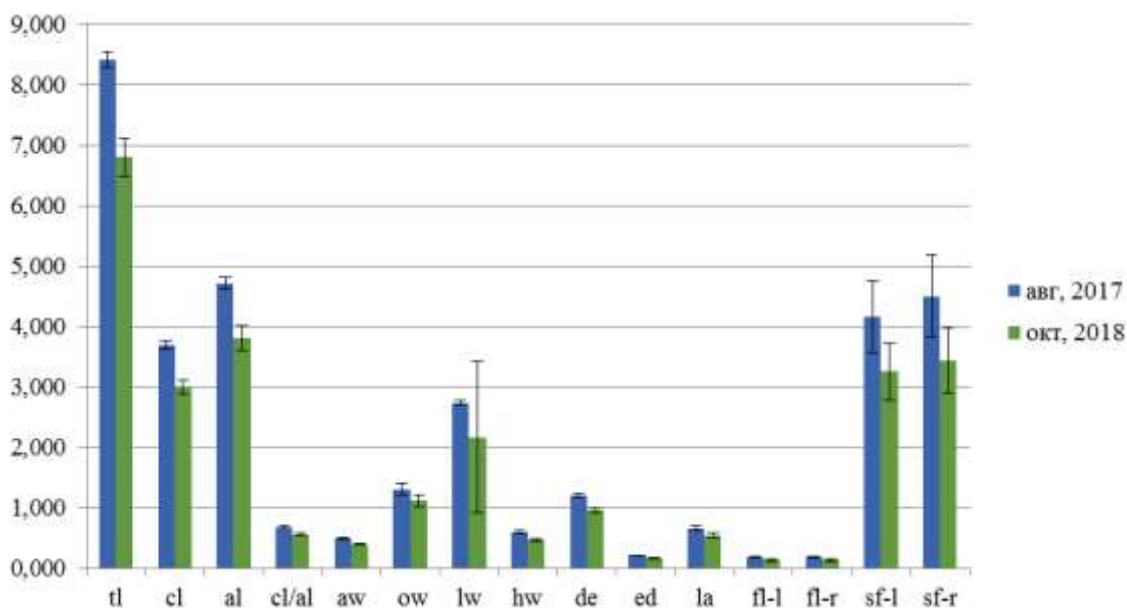


Рис.9. Изменение морфометрических показателей самок III генерации, 2017–2018 гг.

Корреляционный анализ самок рачка артемии 2017 года показал, что средняя величина самок за год составила $9,66 \pm 0,08$ мм.

При изучении корреляции морфометрических показатели у самок артемии была составлена корреляционная матрица по формуле Пирсона (таблица 3). В 2017 наблюдается достоверная положительная корреляция между показателями tl, cl и al; tl и lw. Так же была положительная корреляция между размерами тела, овисака и плодовитостью. Сильная положительная связь между длиной и шириной абдомена, длиной цефалоторакса и абдомена и шириной овисака. Высокая взаимосвязь параметров tl и de, а также ed и de.

Таблица 3

Зависимость параметров морфометрических измерений самок р. *Artemia*, 2017 г.

2017	tl	cl	al	cl/al	aw	ow	lw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r	p
tl	1,00	0,784	0,931	-0,406	0,375	0,405	0,598	0,325	0,621	0,432	0,357	-0,073	-0,041	-0,216	-0,193	0,288
cl		1,000	0,505	0,238	0,140	0,225	0,315	0,283	0,419	0,285	0,230	-0,123	-0,075	-0,171	-0,157	0,135
al			1	-0,705	0,440	0,432	0,647	0,287	0,618	0,434	0,362	-0,029	-0,014	-0,200	-0,177	0,321
cl/al				1	-0,365	-0,300	-0,490	-0,089	-0,367	-0,246	-0,239	-0,075	-0,061	0,078	0,055	-0,256
aw					1	0,428	0,430	0,223	0,457	0,413	0,260	0,074	0,077	0,047	0,017	0,263
ow						1	0,566	0,191	0,515	0,555	0,479	0,171	0,243	0,164	0,282	0,461
lw							1	0,310	0,629	0,540	0,526	0,150	0,175	-0,040	0,071	0,415
hw								1	0,497	0,464	0,198	-0,046	-0,092	-0,135	-0,098	-0,026
de									1	0,706	0,543	-0,050	0,011	0,006	0,084	0,318
ed										1	0,531	0,023	0,086	0,143	0,227	0,252
la											1	0,042	0,083	0,095	0,131	0,336
fl-l												1	0,924	0,375	0,417	0,030
fl-r													1	0,385	0,467	0,030
sf-l														1	0,839	-0,096
sf-r															1	0,0383
p																1

Анализируя корреляционную матрицу 2018 года так же видим положительную корреляцию между tl, cl и al; tl и lw (таблица 4). Так как коэффициенты корреляции стали больше, по сравнению с 2017 годом, можно сделать вывод о более гармоничном развитии частей тела рачка артемии. Коэффициенты корреляции между размерами тела, овисака и плодовитостью повысились примерно на 30,0 %. Так же появляется сильная корреляционная связь между длиной и шириной овисака, которая была слабее у самок популяции прошлого года.

Таблица 4

Зависимость параметров морфометрических измерений самок р. *Artemia*, 2018 г.

2018	tl	cl	al	cl/al	aw	ow	lw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r	p
tl	1	0,86	0,94	-0,29	0,46	0,60	0,41	0,58	0,66	0,58	0,38	0,02	0,29	0,22	0,27	0,39
cl		1	0,649	0,225	0,463	0,500	0,368	0,570	0,667	0,476	0,258	0,014	0,365	0,281	0,259	0,354
al			1	-0,587	0,387	0,579	0,380	0,496	0,567	0,564	0,400	0,015	0,195	0,155	0,239	0,359
cl/al				1	0,006	-0,206	-0,097	-0,036	-0,027	-0,228	-0,242	-0,023	0,123	0,078	-0,061	-0,073
aw					1	0,483	0,261	0,207	0,276	0,312	0,220	0,061	0,207	0,183	0,161	0,285
ow						1	0,228	0,481	0,500	0,591	0,536	-0,006	0,232	0,261	0,285	0,657
lw							1	0,198	0,298	0,340	0,146	0,094	0,228	0,205	0,368	-0,097
hw								1	0,817	0,326	0,326	0,113	0,428	0,303	0,373	0,354
de									1	0,382	0,319	0,164	0,417	0,289	0,366	0,458
ed										1	0,486	-0,011	0,165	0,254	0,339	0,551
la											1	-0,182	0,024	-0,004	0,164	0,331
fl-l												1	0,445	0,275	0,265	-0,003
fl-r													1	0,536	0,633	0,160

2018	tl	cl	al	cl/al	aw	ow	lw	hw	de	ed	la	fl-l	fl-r	sf-l	sf-r	p
sf-l														1	0,76	0,25
sf-r															1	0,164
p																1

В 2018 году большинство параметров уменьшились по сравнению с 2017 годом. Длина тела уменьшилась на 5,0 %, длина цефалоторакса на 4,0 %, abdomena на 2,3 % ширина abdomena на 11,7 %, длина антенны и расстояние между глазами уменьшились более чем на 4,0 %, диаметр глаза на 16,7 %. Самые большие изменения произошли с фурками. Длина лопастей правой и левой фурки уменьшилась более, чем на 27,0 %, количество щетинок на фурках уменьшились более чем на 23,0 %. Подобные изменения возникают при неблагоприятных условиях существования.

С помощью корреляционной матрицы по формуле Пирсона была рассчитана зависимость изменения морфометрических показателей от изменений факторов среды. В условиях пониженной минерализации воды в озере Кулундинское до 70 г/л в 2018 году, у рачков артемии наблюдается достоверное уменьшение значений морфометрических показателей, за исключением размеров овисака, и уменьшение их вариабельности. Увеличилась вариабельность размеров выступающих частей (длина лопастей фурки, количество щетинок на фурках).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веснина Л. В. Гидробиологический мониторинг озер Алтайского края // Сибирский экологический журнал. 2000. – №3. – С. 263-269.
2. Веснина Л. В. Artemia sp. в озере Кулундинском // Биоразнообразие артемии в странах СНГ: современное состояние ресурсов и их использование: Материалы междунар. конф., г. Москва, 17-19 июня 2002. Тюмень, 2002. – С. 38-40.
3. Веснина Л. В. Биологические ресурсы Алтайского края и пути их комплексного использования // Рыбное хозяйство. 2002. – №3. – 47 с.
4. Веснина Л. В. Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. Новосибирск: Наука, 2002. – 158 с.
5. Веснина Л. В. Жаброногий рачок артемия: перспективы использования его ресурса // Рыбоводство и рыболовство. 2002. – 68 с.
6. Веснина Л. В. Структурно-функциональная характеристика сообщества зоопланктона разнотипных озер Алтайского края // Проблемы гидробиологии Сибири. Томск: ТГУ, 2002. – С. 44-55.
7. Веснина Л. В. Система гидробиологического мониторинга популяции артемии в соляных озерах Алтайского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. Новосибирск, 2006. – № 2. – С. 32-38.

MODERN CONDITION OF THE POPULATION OF THE ARTEMIA IN THE PERIOD OF DESERTATION OF HYPERGALINE LAKES (ON THE EXAMPLE OF KULUNDIN LAKE)

Vesnina Lyubov Viktorovna, Doctor of Biological Sciences, Professor
(head of the Altai branch of VNIRO ("AltaiNIRO"));

Vasilyeva Alena Sergeevna, (senior laboratory assistant of the laboratory of hydrobiology
of the Altai branch of VNIRO ("AltaiNIRO"))

Russian Federal "Research Institute of fisheries and oceanography" "VNIRO",
Altai branch of VNIRO ("AltaiNIRO") Barnaul, Russia, e-mail: artemiaalt@mail.ru

Due to the increase in the overall moisture level of the territory, Lake Kulundinskoe is experiencing a tendency to a decrease in mineralization. In this regard, there are changes in the catch

(production) of the main commercial resource – *Artemia* (at the stage of cysts), and the biota is replenished with brackish-water species. Under conditions of low water salinity in crustaceans, a decrease in the values of morphometric parameters is observed, with the exception of the size of ovisac. The effect of mineralization on fertility and the composition of the contents of egg bags was also noted

УДК 597.2.5

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОТВЫ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЙ 2017 ГОДА

Иванова Анна Алексеевна, студентка;
Новожилов Олег Анатольевич, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: ecology@klgtu.ru

Приводятся результаты исследования биологических параметров плотвы озера Виштынецкого в 2017 году комплексом разноячейных сетных орудий лова. Проведен анализ размерной, возрастной структур, темпов роста, распределения уловов

Введение

Плотва один из наиболее массовых и широко распространённых видов пресных водоемов. В Калининградской области плотва распатронена практически повсеместно и отмечается как в гипертрофном Куршском заливе, так и в олиготрофном озере Виштынецком.

Единственный внутренний водоем Калининградской области, в котором ведется промысел – озеро Виштынецкое. В озере обитает 22 вида рыб, плотва – это один из наиболее многочисленных видов рыб. По величине промысловых уловов идет на втором месте после ряпушки. Средний вылов плотвы после 60-х годов находится на уровне 7 тонн, максимальный – достигал 16 тонн в 1968 году. В последующий период уровень добычи плотвы постепенно снижался без какой-либо связи с биологическим состоянием ее популяции, а в связи с экономическими причинами и после 90-х годов он не превышает 3 тонн [1].

По биологии плотвы, обитающей в водоемах России, написан большой ряд статей и монографий [2, 3, 4, 5 и др.], в тоже время, как по плотве Калининградской области опубликованных данных существенно меньше [6, 7 и др.], а по озеру Виштынецкому по плотве можно отметить только несколько публикаций [8, 9].

Цель исследования: дать биологическую характеристику состояния популяции плотвы в озере Виштынецком по результатам контрольных обловов 2017 года.

1 Материал и методика исследований

Исходными данными для данной работы послужили материалы комплексного ихтиологического обследования озера Виштынецкого в июне-июле 2017 года. Для анализа изменений происходящих с популяцией плотвы использовались литературные данные по биологическим параметрам [9] и распределению [8].

Ихтиологические исследования проведены с использованием разноячейных ставных донных и пелагических сетей. Период застоя на станциях глубиной до 15 м составлял 10-14 часов, а на глубоководных станциях – около 20-25 часов. Все уловы позиционированы с помощью GPS (Global Position System) с указанием места и времени лова, глубины постановки сетей, идентификатором орудия лова и шагом ячеи. Так же уловы привязаны к квадратам, в соответствии с правилами рыболовства [10].

Сбор и обработка материалов проводилась по стандартным методикам [11].

Длина измерялась зоологическая (общая) и промысловая длина. Для определения возраста плотвы использовалась чешуя [12]. Определение ожирения проводилось по четырех балльной шкале. Наполнение желудочно-кишечного тракта определяется по шести балльной шкале. Определение пола проводилось визуально. Для определения стадии зрелости используется шести балльная шкала (по Мейену и Кулаеву, с сокращениями).

Данные биологического анализа заносились в чешуйную книжку [11].

Все данные полученные с помощью массовых промеров и полного биологического анализа заносятся в информационно-аналитическую систему РЫБВОД, после чего данные подвергаются цифровой обработке.

Объем собранного и обработанного материала представлен в табл. 1.

Таблица 1

Объем собранного и обработанного материала

Количество обловов	Массовые промеры	ПБА	Возраст
510	1325 шт.	472 шт.	384 шт.

Для нивелирования разной длины орудий лова и периода застоя в статье структуры приведены через Y_n/f (шт/ф) и Y_w/f (кг/ф).

Для расчёта данных по длине и массе рыбы использовались стандартные статистические

2 Результаты исследования

Видовой состав уловов (табл. 2 и рис.1) был представлен 12 видами рыб в основном из семейства карповых.

Таблица 2

Видовой состав контрольных уловов озера Виштынецкое 2017

Виды	Численность, N		Биомасса, W	
	Y_n/f , экз/ф	Y_n/f , %	Y_w/f , кг/ф	Y_w/f , %
Ряпушка европейская	337,4	52,04	14423,3	23,35
Ерш	75,0	20,72	5742,3	5,19
Окунь речной	449,1	14,17	3926,7	31,08
Плотва	296,6	11,40	3158,6	20,53
Сиг	107,4	0,79	218,8	7,44
Щука	77,0	0,35	95,8	5,33
Налим	22,6	0,22	62,3	1,56
Линь	62,9	0,14	37,9	4,36
Лещ	15,0	0,07	20,2	1,04
Красноперка	1,2	0,02	6,3	0,08
Уклея	0,5	0,06	16,2	0,03
Карась серебряный	0,1	0,02	6,8	0,01

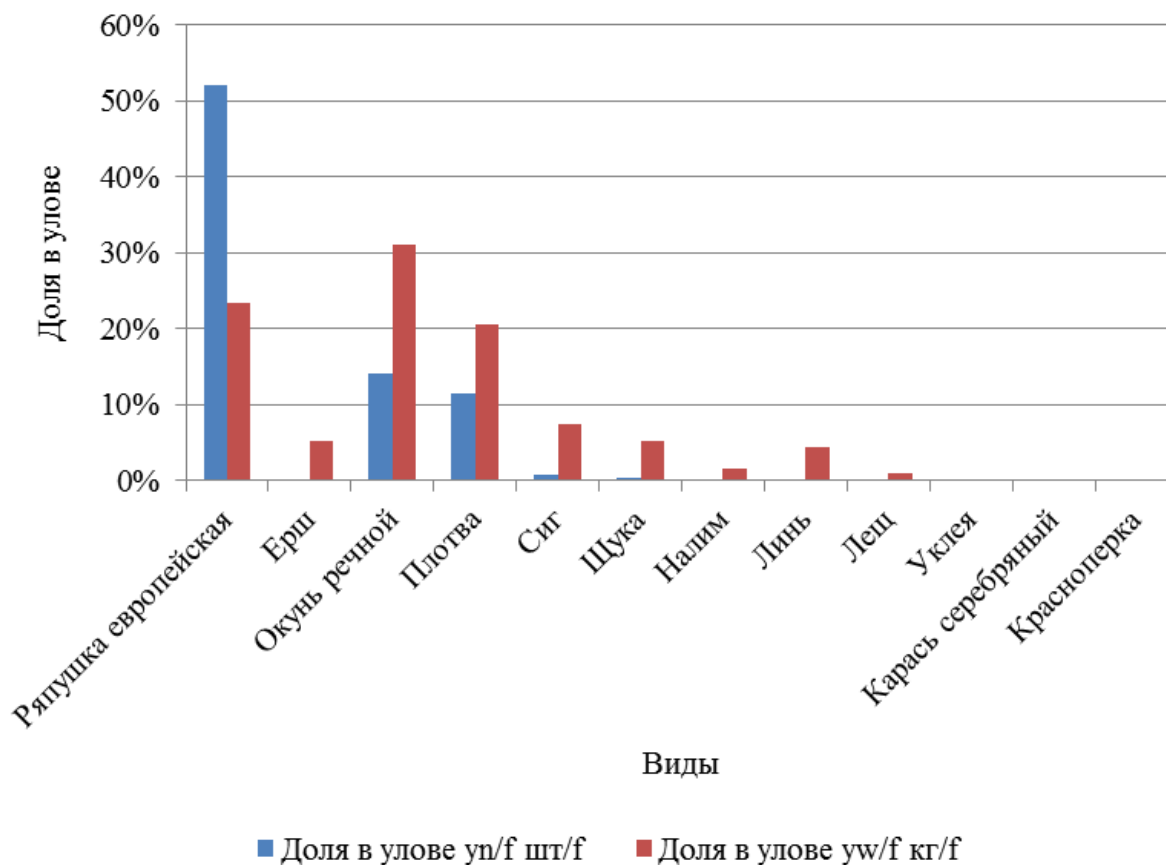


Рис. 1. Видовая структура уловов 2017 года

Плотва является одним из важнейших компонентов ихтиоценоза озера. Уступает по численности ряпушке европейской, ершу и окуню речному, составляет 11,40 % от общего улова. По биомассе находится на 3 месте и составляет 20,53 % от общего улова.

В размерной структуре уловов плотвы за 2017 год (рис.2) отмечены особи длиной от 8 до 29 см. Большая доля приходится на размерные классы 9, 12 и 13 см. Размерная группа 10 см практически отсутствует, так как не было подходящей ячеи для облова. Доля рыб длиной более 22 см закономерно снижается.

Стоит обратить внимание на наличие пика численности для рыб длиной 12 см. Это может быть объяснено урожайностью поколений приходящихся на длину 12 см или неурожайностью поколений 13-20 см.

Размерную структуру, сформированную по данным ихтиологических исследований нельзя сравнивать с промысловыми уловами, так как при промысле применяются сети с ячеей от 40 мм. На водоеме проводились работы с таким же набором орудий лова в 2011 году, которые позволяют нам провести сравнение [9].

В уловах 2011 года отмечены рыбы длиной 9-28 см. Самыми многочисленными являются размерные классы 12-13 см [9].

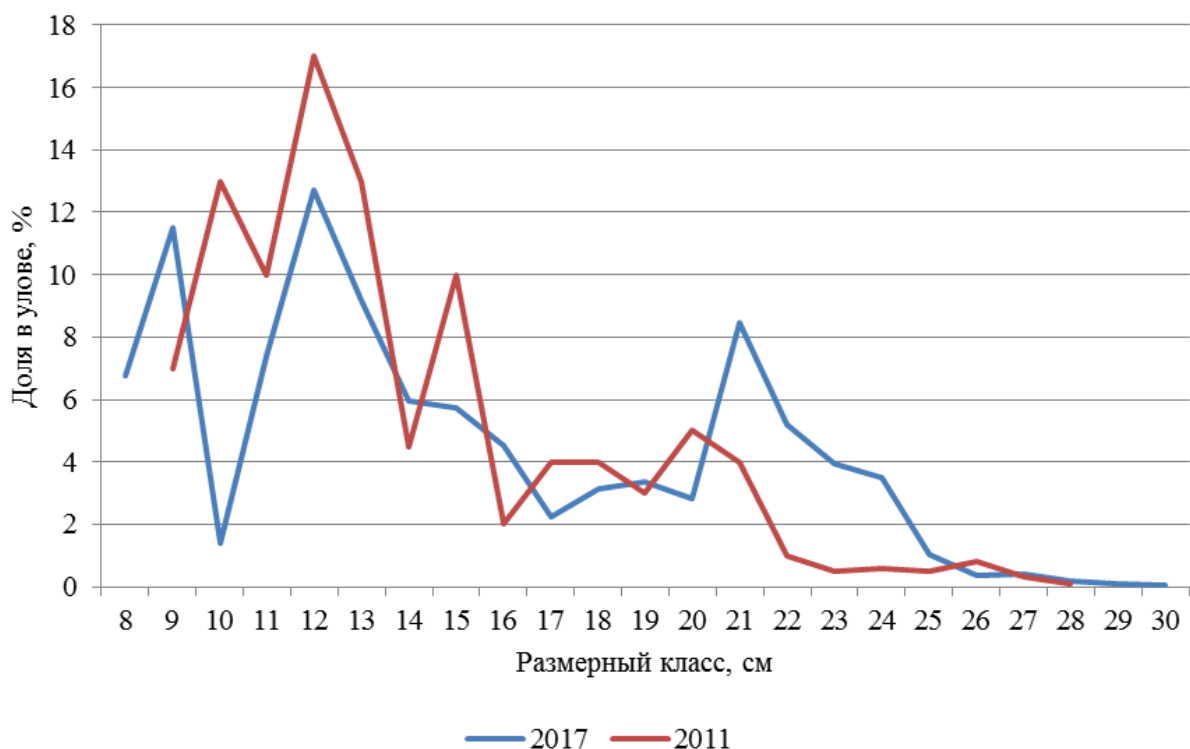


Рис. 2. Размерная структура контрольных обловов плотвы за 2011 и 2017 года

Сравнение данных 2011 и 2017 годов показывают некоторое увеличение размерного ряда, так как в уловах появляются рыбы длиной 8 и 29 см. Общая форма кривой размерной структуры за сравниваемые годы в целом не изменилась, но в 2017 году линия является более выровненной. Увеличивается доля более крупных рыб.

В возрастной структуре уловов плотвы озера Виштынецкого за 2017 год представлены рыбы возрастом от 1 до 12 лет. Многочисленными являются рыбы возраста 3 и 4 года (средняя возрастная группа). Возрастная структура уловов плотвы за 2017 представлена на рис.3.

Сравнение размерной и возрастной структур 2017 года показывает, что поколение 2010 года урожайное и дает пик приходящийся на рыб в возрасте 7 лет.

Основу улова 60-х годов составляли особи размером 18-26 см в возрасте 6-8 лет. В 70-е годы особи были представлены возрастными от 8 до 14 лет. В промысловых уловах 80-х годов встречались рыбы возрастом от 3 до 11 лет [1].

В уловах 2011 г. представлены рыбы от 2 до 10 лет. Многочисленными являются рыбы возраста 3 и 4 года (рис. 3) [9].

В 2011 году численность возрастных групп закономерно снижается, а в 2017 году за счет пика в возрасте 7 лет, снижение неравномерно.

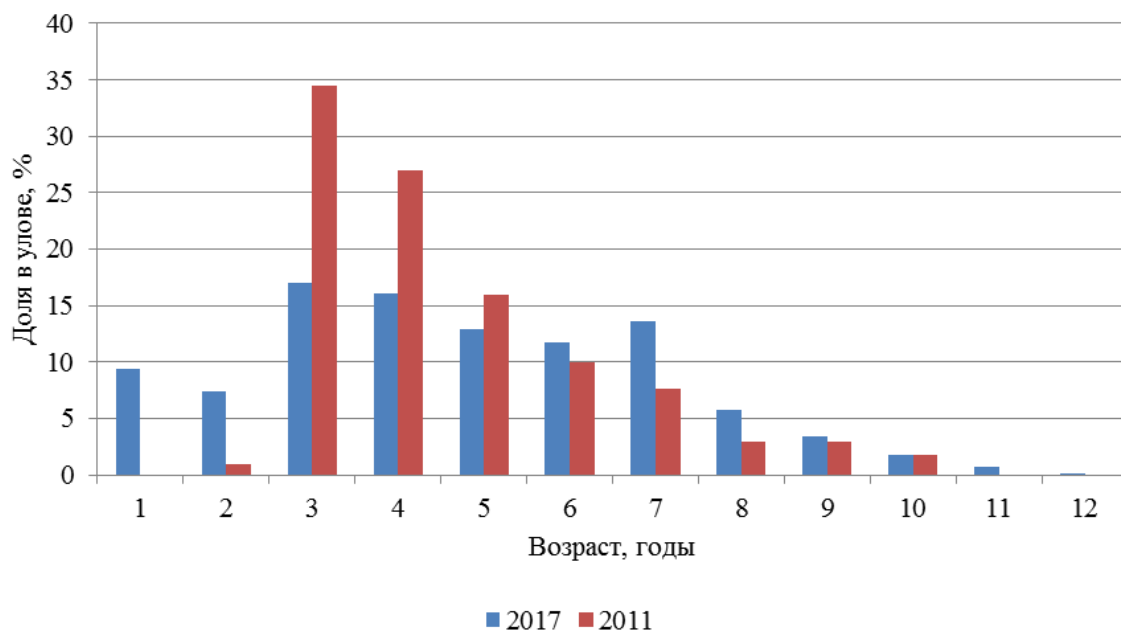


Рис. 3. Возрастная структура уловов за 2011 и 2017 года

С возрастом длина плотвы закономерно увеличивается с 11,9 до 29,0 см. Кривые роста за 2011 и за 2017 плавные без резких колебаний (рис. 4).

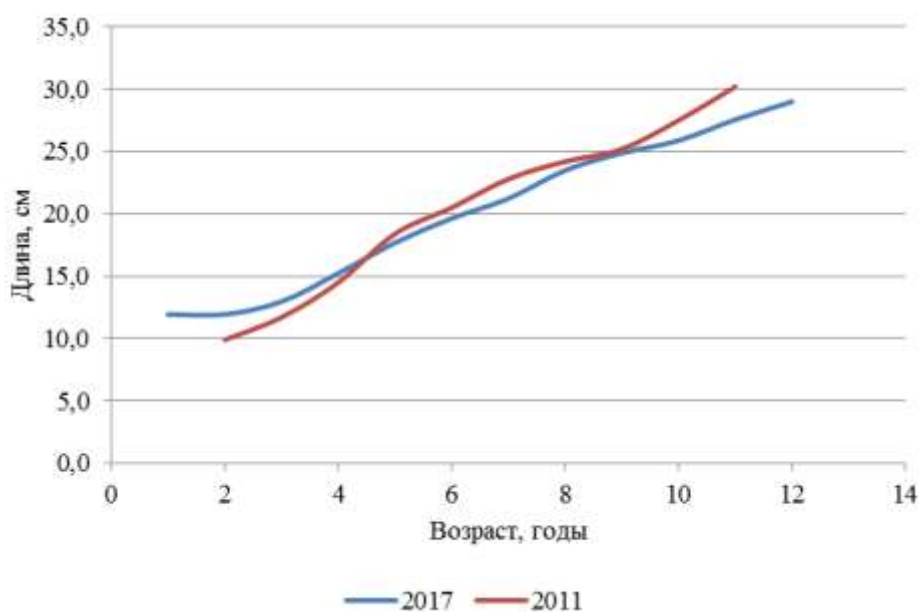


Рис. 4. Темп линейного роста в 2011 и 2017 годах

Плотва в 2011 и 2017 годов растёт примерно одинаково. Минимальная длина плотвы в 2017 году составляет 11,9 см в возрасте 1-2 лет, в 2011 году – 9,9 см в возрасте 2 лет. Максимальная длина плотвы в 2017 году обнаружена в возрасте 12 лет и равна 29,0 см. В 2011 году максимальный возраст равен 11 годам и соответствовал длине 30,2 см. Различия в росте с 2011 года минимальны и не превышают 2 см.

Максимальный прирост в 2017 году наблюдался в возрасте 4 лет и составил 2,45 см. В 2011 году – 3,90 см в том же самом возрасте.

Максимальный прирост в 2017 году наблюдался в возрасте 3 лет и составил примерно 17,49 %. В 2011 году максимальный прирост в возрасте 4 лет был 26,90 % (рис.8).

Абсолютный и относительный темп линейного роста закономерно снижается.

Показатели линейного роста за 2017 год сильно не изменились в сравнении с показателями 2011 года.

В 2011 и 2017 годах масса плотвы сравнительно одинакова (рис. 5). С возрастом вес закономерно увеличивается с 30,3 г до 587,0 г.

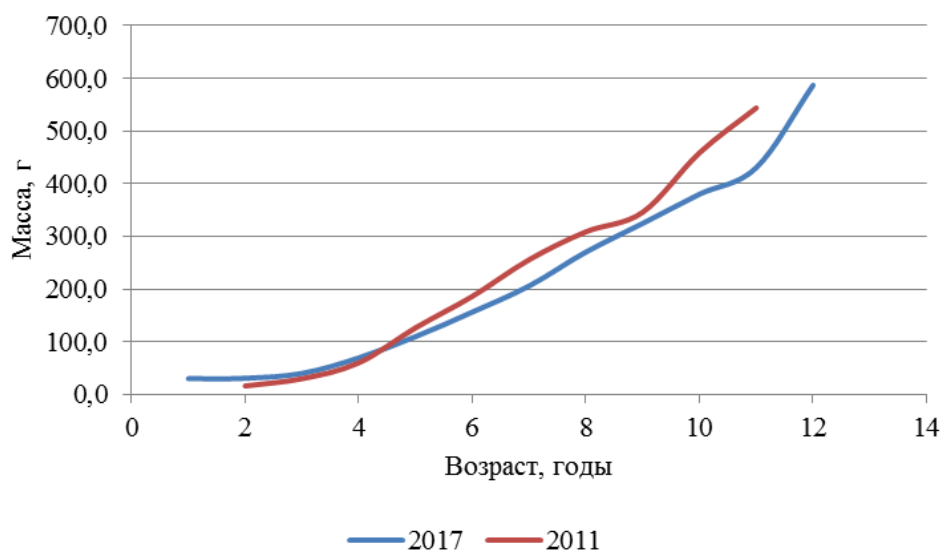


Рис.5. Темп весового роста в 2011 и 2017 годах

Минимальная масса плотвы в 2017 году составляет 30,3 г в возрасте 1 года, в 2011 году – 16,5 г в возрасте 2 лет. Максимальная масса плотвы в 2017 году выявлена в возрасте 12 лет и равна 587,0 г. В 2011 году максимальный возраст равен 11 годам и соответствовал массе 544,0 г.

Абсолютный прирост в 2011 и 2017 годах незначительно отличается. Максимальный прирост по массе в 2017 году составляет 156,40 г в возрасте 11 лет, а в 2011 году – 112,90 г в возрасте 9 лет.

Относительный темп роста скачкообразный, но в тоже время классически снижается.

В 2017 году плотва по массе растет быстрее в возрасте 3 лет – 73,36%, в 2011 году – в возрасте 4 лет на 110,28 %. В возрасте от 5 до 7 лет относительный темп весового роста становится примерно одинаковым.

В контрольных уловах 2017 самки (245 шт.) преобладали над самцами (91 шт.). Соотношение полов составляет 3:2. С возрастом доля самцов уменьшается у созревших особей, преобладают самки во всех возрастных группах. Доля половозрелых самок растет с возрастом, максимальное количество самок наблюдается на 7 году жизни, после чего количество половозрелых особей снижается. Возраст полового созревания у самцов 4 года, у самок 6 лет.

Большая часть уловов плотвы – 56,4 % приходится на глубины до 5 м, на глубины 5–10 м приходится 15,6 %, а на глубины 10–15 м - 26,2 % улова. На глубинах от 15 до 30 м плотва в уловах не встречалась, но она попала в уловы над глубинами 30-35 м и на это приходится 1,8 % улова (рис. 6).

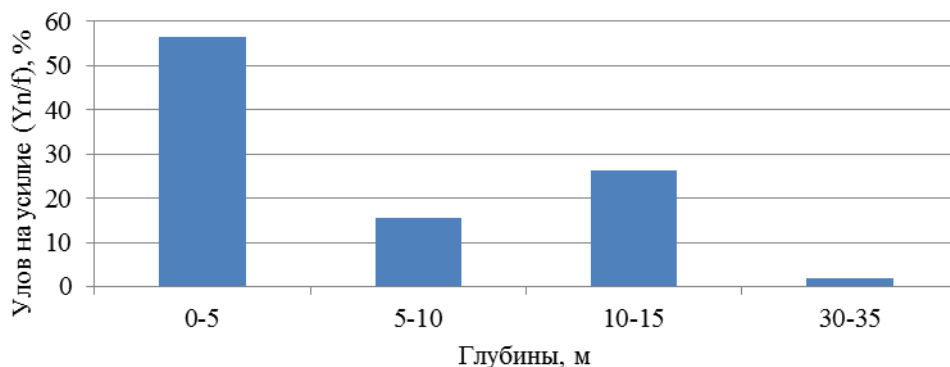


Рис. 6. Распределение по глубинам (по численности) в 2017 году

Больше всего плотвы по массе было поймано на глубинах 10-15 м – 47,9 % от общего улова (рис. 7).

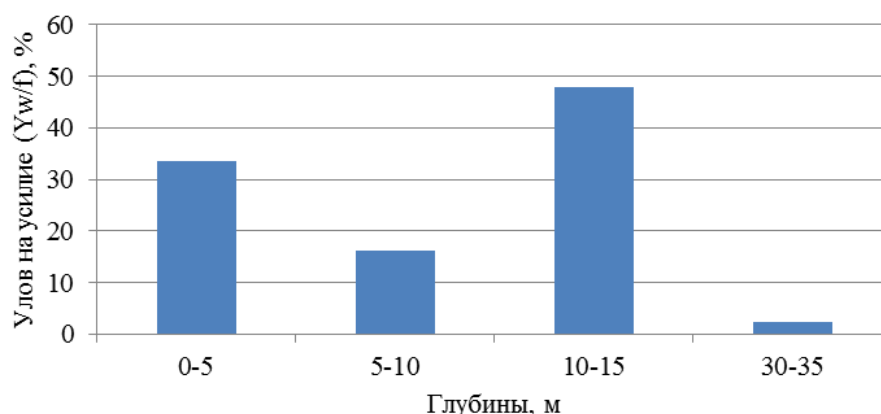


Рис. 7. Распределение по глубинам (по биомассе) в 2017 году

Данные по распределению по глубинам показывают, что на мелководьях обитают небольшие особи плотвы, а на глубинах 10-15 м встречаются более крупные особи.

Плотва демерсальная рыба, обитающая на мелководьях. Согласно рис. 8 в 2009 году она приурочена к западной части бухты Тихая и мелководьям в северной части водоема [8].

В 2017 году плотва всё так же предпочитает мелководья, но максимальные численности отмечены на северной границе бухты Тихой (36 квадрат), в районе «Липовая аллея» (94 квадрат) и на участке «Лысая гора» (59 квадрат). На участке 49-50, где были максимальные уловы в 2009 году, в 2017 году уловы не превышают 5 Y_n/f .

Плотва в уловах впервые отмечена в центре водоема, в толще воды – слой 0-3 м, над глубинами 30-35 м (рис. 9).

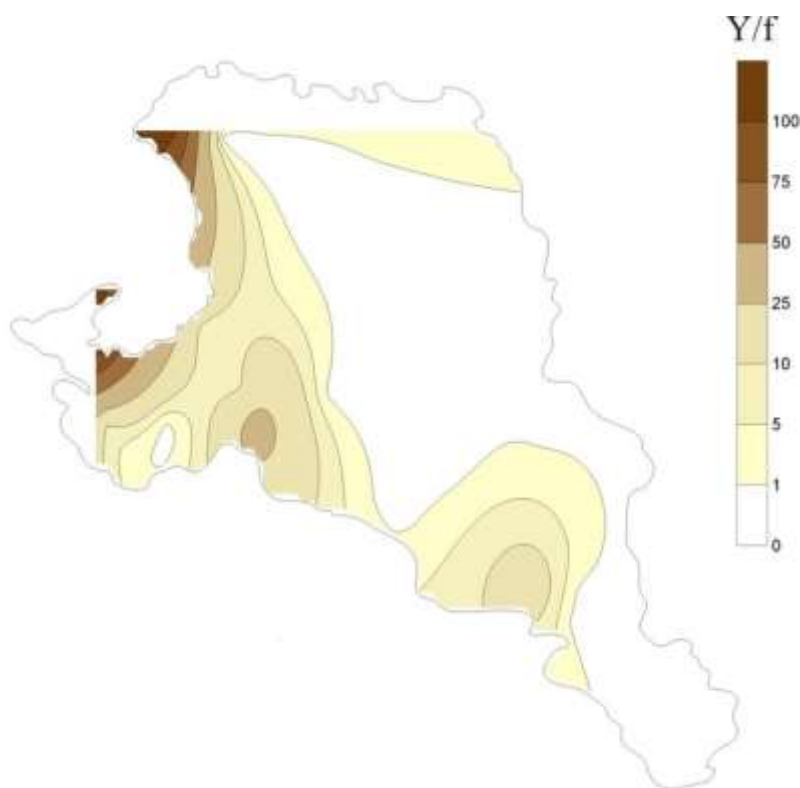


Рис. 8. Распределение уловов на усилие в 2009 году [8]

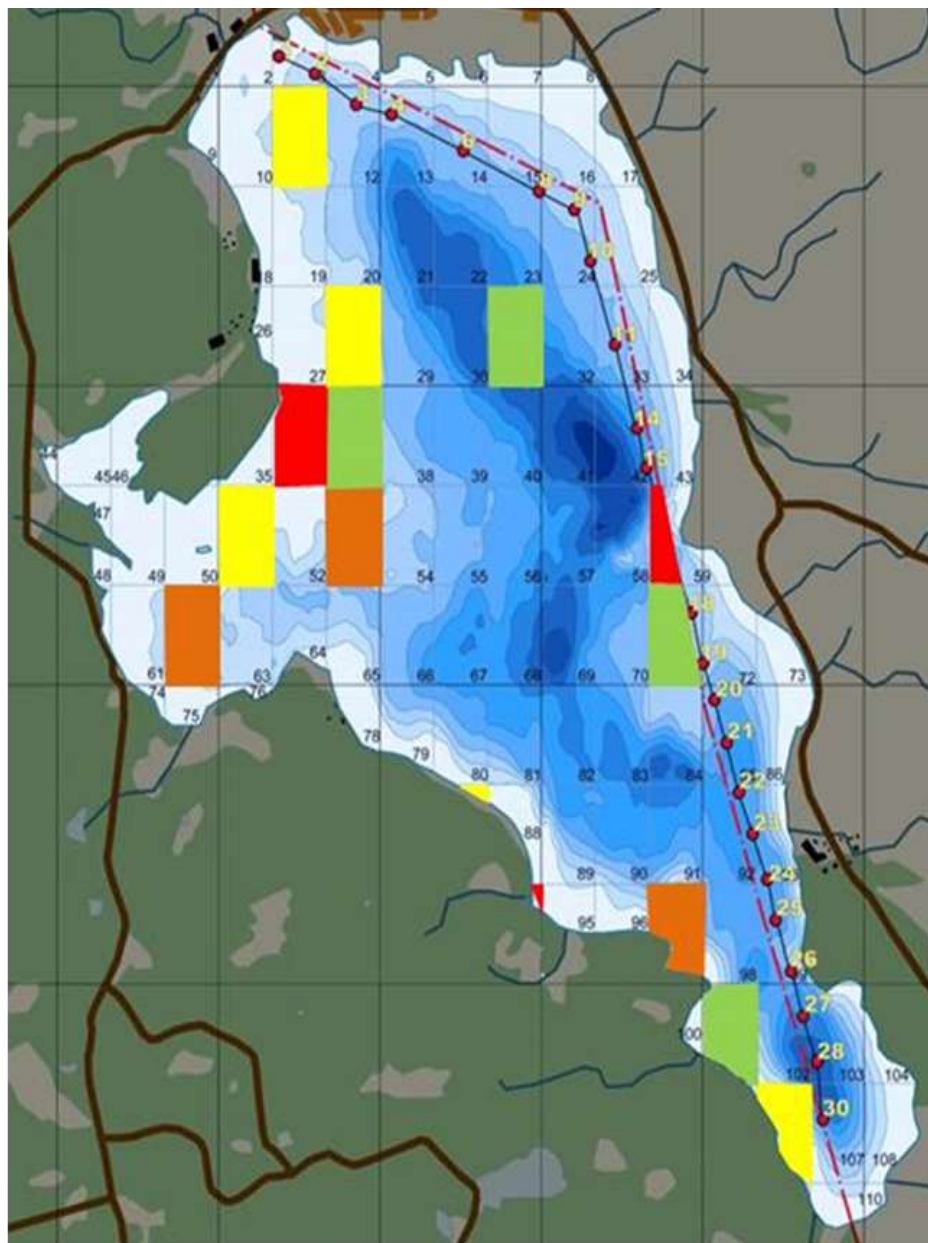


Рис. 9. Распределение уловов на усилие по квадратам (по численности) в 2017 году

На рис. 10 представлено распределение пловы по квадратам по биомассе. Видно, что в отличие распределения по численности, при распределении по биомассе, более мелкие особи обитают в западной части Тихой бухты.

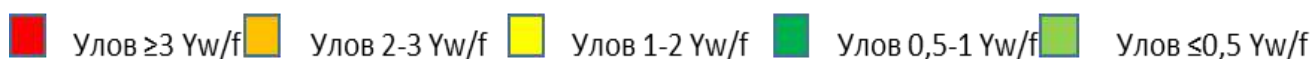
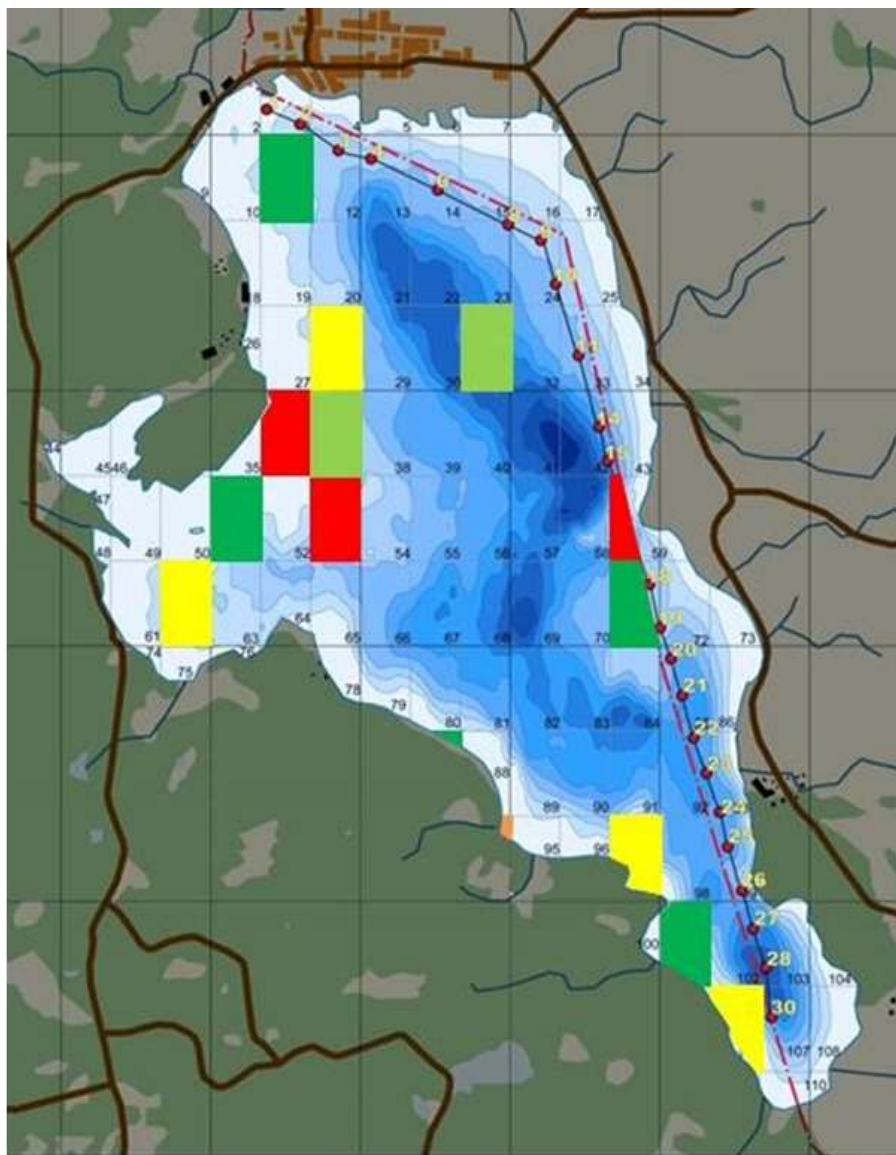


Рис. 10. Распределение уловов на усилие по квадратам (по массе) в 2017 году

Заключение

Проведенные исследования показывают, что по сравнению с 80 годами и 2011 годом, когда исследования проводились таким же комплексом орудий лова, в видовой структуре уловов, в биологических показателях плотвы сильных изменений не произошло. Размерная, возрастная структуры, темпы роста показывают стабильное состояние популяции по сравнению с 2011 годом.

В распределении уловов так же сильных отличий обнаружить не удалось. В пространственном распределении в исследованиях 2017 года обнаружено наличие довольно большого количества особей (около 2% по численности и более 3% по биомассе) обитающих в центральной части водоема, над глубинами 30-35 метров. Данные особи обитают в слое воды до 5 метров и представлены, в основном, крупными, половозрелыми особями.

Наблюдающееся в настоящее время снижение уловов плотвы в водоёме по сравнению с 60-80 годами прошлого века связано только с изменениями в промысле и не связаны со снижением численности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы / С.В. Шибаев, М. М. Хлопников, А.В. Соколов и др. – Калининград: ИП Мишуткина, 2008. – 200 с.
2. Столбунов И.А. Внутрипопуляционный полиморфизм плотвы *Rutilus rutilus* (Рыбинское водохранилище) // Вестник Днепропетровского университета. - 2005.- № 13.- С. 105.
3. Бандура В.И. Морфобиологическая характеристика плотвы, её численность и роль в экосистеме волжских водохранилищ (на примере Горьковского водохранилища): автореф. дис...канд. биол. наук.- Горький, 1983.- С.227 .
4. Котегов Б.Г. Морфобиологические особенности плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в антропогенных водоемах Удмуртии): автореф. дис...канд. биол. Наук.- Ижевск, 2016. - С. 237.
5. Дергачёв С.Н. Популяционно-экологический анализ плотвы (*Rutilus rutilus*) из реки Алабуга // Биологические науки. - 2013.- № 4.- С. 63-67.
6. Буга Н. Л. Плотва (*Rutillus rutillus* (L.)) Куршского залива Балтийского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. -Калининград, 1974.-16 с.
7. Зубок Н.М., Китус Л.Л.. Морфологические особенности плотвы *Rutilus rutilus* среднего течения р. Неман // Журнал Гродненского государственного медицинского университета.- 2007. - № 1.- С. 178-179.
8. Соколов А.В., Барановский П.Н. Анализ распределения плотвы и окуня озера Виштынецкого по результатам сетных контрольных обловов // Рыбное хозяйство. - 2009.- № 3.- С. 78-80 .
9. Насонова Н.А., Соколов А.В.. Сравнительная характеристика биологических параметров плотвы разнотипных водоемов Калининградской области // V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды. Калининград, 2017.- С. 47-53.
10. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 427 «Об утверждении правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна» от 17.11.2014 г.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) 4-е изд. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 374 с
12. Шибаев С.В., Соколов А.В., Новожилов О.А. Методические указания к учебной практике по направлению подготовки 110900.62 - Водные биоресурсы и аквакультура.- Калининград: КГТУ.-2010.- 43 с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF ROACH IN THE VYSHTYNETSKY LAKE BY RESULTS OF 2017 RESEARCHES

Ivaniova Anna Alekseevna, student;

Novozhilov Oleg Anatolievich, PhD, Associate Professor

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: ecology@klgtu.ru

The results of the study of the biological parameters of roach of Lake Vishtynetsky in 2017 with a set of net-gear fishing gear are given. The analysis of the size, age structure, growth rate, distribution of catches was carried out

ОСОБЕННОСТИ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТКАНЕЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ РЫБ СЕМЕЙСТВА МАКРУРУСОВЫЕ

Мухортова Анна Михайловна, научный сотрудник;
Мухин Вячеслав Анатольевич, д-р биол. наук, заведующий лабораторией;
Барышников Андрей Владимирович, канд. техн. наук, научный сотрудник;
Лыжов Иван Иванович, мл. научный сотрудник;
Узбекова Ольга Раиловна, мл. научный сотрудник

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича),
Мурманск, Россия, e-mail: mukhort@pinro.ru

Цель исследований заключалась в обобщении и дополнении данных о технoхимическом составе и биохимических свойствах органов и тканей малоизученных и малоиспользуемых глубоководных рыб семейства макруровые (Macrouridae): макрурус Окка, тупорылый макрурус, северный макрурус. В работе представлены результаты определения размерно-массового, общего химического состава, фракционного состава липидов, белков, содержания жирных кислот, аминокислот и витаминов. Даны рекомендации по рациональному использованию данных видов рыб

Введение

Освоение ресурсов Мирового океана является обязательным и необходимым условием сохранения и расширения сырьевой базы Российской Федерации, обеспечения её экономической и продовольственной безопасности.

Выявление дополнительной сырьевой базы для отечественного рыболовства в открытой части Мирового океана за счет производства продукции из мало или совсем не используемых водных биологических ресурсов имеет существенное значение для увеличения эффективности работы отечественного рыбного хозяйства. Эти важнейшие направления являются стратегическими для развития рыбохозяйственного комплекса РФ [1] и отражены в Морской доктрине РФ [2].

Дополнительным ресурсом для российского рынка, позволяющим увеличить отечественный вылов в Северной Атлантике и морях Северо-Европейского бассейна, являются традиционные и новые для промысла глубоководные рыбы.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о разнообразном и многочисленном видовом составе глубоководных малоизученных гидробионтов, успешная рациональная эксплуатация которых требует детальных знаний по химическому составу и биохимическим свойствам тканей глубоководных рыб для расширения ассортимента пищевой, кормовой и технической продукции.

Результаты анализа состояния сырьевой базы и мер регулирования промысла позволяют на ближайшую перспективу оценить ежегодный отечественный вылов глубоководных рыб в Фареро-Хаттонском районе и в районе Срединно-Атлантического хребта величиной 12-15 тыс т [3]. Из них, по экспертной оценке, сырьевая база промысла глубоководных рыб в Фареро-Хаттонском районе может обеспечить российский вылов на уровне 3-6 тыс. т, в том числе тупорылого макруруса – 0,3-0,5 тыс. т, при этом его траловый промысел возможен круглогодично [4].

Цель настоящих исследований заключалась в обобщении и дополнении данных о технoхимическом составе и биохимических свойствах органов и тканей неиспользуемых и малоиспользуемых глубоководных рыб семейства макруровые (Macrouridae): макрурус Окка, тупорылый макрурус, северный макрурус, а также для продолжения формирования банка данных по пищевой

и биологической ценности малоизученных глубоководных рыб Северной Атлантики и морей Северо-Европейского бассейна.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись представители семейства макруровые (*Macrouridae*): макрурус Окка (*Caelorinhus occa*), тупорылый макрурус (*Coryphaenoides rupestris*), северный макрурус (*Macrurus berglax*).

Сбор гидробионтов проводили в научно-исследовательских экспедициях Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). Макрурус Окка вылавливали в октябре в Северо-Восточной Атлантике (СВА) (плато Хаттон), северного макруруса – в Северо-западных районах Баренцева моря (Западный склон Медвежинской банки (март-апрель) и район банки Копытова (декабрь), тупорылого макруруса – в июле, в районе Исландии, и доставляли в лабораторию в неразделанном замороженном виде при температуре минус 18 °С.

Определение размерно-массового и общего химического состава выполняли стандартными методами [5, 6]. Содержание белков определяли по Кьелдалю с использованием системы автоматического определения азота и белка методом Кьелдаля на анализаторе Kjeltect™ 8400 фирмы Foss Tecator.

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения производных аминокислот, полученных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом [7]. Разделение модифицированных аминокислот проводили на хроматографической колонке Supelkosil LC-18 (30 см x 4 мм) и с использованием жидкостного хроматографа LC-10Avr фирмы «Shimadzu» (Япония) с флуориметрическим детектором.

Фракционный состав липидов исследуемых объектов определяли методом одномерной тонкослойной хроматографии. Липиды экстрагировали по методу Блайя-Дайэра, затем разделяли на пластинках фирмы «Merck» (Германия) в системе растворителей: для общих липидов – гексан : эфир : уксусная кислота (45:10:5 (v/v)); для ФЛ – бутанол – этанол - вода (25:5:20 (v/v)). Пятна общих и индивидуальных фосфолипидов проявляли 50 %-ной H₂SO₄, сканировали с помощью прибора CS-9000 фирмы «Shimadzu» (Япония) при длине волны 540 нм. Идентификацию фракций осуществляли с помощью стандартов фирмы «Sigma» (США) [8].

Определение жирнокислотного состава липидов проводили на газо-жидкостном хроматографе C-180 фирмы «Yanaco» (Япония) в Мурманском Центре стандартизации и метрологии [9,10,11].

Определение жирорастворимых витаминов проводили методом, заключающемся в омылении проб щелочью, экстракции и отделении неомыляемой части липидов [12]. Содержание витаминов устанавливали с применением метода нормально-фазной ВЭЖХ на хромато-масс-спектрометрической системе фирмы Shimadzu (Япония), модель LC-10Avr. Для определения витаминов использовали колонки 25 см x 4,6 мм; 5 мкм Supelcosil LC-SI. Элюент системы: гексан-і-пропанол (99:1 (v/v)). Экстракцию проводили диэтиловым эфиром со скоростью потока – 2 мл/мин. Определение α -токоферола выполняли в УФ спектре при длине волны - 292 нм, ретинола – 324 нм. Содержание каротиноидов определяли тем же методом. Определение их содержания осуществляли на колонках 30 см x 4,0; 5 мкм Supelcosil LC-SI при длине волны – 450 нм, скорость элюции - 0,6 мл/мин. В качестве элюента использовали смесь ацетонитрил-метанол-дихлорметан (50:45:5 (v/v/v)).

Фракционный состав белков в образцах определяли методом планарного электрофореза в полиакриламидном геле на установке для электрофореза «MultiPhor II» (Швеция) [13].

Результаты и обсуждение

Для объектов исследования были определены размерно-массовый, химический состав и некоторые биохимические особенности органов и тканей.

Содержание воды, липидов, белков и минеральных веществ (золы) в органах и тканях представлены в таблице 1.

По химическому составу мышечной ткани макрурус Окка, тупорылый макрурус и северный макрурус относятся к белковым тощим рыбам. Содержание белка у северного макруруса и макруруса Окка составило 17,2 - 19,4 %, у тупорылого макруруса этот показатель несколько ниже (14,6-15,3 %).

Мышечная ткань исследованных представителей семейства макрурусовые содержит много воды 78,3-82,9 %. Наиболее ценной частью макрурусов является печень, богатая жиром (44,1-68,4 %).

Гонады у всех представителей макрурусовые сильно обводнены (вода – 72,9-86,4 %) и содержат мало жира – 0,50-6,60 % и много белка 9,07-17,4 %, в зависимости от сезона и района вылова.

Головы, кости, внутренности северного макруруса бедны как белком, так и жиром. В коже и плавниках (средняя проба) обнаружено 22,2 % белка.

Таблица 1

Химический состав отдельных частей тела рыб семейства макрурусовые

Характеристика		Часть тела (средняя проба)	Содержание, %			
длина, см	пол		вода	жир	белок	зола
макрурус Окка (СВА, район плато Хаттон, октябрь)						
31,5 - 40,0	♀	мышечная ткань	80,1	следы	18,5	1,0
		печень	26,5	66,5	6,09	0,84
		гонады	72,9	6,60	17,4	1,81
		внутренности	75,3	10,4	12,4	1,74
	♂	мышечная ткань	80,0	следы	18,8	1,06
		печень	40,8	50,8	6,07	0,87
		внутренности	80,9	6,19	10,4	1,54
43,0 – 46,0	♂	мышечная ткань	81,7	следы	17,2	1,09
	♀	мышечная ткань	80,6	следы	18,3	1,09
		печень	29,5	64,8	4,07	0,58
		гонады	77,8	4,62	14,6	1,47
северный макрурус (Западный склон Медвежинской банки, март-апрель)						
29,0	♀	мышечная ткань	78,3	1,08	19,4	1,17
		печень	45,1	44,1	9,42	0,89
		внутренности	69,9	7,87	16,4	1,64
		голова	79,1	3,84	12,0	5,05
48,5	♀	мышечная ткань	79,6	1,20	17,6	1,00
		печень	27,2	66,5	4,27	0,61
		внутренности	77,7	6,91	12,5	2,82
		голова	82,6	3,35	11,4	2,37
29,0-48,5	♀	кости	74,5	3,23	11,7	6,35
		кожа и плавники	69,5	3,51	22,2	2,85
северный макрурус (район банки Копытова, декабрь)						
57,0 – 74,0	♂	мышечная ткань	78,5	0,20	19,3	следы
		печень	30,1	61,0	4,23	1,46
		гонады	86,1	3,10	9,07	1,43
		внутренности	82,5	2,00	9,35	2,32
тупорылый макрурус (район Исландии, июль)						
44,2 - 54,6	♂	мышечная ткань	82,5	0,7	15,3	1,0
		печень	27,7	68,4	3,2	0,4
		гонады	86,4	1,9	10,2	1,5
50,7 - 55,0	♀	мышечная ткань	82,9	0,7	14,6	0,9
		печень	39,5	53,1	5,1	0,7
		гонады	85,9	0,5	11,1	1,6

В таблице 2 представлены результаты исследования фракционного состава липидов в мышцах, печени и гонадах.

У самок и самцов макруруса Окка доминирующей фракцией липидов в печени являются триглицериды, количество которых изменяется в зависимости от пола исследованного вида и размерного ряда.

Мышечная ткань и гонады северного макруруса, выловленного в зимний период характеризуются высоким содержанием фосфолипидов - 65,1 и 57,8 %, соответственно.

Таблица 2

Фракционный состав органов и тканей макруруса Окка и северного макруруса, % от суммы липидов (средние значения)

Вид ткани	Общие липиды					Фосфолипиды			
	диглицериды	триглицериды	свободные жирные кислоты	стерины	эфиры стерinov	все-го	лецитин	кефалин	другие
макрурус Окка (СВА, район плато Хаттон, октябрь)									
Печень ♀ <40 см	7,4	61,5	14,6	2,7	2,9	5,6	3,4	0,8	1,4
Печень ♂ <40 см	7,6	58,7	16,8	4,7	2,0	10,1	3,9	1,3	4,9
Печень ♀ > 40 см	7,4	64,3	14,9	2,7	4,0	5,4	2,5	0,6	2,3
Печень ♂ > 40 см	9,5	51,2	17,3	2,2	3,2	13,5	7,0	1,9	4,6
Печень средняя проба	5,6	64,0	14,0	1,9	2,5	11,2	6,3	1,3	3,6
северный макрурус (район банки Копытова, декабрь)									
мышцы ♂	-	6,11	2,66	16,20	7,62	65,10	27,60	37,50	-
печень ♂	9,32	34,40	5,80	5,57	2,64	35,50	19,30	14,40	1,74
гонады ♂	-	12,70	9,80	11,0	8,05	57,80	24,70	29,30	3,70

В липидах печени макруруса наибольшую долю составляют триглицериды – 34,4 % и фосфолипиды – 35,5 %, из них лецитин – 19,3 %, кефалин – 14,4 %.

Содержание жирорастворимых витаминов А и Е в мышечной ткани и печени северного макруруса и макруруса Окка представлено в таблице 3

Таблица 3

Содержание жирорастворимых витаминов в печени и мышечной ткани рыб семейства макруровые

Характеристика			Содержание витамина, мг/100 г ткани	
размерная группа, см	пол	часть тела	А	Е
макрурус Окка (СВА, район плато Хаттон, октябрь)				
31,5 - 40,0	♀	печень	20,7	33,7
	♂		0,60	14,7
43,0 – 46,0	♂		24,9	30,0
	♀			
северный макрурус (Западный склон Медвежинской банки, март-апрель)				
45,0-48,5	♀	печень	4,56	4,91
		мышцы	0,03	0,22

Следует отметить высокое содержание витамина А и Е в печени у самок макруруса Окка – 20,7-24,9 мг/100 г ткани и 30,0-33,7 мг/100 г ткани, соответственно. Содержание витамина А в печени самцов низкое – 0,60 мг/100 г ткани, витамина Е несколько выше – 14,7 мг/100 г ткани. Содержание витамина А и Е в печени северного макруруса намного меньше, по сравнению с макрурусом Окка – 4,56 и 4,91 мг/100 г ткани, соответственно.

Фракционный состав мышечной ткани северного макруруса характеризуется преобладанием фракции с высокой молекулярной массой (ММ) (более 80,6 кДа) – 47,8 %. Фракция со средней ММ составляет 14,7 %, доля же низкомолекулярной фракции (ниже 8,4 кДа) – 37,5 %.

Размерно-массовый состав отдельных частей тела представителей семейства макрурусовые отражён в таблице 4.

Таблица 4

Размерно-массовый состав глубоководных рыб семейства макрурусовые

Абсолютная длина тела, см	Масса тела, г	Соотношение частей тела, %									
		голова		тушка	Мышечная ткань	кожа	кости	плавники	внутренности		
		целиком	в т.ч. кал- тычки						целиком	в том числе печень	гонады
макрурус Окка (СВА, район плато Хаттон, октябрь)											
31,5-46,0	76-310	41,7	3,82	42,1	30,3	5,12	6,75	0,62	15,1	6,00	1,21
тупорылый макрурус (район Исландии, июль)											
44,2-55,0	208-390	43,3	6,1	36,7	31,1	2,0	3,7	2,0	15,6	2,1	0,2
северный макрурус (Западный склон Медвежинской банки, март-апрель)											
29,0-48,5	124-700	38,1	6,86	35,2	27,8	3,33	4,14	0,71	25,4	10,5	0,15
северный макрурус (район банки Копытова, декабрь)											
57,0-74,0	1155-2630	29,0	-	38,5	29,0	3,46	3,16	0,52	30,5	18,3	0,39

Соотношение частей тела макруруса Окка, тупорылого и северного макрурусов своеобразно. Голова, отделенная прямым резом, составила у макруруса Окка и тупорылого макруруса большую величину (41,7-43,3 %), у северного макруруса выход головы несколько меньше – 29,0-38,1 % от массы целой рыбы. Выход тушки у макруруса Окка составил 42,1 %, у северного и тупорылого макрурусов эта величина несколько меньше – 35,2-38,5 %, соответственно. Выход мышечной ткани небольшой, составляет лишь около 30 % от массы целой рыбы (у всех исследованных представителей семейства макрурусовые). Массовая доля внутренностей у северного макруруса – значительная величина – 25,4-30,5 %, из них 10,5-18,3 % приходится на печень, у макруруса Окка и тупорылого макруруса внутренности и печень меньше, в среднем составили – 15,3 % и 2,1-6,0 %, соответственно.

Аминокислотный состав белков исследованных гидробионтов представлен в таблице 5.

Таблица 5

**Аминокислотный состав белка мышечной ткани северного макруруса
(Баренцево море, район банки Копытова, декабрь)**

Аминокислота	Северный макрурус		Идеальный белок, %
	%	мг/100 г мышечной ткани	
Валин	5,02	969	4,0
Изолейцин	4,23	816	3,0
Лейцин	7,24	1398	6,1
Лизин	6,12	1181	4,8

Аминокислота	Северный макрурус		Идеальный белок, %
	%	мг/100 г мышечной ткани	
Метионин	3,88	749	2,3 (с цистином)
Треонин	4,46	861	2,5
Триптофан	1,04	200	0,66
Фенилаланин	4,17	805	4,1 (с тирозоном)
Аланин	5,80	1120	
Аргинин	6,92	1335	
Аспарагиновая	12,88	2485	
Гистидин	2,45	473	1,6
Глицин	3,95	762	
Глутаминовая	16,7	3224	
Серин	5,30	1023	
Таурин	0,80	155	
Тирозин	3,03	586	
Всего	94	18142	

Согласно полученным данным, и с учётом того, что треонин, метионин и триптофан в большей части разрушается при гидролизе белка классическим методом 6 н HCl кислотой при температуре 110 – 120 °С (24 ч) на 80 %, белок мышечной ткани северного макруруса полноценный, незаменимые аминокислоты присутствуют в количествах, соответствующих шкале, разработанной экспертами ФАО и ВОЗ для «идеального белка», оптимального для обеспечения потребностей взрослого человека [14].

Величины заменимых аминокислот и их соотношения обычные для костных рыб. В наибольших количествах присутствуют аспарагиновая и глутаминовая аминокислоты.

Жирнокислотный состав липидов северного макруруса весеннего вылова отражен в таблице 6.

Таблица 6

Жирнокислотный состав липидов частей тела северного макруруса (Западный склон Медвежинской банки, март-апрель) в % к сумме жирных кислот

Жирные кислоты	Макрурус северный	
	мышечная ткань	печень
C _{12:0} (лауриновая)	0,1	-
C _{13:0} (тридекановая)	0,5	-
C _{14:0} (миристиновая)	9,7	0,2
C _{15:0} (пентадекановая)	0,2	0,1
C _{16:0} (пальмитиновая)	8,8	8,5
C _{17:0} (маргариновая)	0,4	0,4
C _{18:0} (стеариновая)	2,5	1,8
Сумма насыщенных	22,2	11,0
C _{13:1} (тридеценовая)	-	-
C _{14:1} (тетрадеценовая)	-	1,3
C _{15:1} (пентадеценовая)	-	0,3
C _{16:1} (пальмитолеиновая)	1,8	4,9
C _{17:1} (гептадеценовая)	0,4	0,8
C _{18:1} (олеиновая)	12,6	35,0
Сумма мононенасыщенных	14,8	42,3
C _{18:2} w6 (линолевая)	1,8	1,2
C _{18:3} w6 (линоленовая)	0,4	0,3
C _{18:3} w3 (линоленовая)	2,3	1,2
C _{18:4} w3 (октадекатетраеновая)	2,8	10,8
C _{20:2} w9 (эйкозодиеновая)	-	-
C _{20:2} w6 (эйкозодиеновая)	0,6	0,4
C _{20:3} w6 (эйкозатриеновая)	-	0,8
C _{20:4} w6 (арахидионовая)	27,4	1,3
C _{20:4} w3 (арахидионовая)	1,5	3,9

Жирные кислоты	Макрурус северный	
	мышечная ткань	печень
C _{20:5} w3 (эйкозапентаеновая)	9,2	13,4
C _{22:5} w3 (докозапентаеновая)	-	-
C _{22:6} w3 (докозагексаеновая)	17,0	13,3
Сумма полиненасыщенных	63,0	46,6

Липиды мышечной ткани представлены, главным образом, полиеновыми кислотами - 63 %. Сумма моновенасыщенных кислот сравнительно мала - 14,8 %, насыщенных кислот несколько больше 22,2 %, что является обычным значением для морских рыб.

Среди полиненасыщенных жирных кислот преобладает арахидоновая C_{20:4} - 27,4 % и докозагексаеновая C_{22:6} - 17,0 %. Моновенасыщенные кислоты на 85 % состоят из олеиновой кислоты C_{18:1}. Основными насыщенными кислотами являются миристиновая C_{14:0} и пальмитиновая C_{16:0}.

Липиды печени северного макруруса почти на 90 % состоят из ненасыщенных жирных кислот, полиеновые из них составляют 46,6 %. Большая часть полиненасыщенных жирных кислот приходится на высоконепредельные C_{20:5} и C_{22:6}.

Олеиновая кислота C_{18:1} составляет более трети всех жирных кислот липидов печени макруруса. Среди насыщенных кислот доминирует пальмитиновая C_{16:0}.

Заключение

Полученный материал о химическом составе и биохимических свойствах органов и тканей некоторых представителей семейства макруросовые (тупорылый макрурус, северный макрурус и макрурус Окка) позволяет сделать предварительные рекомендации об их ценности, безопасности для пищевых целей и целесообразных способах их использования. Нужно отметить, что степень их изученности недостаточна для разработки детальных, комплексных малоотходных направлений рационального применения в приготовлении продукции разного назначения – не исследована зависимость технотехнических показателей от разных этапов жизненного цикла, стадий физиологического развития с учетом района и сезонов вылова. Тем не менее, выполненные технотехнические исследования позволяют отнести перечисленных представителей семейства макруросовые к категории тощих белковых рыб. Пищевая ценность макруруса Окка, северного и тупорылого макруруса невелика. Выход мышечной ткани составляет, в среднем, всего лишь около 30 %. Специфическое строение тела создаёт определенные сложности при их разделке и первичной обработке. Очень длинную и тонкую хвостовую часть рыб следует удалять на 1/3 при обработке. У всех исследованных глубоководных объектов отмечено повышенное содержание воды, поэтому целесообразно частично удалять из него воду или вводить водоудерживающие компоненты (для производства фаршевых изделий и консервов). Эта категория рыб кроме использования в качестве столовых рыб, является хорошим сырьем для производства широкого ассортимента продукции – кулинарных изделий, фарша особых кондиций, формованной и аналоговой продукции, стерилизованных фаршевых изделий в оболочке и др.

Особую ценность представляет печень этих видов рыб, которая может быть использована для производства консервов натуральных, а также ветеринарного жира. Отходы при разделке (головы, внутренности, кожа, кости, плавники) составляют от 60-70 % от всей массы тела и могут быть использованы для производства рыбной муки (в кормопроизводстве), а также как белоксодержащее сырье для получения гидролизатов микробиологического, медицинского, пищевого и кормового назначения [15].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf> (дата обращения 27.06.2019).

2. Морская доктрина РФ на период до 2030 года // Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://rg.ru/2010/12/21/mordeyatelnost-site-dok.html> (дата обращения 27.06.2019).
3. Винниченко В. И. Состояние запасов и перспективы отечественного промысла глубоководных донных рыб в Северо-Восточной Атлантике. // Тез. докл. X Всероссийской конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2009. – С. 44-46
4. Александров Д. И. Глубоководные рыбы Фареро-Хаттонского района // Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева и Белого морей и Северной Атлантики в 2018 г. / ПИНРО; отв. ред. Е. А. Шамрай. – Мурманск: ПИНРО, 2018. – С. 81-82.
5. Технохимическое исследование рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. – М.: ВНИРО, 1981. – 92 с.
6. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. Введ. 01.01.1986. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 141 с.
7. Moore S., Stein W. H. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment // Methods Enzymol. – 1963. – Vol. 6. – P. 819–831.
8. Руководство по современной тонкослойной хроматографии /Перевод Бусев С.А., Митрошков А.В., Петренко В.В. Под ред. Ларионова О. Г. – М.: Науч. Сов. РАН по хроматографии, 1994. – 312 с.
9. Jamieson G.R., Reid E.N. The analysis of oils and fats by gas chromatography. Correlation of refraction index with polarity of stationary phase // J. chromatogr. – 1969. – Vol.42. – P.304-310.
10. Jamieson G.R. GLC-identification techniques for long-chain unsaturated fatty acids // J. chromatogr. Sci. – 1975. – Vol.13, № 10. – P.491-497.
11. Bartlett J.C., Iverson S.L. Estimation of fatty acid composition by gas chromatography-using peak heights and retention time // J.Assoc. Offic. Analyt. Chemists. – 1966. – Vol.49, №1. – P.21-27.
12. Скурихин В.Н., Шабаетов С.В. Методы анализа витаминов А, Е, Д и каротина в кормах, биологических объектах и продуктах животноводства. – М.: Химия, 1996. – 96 с.
13. Westermeier, R. Electrophoresis in Practice / R. Westermeier. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co., 2005. – 427 p.
14. Dietary protein quality evaluation in human nutrition : Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : FAO, 2013 – 66 p. [Electronic resource]. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf> (дата обращения 27.06.2019 г.)
15. Мухин В.А. Разработка стратегии получения ферментативных белковых гидролизатов из тканей морских гидробионтов: дис. ... докт. биол. наук: 03.00.23; 03.00.04 / Мухин Вячеслав Анатольевич. – М., 2003. – 240 с.

BIOCHEMICAL PROPERTIES AND PROSPECTS OF USING OF DEEP-SEA FISHES OF THE FAMILY MACROURIDAE

Mukhortova Anna Mihaylovna, scientist;
Mukhin Vyacheslav Anatol'evich, doctor of science (biochemistry), head of laboratory;
Baryshnikov Andrey Vladimirovich, PhD, scientist;
Lyzhov Ivan Ivanovich, junior researcher;
Uzbekova Olga Railovna, junior researcher

Polar branch of VNIRO ("PINRO" named after N.M.Knipovich),
Murmansk, Russia, e-mail: mukhort@pinro.ru

The study purpose was to summarize and amplify data about techno-chemical composition and biochemical properties of organs and tissues for poorly investigated and low-utilized deep-sea fish of the Macrouridae family: sword-snout grenadier, roundnose grenadier, north grenadier. The paper presents the results of determining the size-mass, total chemical composition, fractional composition of lipids, fatty acids, amino acids and vitamins. Recommendations on the rational use of these fish species are given

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕВЯТИИГЛОЙ КОЛЮШКИ (PUNGITIUS PUNGITIUS PUNGITIUS (LINNE) 1758) В РЯДЕ ВОДОТОКОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Новожилов Олег Анатольевич, канд. биол. наук, доцент;

Погудина Анастасия Сергеевна, студентка

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: ecology@klgtu.ru

Большинство рек Калининградской области относятся к категории малых и зачастую представляют собой систему мелиоративных каналов. Цель работы – изучение девятииглой колюшки, основного обитателя данных водотоков. Подобные исследования на территории области проводятся впервые. В ходе работы установлено, что параметры колюшки девятииглой, обитающей в водах Калининградской области, не превышают: длина 5,7 см; масса 2,4 г; возраст 6 лет. Численность колюшки определяется в большой степени шириной водотока

Введение

Территория Калининградской области покрыта густой сетью водотоков принадлежащих бассейну Балтийского моря. Большинство рек относятся к категории малых. Большинство речных систем антропогенно- трансформированны и представляют собой приемники вод мелиоративных систем. Общая протяженность водотоков превышает 5 тыс км, кроме того, протяженность каналов мелиоративных систем превышает 3 тыс. км [1].

Ихтиологические исследования в Калининградской направлены на изучение Балтийского моря, Куршского и Вислинского заливов, озера Виштынецкого. Изученность водотоков гораздо более слабая, всего можно отметить несколько работ [2, 3, 4], причем практически все они выполнены на реке-Немане. Малые водотоки исследованы крайне незначительна и можно отметить только две работы [5, 6].

Целью нашей работы являлось изучение ихтиофауны малых водотоки Калининградской области, которая представлена в большинстве водоемов одним видом-девятииглой колюшкой (*Pungitius pungitius pungitius* (Linne) 1758). Биологические параметры девятииглой колюшки в водоемах Калининградской области до данного момента не изучались, для других регионов можно отметить монографии Зюганова В.В. [7], Барга Л.С. [8] и ряд статей [9, 10]

2 Материал и методика

Материалом для данной работы послужили результаты комплексного обследования каналов АЛ-4, В-3-6, В-3-3, ГВ1-2, ГВ1-5, МПОО, р. Селецкий (названия водотоков приведены в соответствии с картой мелиоративных систем) (рис.1, табл. 1).

Исследуемые водоемы находятся в северно-западной, юго-восточной и северной части Калининградской области. Водотоки относятся к бассейнам Куршского залива и Вислинского заливов. Протяженность водотоков не превышает 5 км, за исключением р. Селецкой, длина которой составляет 23 км.

Таблица 1

Характеристика обследованных водотоков

Наименование (шифр) водотока	Ширина водотока	Глубина водотока	Скорость течения	Протяженность водотока	Основной водоток
В3-3	1,3	0,4	0,34	4	р. Мельничная

Наименование (шифр) водотока	Ширина водотока	Глубина водотока	Скорость течения	Протяженность водотока	Основной водоток
ВЗ-6	2,2	1,1	0,082	0,6	р. Мельничная
ГВ1-2-1	0,8	0,2	0,27	5,2	р. Анграпа
ГВ1-5	6,0	1,0	0,25	5	р. Анграпа
МПОО-11-0	1,0	0,6	0,1	1,2	р. Преголя
Селецкий	4,0	1,1	0,49	23	р. Анграпа
АЛ4	0,9	0,2	0,18	5,4	р. Нагорная

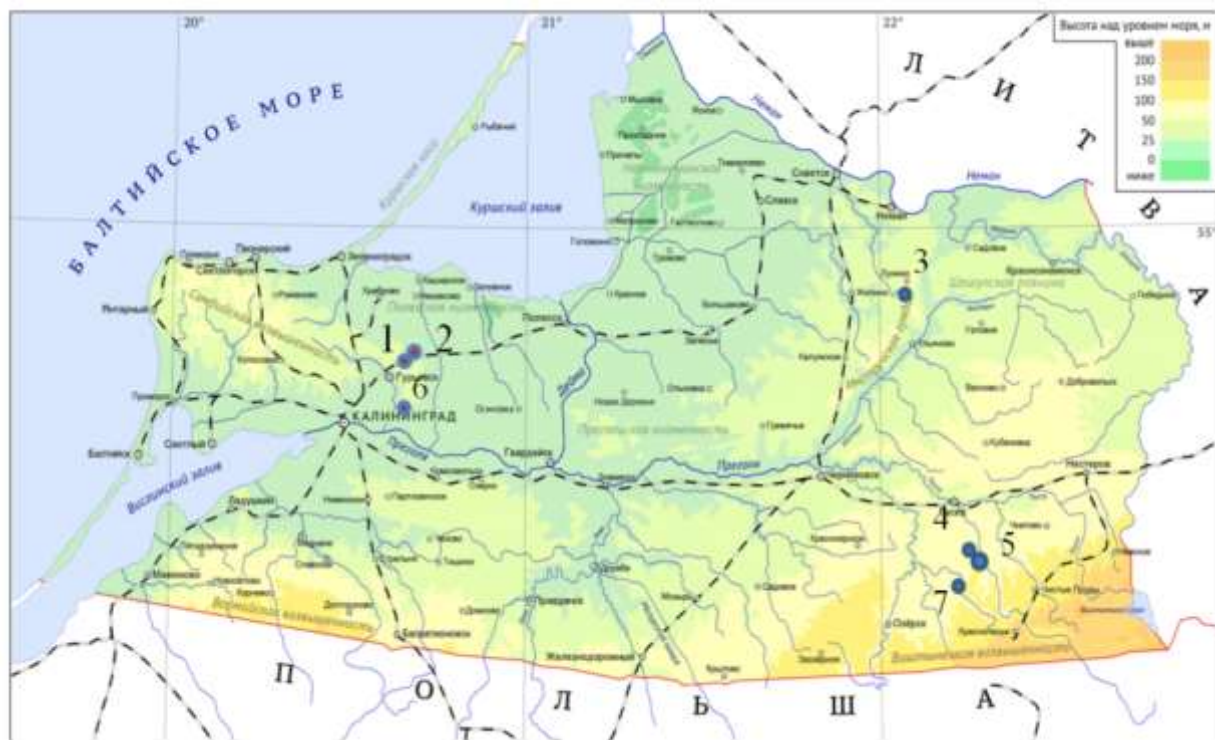


Рис. 1. Схема расположения водотоков, где 1- ВЗ-6; 2- ВЗ-3; 3- АЛ 4; 4- ГВ 1-2-1; 5 ГВ 1-5; 6- МПОО-11-0; 7-р. Селецкая

Ихтиологические исследования проведены с использованием электроловильного аппарата ЭЛУ-1. Сбор и обработка ихтиологических материалов проводились в соответствии с общепринятыми методиками [11]. При биологическом анализе определялись размерные и весовые показатели рыб. Возраст колюшек рекомендуется определять по отолитам [7,12,13], но не в проходящем свете не в поляризованном по отолитам возраст определить мы не могли и для определения возраста использовали жаберные крышки, которые просматривались в поляризованном свете. Измерение длины рыбы производится с помощью мерной линейки с точностью 0,1 см. Массы рыбы производилась на весах с точностью до 0,1 г.

Работы проводились на материале зафиксированном 96% раствором этилового спирта. Исследовано 108 экземпляров из семи водотоков (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика обловов и видовой состав улова

Название водоема	Площадь облова м ²	Количество пойманных и обработанных рыб, шт.
ВЗ-6	80	42
ВЗ-3	100	7
АЛ 4	50	10
ГВ1-2-1	80	9
ГВ-1-5	40	6
Селецкий	80	19
МПОО-11-0	100	12

Площади обловов составляли от 40 до 100 м², максимальное количество особей поймано в водоеме ВЗ-6 составила 42 штуки, в среднем улов составил 15 штук.

Численность и биомасса колюшки приведены в индексах численности и индексах биомасс в отношении канала АЛ4.

3 Результаты исследования

В улове отмечены особи девятииглой колюшки длиной от 2,5 до 5,6 см. (табл. 3).

Таблица 3

Размерные показатели девятииглой колюшки в водотоках Калининградской области

Наименование (шифр) водотока	Длина, см			Ошибка средней
	Минимальная	Средняя	Максимальная	
ВЗ-3	3	4,2	4,6	0,20
ВЗ-3-6	2,5	3,7	5,3	0,11
ГВ1-2-1	2,9	3,8	4,3	0,16
ГВ-1-5	4,3	4,7	5,2	0,12
МПОО	3,6	4,2	5,2	0,14
Селецкий	4,2	4,9	5,7	0,11
Ал 4	4,2	4,9	5,6	0,13

Средняя длина колюшки для водоемов области составляет 4,3 см.

Размерная структура куполообразная, на размерные классы 3,0-5,5 приходится практически 90% улова. Доля рыб в улове увеличивается с 4,8%, для рыб размерного класса 2,5-3 см, до более чем 22%, для размерного класса 4,5-5,0 см (Рис. 2)

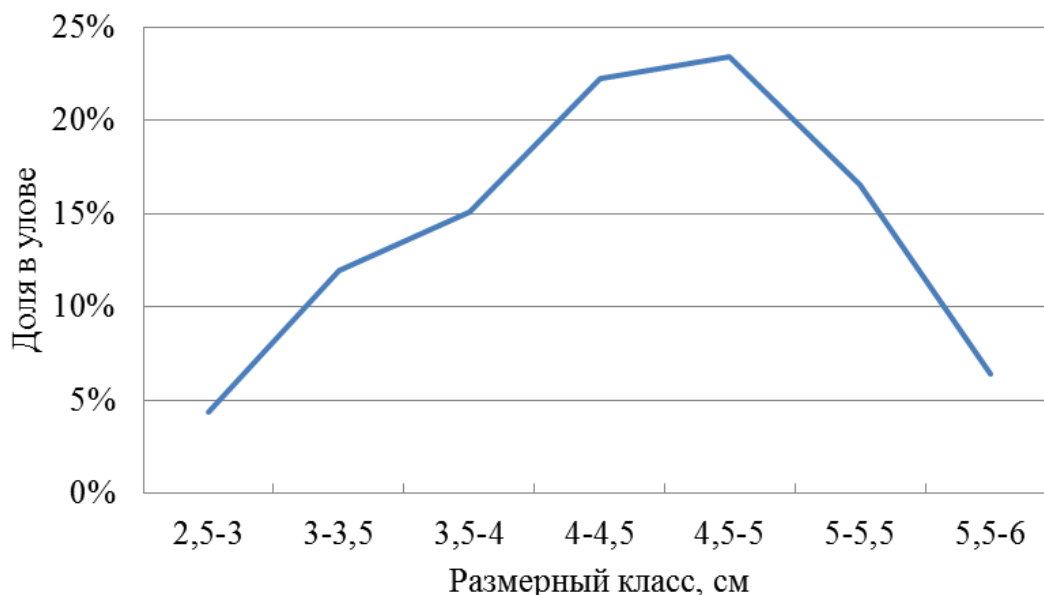


Рис. 2. Размерная структура улова девятииглой колюшки

Минимальная длина колюшки девятииглой отмечена в водотоке В 3-6, и составила 2,5 см, максимальная длина отмечена в водотоке АЛ 4 и составила 5,6 см. Средняя длина особи по всем обследованным водотокам составляет 4,0 см (Рис. 3-5). Наиболее мелкие особи обитают в водотоке В 3-6, ГВ 1-2-1, средняя длина составляет 3,7-3,8 см, несколько крупнее особи в водотоке В 3-3 где средняя длина составляет 4,2 см. В водоеме МПОО размеры представлены от 3,5 до 5,5 см.

Селецкий водоток имеет максимальное количество в размерном класс 4,5-5,5 см около 60 %. Самая большая особь 5,6 см. Самые крупные особи отмечены в каналах Ал 4 и ГВ 1-5 4,9 и 4,7 см соответственно.

Размерные структуры уловов колюшки девятииглой довольно сильно различаются даже в близко расположенных водотоках.

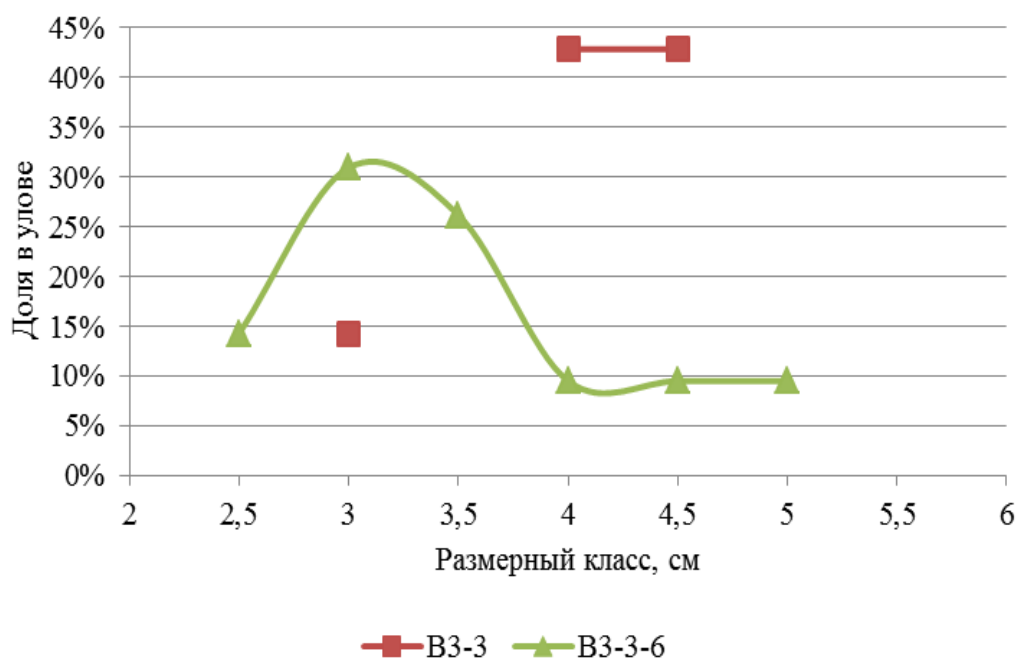


Рис. 3. Размерная структура улова девятииглой колюшки в водотоках ВЗ-3 и ВЗ-6

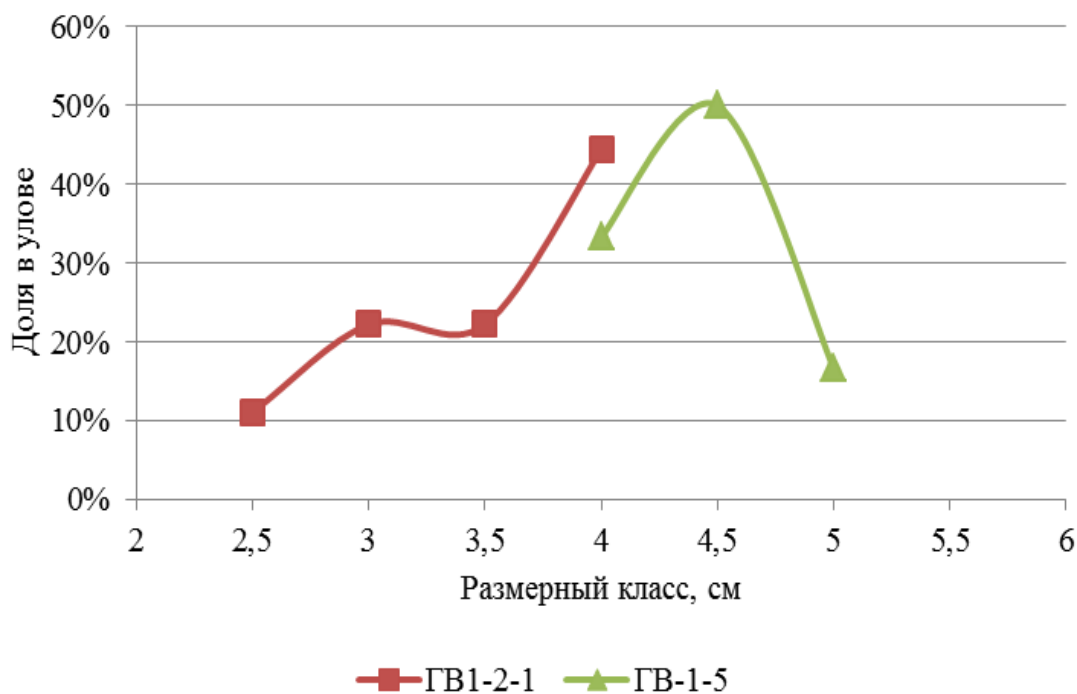


Рис. 4. Размерная структура улова девятииглой колюшки в водотоках ГВ1-2-1 и ГВ-1-5

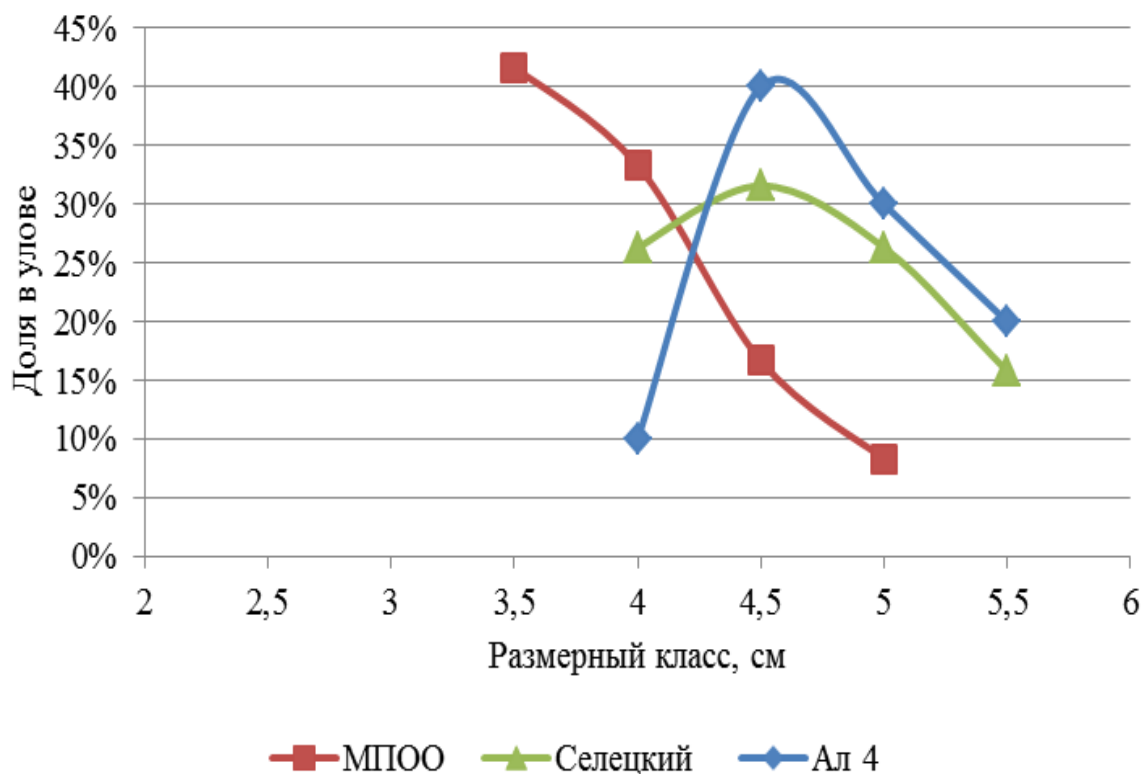


Рис. 5. Размерная структура улова девятииглой колюшки в водотоке МПОО Селецкий, АЛ4

Масса особей колюшки в улове менялась от 0,1 г до 2,4 г (табл. 4), средняя масса составила 0,81 г.

Таблица 4

Весовые показатели девятииглой колюшки в водотоках Калининградской области

Наименование (шифр) водотока	Масса, г			Ошибка средней
	Минимальная	Средняя	Максимальная	
Ал 4	0,9	1,54	2,4	0,13
ВЗ-3	0,6	0,91	1,1	0,06
ВЗ-3-6	0,1	0,53	1,4	0,06
ГВ1-2-1	0,1	0,48	0,9	0,07
ГВ-1-5	0,8	0,92	1,1	0,04
МПОО	0,3	0,40	0,7	0,04
Селецкий	0,5	0,91	1,4	0,06

Как и в случае с длиной наиболее мелкие особи обитают в водотоке В 3-6, ГВ 1-2-1, средняя масса составляет 0,5г, несколько крупнее особи в водотоке В 3-3 и ГВ 1-5 где средняя масса составляет 0,9 г, Самые крупные особи обитают в водоеме АЛ 4, где средняя масса составляет 1,5 г.

Возраст рыб в исследованных водоемах менялся от двух до шести лет (рис. 6). Наиболее часто встречались двухлетние особи. Средний возраст колюшки 3,8 лет.

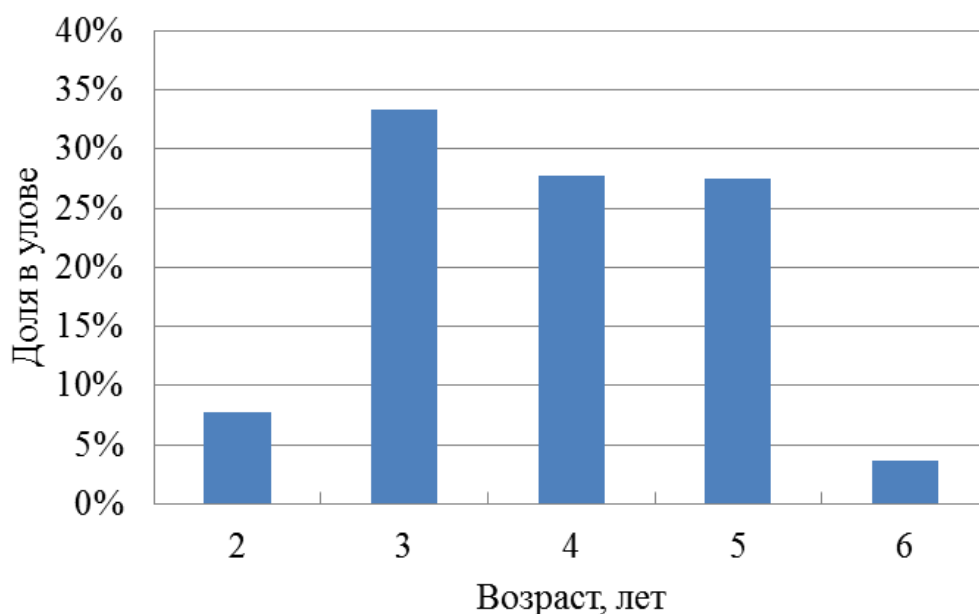


Рис. 6. Возрастная структура улова девятииглой колюшки

Возрастная структура уловов согласуется с размерной структурой, так в водоемах В 3-3 в размерной структуре и возрастной доля более крупных, более старых особей больше чем в водоеме В 3-6 (рис. 7).

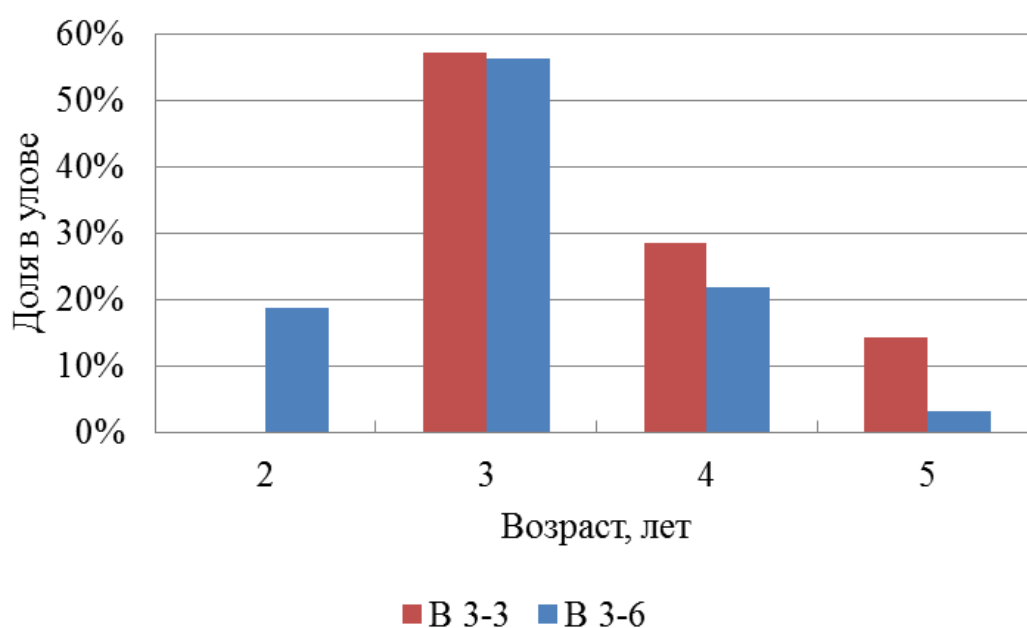


Рис. 7. Возрастная структура улова девятииглой колюшки в водотоках В 3-3 и В 3-6

Такая же зависимость проявляется в отношении водоемов ГВ 1-2-1 и ГВ 1-5. Водоем ГВ -1-5 населен мелкими, маловозрастными особями, а ГВ 1-2-1 более крупными и более старшевозрастными (рис. 8).

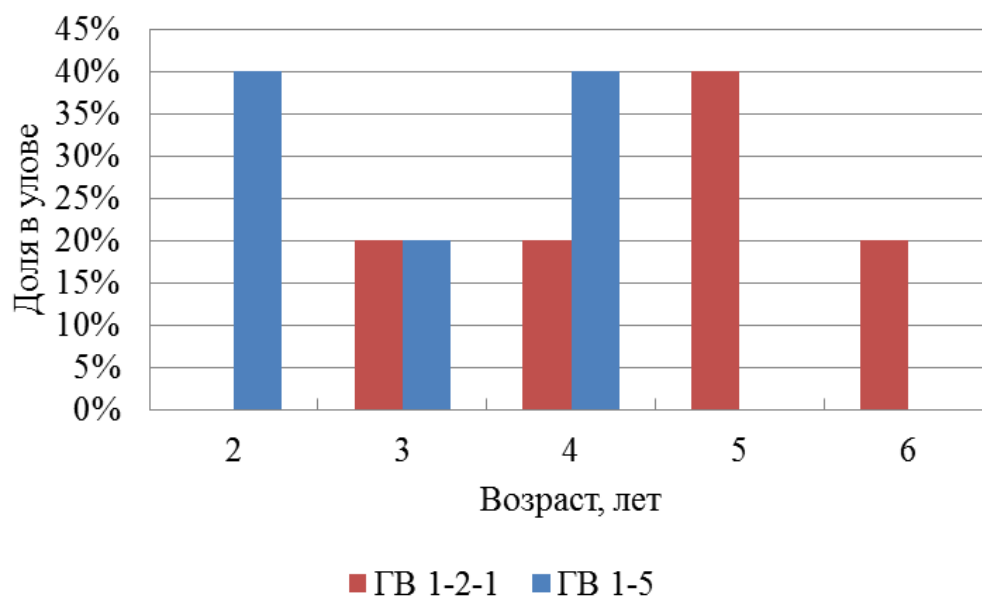


Рис. 8. Возрастная структура улова девятииглой колюшки в водотоках ГВ1-2-1 и ГВ1-5

Водоток Селецкий имеет рыб в возрасте от 3 до 5 лет. Особи более молодые, 3-4 года, преобладают над более старшими. В водотоке же МПОО с увеличением возраста доля более старших особей возрастает. На возраст пять лет приходится 55 процентов (рис. 9).

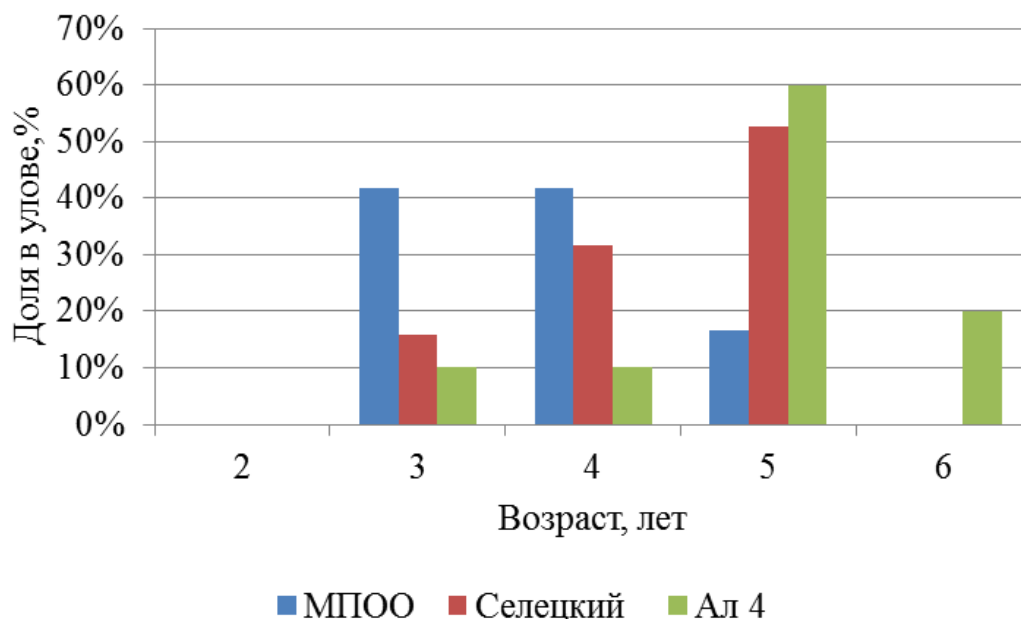


Рис. 9. Возрастная структура улова девятииглой колюшки в водотоке МПОО, Селецкий, Ал 4

Водоток Ал 4 характеризуется самыми большими размерами особей и самым большим возрастом отмеченным в улове. Согласно литературным данным, максимальный отмеченный возраст колюшки не превышает 5 лет [7], но по нашим данным он достигает 6 лет.

Как и в случае с размерной структурой зависимости между условиями обитания и возрастной структурой нами обнаружены не были. Возрастная структура сильно меняется в близко расположенных водоемах, и в водоемах со схожими условиями обитания.

Рыбы растут очень медленно. За первые два года рыбы достигают длины 3,3 см, а затем средний прирост составляет около 0,2 см в год, масса в первый год достигает четверти грамма и дальнейшем приросты в целом не превышают 0,25 г/год (табл. 5-6).

Таблица 5

Линейный рост девятииглой колюшки в водотоках Калининградской области

Возраст	Длина средняя, см						
	Ал 4	ВЗ-3	ВЗ-3-6	ГВ1-2-1	ГВ-1-5	МПОО	Селецкий
2			3,3		4,9		
3	5,6	4,05	3,7	4,3	4,3	3,8	4,4
4	5,1	4,4	4,3	4,3	4,5	4,3	4,8
5	4,8	4,4	5,3	3,5		4,9	5,1
6	4,9			4,2			

Таблица 4

Весовой рост девятииглой колюшки в водотоках Калининградской области

Возраст	Масса средняя, см						
	Ал 4	ВЗ-3	ВЗ-3-6	ГВ1-2-1	ГВ-1-5	МПОО	Селецкий
2			0,25		1		
3	1,9	0,85	0,53	0,9	0,8	0,3	0,83
4	1,6	0,95	0,87	0,1	0,95	0,4	0,91
5	1,45	1,1	1,1	0,45		0,65	0,92
6	1,6			0,7			

В целом отмечается довольно близкие показатели линейного роста весовой рост довольно сильно различается по водоёмам и в одном возрасте разница в массе достигает четырех раз. С возрастом различия в массе снижаются.

Индексы численности и биомассы в водоемах в абсолютных величины различаются в 7,5 раз, максимальная численность отмечена в канале В 3-3-6, где она составляет 2,63 численности от канала Ал4, минимальная в канале В 3-3 всего 0,35 от численности в канале Ал4 (табл.6). Закономерности между численностью и особенностями водоема обнаружены не были.

Индексы биомасс в водотоках отличаются еще сильнее и размах колебаний составляет 22 раза. Минимальная численность отмечается в канале МПОО всего 0,16 от численности в канале Ал4,, максимальная в канале ГВ1-5, 3,47 от численности в канале Ал4.

Таблица 6

Численность и биомасса колюшки девятииглой в водотоках Калининградской области

Водоём	Индекс численности шт./га	Индекс численности шт./100 м. п.	Индекс биомассы кг/га	Индекс биомассы г/100 м. п.
Ал 4	1,00	1,0	1,00	1,0
ВЗ-3	0,35	0,5	0,21	0,3
ВЗ-3-6	2,63	5,8	0,91	2,0
ГВ1-2-1	0,56	0,5	0,17	0,2
ГВ-1-5	0,88	5,8	3,47	23,2
МПОО	0,60	0,7	0,16	0,2
Селецкий	1,19	6,6	0,70	3,9

Более показательным для численности и биомассы является индекс посчитанный к 100 метрам протяженности водотока. Так для численности на 100 м.п. выделяется три водотока: В 3-3-6, ГВ 1-5 и р. Селецкий, где индекс численности превышает 5,8 при том что в остальных водотоках он составляет только 0,5-0,7 от численности в канале Ал4. Такая же ситуация прослеживается и с индексом биомассы, в этих водотоках индекс биомассы на 100 м.п. на порядок, два превышает индекс биомасс в других водотоках.

Заключение

Видовая структура самых малых водотоков Калининградской области обеднена и представлена в основном одним видом рыб – колюшкой девятииглой

Колюшка в водоемах представлена особями с длиной от 2,5 до 5,7 см. В улове преобладают особи длиной 3,0-5,5 см, на которые приходится 90 % улова. Масса колюшки девятииглой в исследованных водоемах меняется от 0,1 до 2,4 г. Средний вес колюшки в улове 0,7 г. В результате проведенных исследований выяснить зависимость между условиями обитания и биологическими параметрами девятииглой колюшки (длина, масса) не удалось.

Возраст рыб в исследованных водоемах менялся от двух до шести лет. Наиболее часто в улове встречались трехлетние особи. В исследованных водоемах максимальный возраст колюшки в двух водоемах превышает возраст отмеченный в литературе.

Линейный и весовой рост рыб маленький. В год средний прирост составил 0,2 см и 0,2 г.

Три водоема отличаются повышенной численностью и биомассой по сравнению с остальными: В 3-3-6, ГВ 1-5 и р. Селецкий. Данные водоемы от остальных отличаются шириной, она больше 2 метров. Таким образом, по нашему мнению, фактором определяющим численность колюшки девятииглой в водоеме является ширина водотока.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Доклад об экологической обстановке в Калининградской области в 2011 году // Электрон. дан. Режим доступа URL: https://gov39.ru/vlast/sluzhby/ecology/zip/eco_obstanovka_2011.pdf (дата обращения 10.04.19)
2. Распределение молоди рыб по биотопам в месте планируемого выпуска сбросных вод балтийской АЭС/ О.А. Новожилов // Биоразнообразие: глобальные и региональные процессы: всероссийская конференция молодых ученых г. Улан-Удэ, 2010.-Улан-Удэ, 2010.- С.104-105.
3. Численность и сезонная динамика молоди рыб р. Неман//О.А. Новожилов // Восьмая международная конференции по раннему онтогенезу рыб и промысловых беспозвоночных: тезисы докладов (19-23 апреля Светлогорск (Калининградская область).- Калининград, 2010.- С. 81-83.
4. Ихтиофауна приграничных водоемов/Р. Репечка, В. Кесминас, Э. Букельскис и др. // Воспроизводство рыбных ресурсов пограничного региона.- Вильнюс, 2008.-С.80-114.
5. Новожилов О.А. Характеристика видовой структуры молоди рыб рек Калининградской области // Известия КГТУ. - 2012.- №24. - С.69-77.
6. Структура ихтиоценозов малых рек Калининградской области / К.В. Тылик, С.В. Шибачев// Малые реки: тез. докл. - Тольятти, 2001. С. 37-38.
7. Зюганов В.В Семейство колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны // Фауна СССР. Л.: Наука, 1991 – 261 с.
8. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. 4-е изд., испр. и доп. — М.: Л.: Издательство Академии Наук СССР, 1948. — 468 с
9. Ихтиофауна малых рек приуральского берега Байдарацкой губы / И. П. Мельниченко, В. Д. Богданов // // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 30–36.
10. Рыбное население малых рек Мещерской низменности (Рязанской области), подвергшихся спрямлению русел / В.П. Иванчев, Е.Ю. Иванчева // Вопросы рыболовства.- 2015.- Т. 16.- № 1.- С. 79-86.
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) 4-е изд. — М.: Пищевая промышленность, 1966. — 374 с
12. Определение возраста трехиглой колюшки (Gasterosteus Aculeatus L.) / П. В. Головин, М. В. Иванов, Т. С. Иванова, Д. Л. Лайус // Вестник СПбГУ.- 2015.- № 3.- С.47-60.
13. Структура и рост отоликов молоди девятииглой колюшки Pungitius pungitius / Д.А. Павлов, В.А. Бурменский // Вопр. ихтиологии. - 1999. Т. 39, № 7. С. 517 – 523.

BIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE NINESPINE STICKLEBACK (PUNGITIUS PUNGITIUS PUNGITIUS (LINNE) 1758) IN A SOME OF WATERWAYS OF THE KALININGRAD REGION

Novozhilov Oleg Anatolievich, PhD, Associate Professor;
Pogudina Anastasiya Sergeevna, student

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: ecology@klgtu.ru

Most of the rivers of the Kalingrad region belong into the category of small and often represent a system of melioration systems. The purpose of the work is to study the ninespine stickleback, the main inhabitant of these watercourses. Such studies are conducted in the region for the first time. During the work, it was established that the parameters of the ninespine stickleback in the Kaliningrad region do not exceed: length 5.7 cm; weight 2.4 g; age 6 years. The number of stickleback is determined by the width of the watercourse

УДК 597.555.5(06)

ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАЛИМА (LOTA LOTA L.) ВОДОЕМОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Попова Александра Сергеевна, студентка 2 курса магистратуры
ФГБОУ ВО «КГТУ» кафедры ихтиологии и экологии;
Соколов Андрей Владимирович, канд. биол. наук,
доцент кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: aleksandra.popova@klgtu.ru, sokolov@klgtu.ru

В статье рассмотрены основные биологические характеристики налима (размерно-весовые показатели, рост, половозрелость и соотношение полов) по материалам фонда БайкалВНИРО за 2000-2018 года. В ходе исследования выявлено, что по сравнению со всеми рассматриваемыми группами, на оз. Байкал наблюдался повышенный на 20-30 % линейный рост. Отмечается, что в зависимости от экологических особенностей водоема существуют значительные отличия в сроках полового созревания

Введение

Налим – достаточно обычный вид в водоемах Байкальского региона. В самом озере Байкал данный вид хорошо исследован в 60-70-е годы прошлого столетия В.Н. Сорокиным [1]. Отмечается, что наиболее высока численность популяций налима, приуроченных к крупным рекам Байкала – Селенге, В. Ангаре, Кичере, Баргузину [2]. В прочих водоемах региона он встречается в мезо-олиготрофных озерах Северного Байкала (Верхнекичерские озера, Фролиха), севера Забайкальского края (Куандо-Чарские озера), Баунтовских озерах, озерах бассейна р. Ока и др. Биологические характеристики налима этих озер представлены в ряде работ [Кожов, 1950; Скрябин, 1977; Соколов 1995; Матвеев 2006]. Сравнительный анализ биологических характеристик налима в некоторой степени проведен только в одной работе (Матвеев и др, 2010).

Для прочих водоемов байкальского региона некоторые сведения по биологии и состоянию запасов приводятся у Соколова А.В. [2]. Следует отметить, что эти материалы приходятся на 70-е и 90-е годы. Современные данные о налиме байкальского региона практически отсутствуют.

Материалы и методика

Для анализа общей биологии и состояния запасов использовались материалы фонда БайкалВНИРО за 2000-2018 года. Анализировались материалы по трем районам Байкала: Северный Байкал, Баргузинский, Селенгинский. Среди прочих водоемов отдельно рассмотрены Каундо-Чарские, Северобайкальские, Баунтовские, Окинские озера.

Всего для анализа использованы данные полного биологического анализа в объеме около 1 тыс. экземпляров. Анализировались размерно-весовые показатели налима, преимущественно в контрольных уловах, рост, половозрелость, соотношение полов.

Литературный обзор

Единственный пресноводный представитель семейства – налим – населяет воды Северной Евразии и Северной Америки. Все остальные виды семейства обитают в морских водах преимущественно высоких и умеренных широт Северного полушария.

Налим широко распространен в Забайкалье в реках и озерах Байкала, Лены и Амура. Он предпочитает глубокие (10 м и более) озера и достаточно крупные и глубокие горные реки, имеющие глубинную зону с летними температурами воды не выше 10-12°C. Наиболее активен налим при температурах воды 5-10°C и преимущественно в темное время суток. Совершает значительные нерестовые и кормовые миграции [3].

Многочислен налим в тех районах Байкала, где притоки связаны с озерами, которые служат местом нагула взрослых рыб, и где растет и развивается молодь на первом году жизни [1].

Встречаемость налима по озерам Забайкалья в среднем составляет 17%. Для отдельных озерных групп данный показатель колеблется в пределах от 8 до 40%. Чаще налим встречается в Баунтовских, Куандо-Чарских озерах где встречаемость оценивается в 39-40%.

Общие запасы налима в Байкале в 70-е годы Сорокиным оценивались в 1,5 тыс. т., а рассчитанный им возможный вылов составил – 400 т [1].

Результаты исследований

2.1. Линейный рост налима

По многолетним данным (начиная с 1983 и по 2018 г.) был составлен и проанализирован график роста налима по пяти группам: Окинская, Каундо-Чарская, Северобайкальская, оз. Байкал, оз. Баунт (Рисунок 1).

Таблица 1

Линейно-весовые показатели налима (*Lota lota* L.) в разных группах водоемов Байкальского региона

Группа водоемов	Показатель	Возраст, лет															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	19
оз. Байкал	Л прот., см			32,6	40,3	47,1	50,9	55,9	60,0	63,7	69,2	69,0	79,0	79,4	105,0		

Северобайкальская				Окинская группа						оз. Байнуг						Группа водоемов				
W общ, г	V%	L пром, см	n	V%	W общ, г	V%	L пром, см	n	V%	W общ, г	V%	L пром, см	n	V%	W общ, г	V%	Возраст, лет			
																	1	2	3	4
								4	33%	15,0	12%	13,0								
			2	8%	81,5	10%	21,7	4	26%	46,3	11%	18,3								
			2	4%	182,0	2%	26,9	12	39%	218,0	12%	29,3	8	28%	351,5	7%				
298,8	8%	34,1	6	21%	306,2	7%	33,3	21	33%	296,2	11%	32,4	20	43%	548,8	16%				
443,7	21%	35,8	11	17%	397,2	6%	36,7	21	35%	435,7	12%	34,8	61	47%	929,5	14%				
522,8	14%	40,6	10	27%	581,3	6%	39,9	5	17%	658,7	6%	40,5	73	35%	1136,6	10%				
583,4	20%	42,5	3	11%	785,3	5%	42,8	12	23%	918,4	10%	45,7	81	34%	1474,6	11%				
656,8	7%	41,3	2	9%	1145,5	1%	52,0	16	27%	974,5	10%	46,9	89	34%	1897,3	13%				
801,7		47,1						5	9%	1149,1	7%	50,6	66	34%	2280,4	13%				
								4	14%	1421,2	6%	54,6	46	27%	2827,1	9%				
523,0		39,8	1		1400,0		59,0	1		1672,9		59,9	19	33%	3132,9	10%				
								3	38%	1723,7	16%	60,0	9	41%	5061,4	10%				
596,0		42,7						10	41%	1908,6	14%	61,6	2	1%	5087,5	2%				
								1		1475,0		64,8	1		11350,0					
								2	13%	3025,0	4%	77,1								
								1		4050,0		84,2								

Каундо-Чарская							Группа водоемов															
n	V%	W общ, г	V%	L пром, см	n	V%	Возраст, лет															
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	19
3	52%	62,7	18%	19,8																		
9	209%	347,1	59%	29,0																		
19	56%	173,5	19%	27,6					4	23%												
11	70%	226,5	20%	29,7					3	64%												
14	47%	506,4	15%	38,5					10	44%												
15	45%	655,3	14%	41,3					5	49%												
11	60%	673,8	19%	42,4					5	23%												
4	61%	606,8	23%	41,9					3													
2	52%	419,5	12%	38,9																		
3		581,0	13%	43,2					3													
3	15%	854,3	7%	47,4																		
									1													
1		1066,0		51,1																		
2	38%	2201,5	11%	59,5																		
1		1140,0		52,5																		

В отдельных водоемах отмечен налим в возрасте от 1 до 19 лет. Рыбы с максимальным возрастом были отмечены в оз. Байкал и оз. Баунт.

Среди двух групп, где наблюдался максимальный возраст, в озере Байкал к 13-15 годам средняя длина колебалась от 80 до 150 см, в озере Баунт в этом же возрасте особи достигали длины от 66 до 77 см. Линейный рост в анализируемых озерах различен. В Каундо-Чарских озерах наблюдался пониженный линейный рост, и в пределах возраста 15 лет длина налима составляла 59 см.

Достаточно характерным для роста налима являются его достаточно близкие величины длины для всех озер, за исключением оз. Байкал. По сравнению с остальными группами, на оз. Байкал наблюдается повышенный на 20-30% линейный рост. К 3-м годам он достигает 32 см, а к 8-ми годам величина роста составляет 60 см.

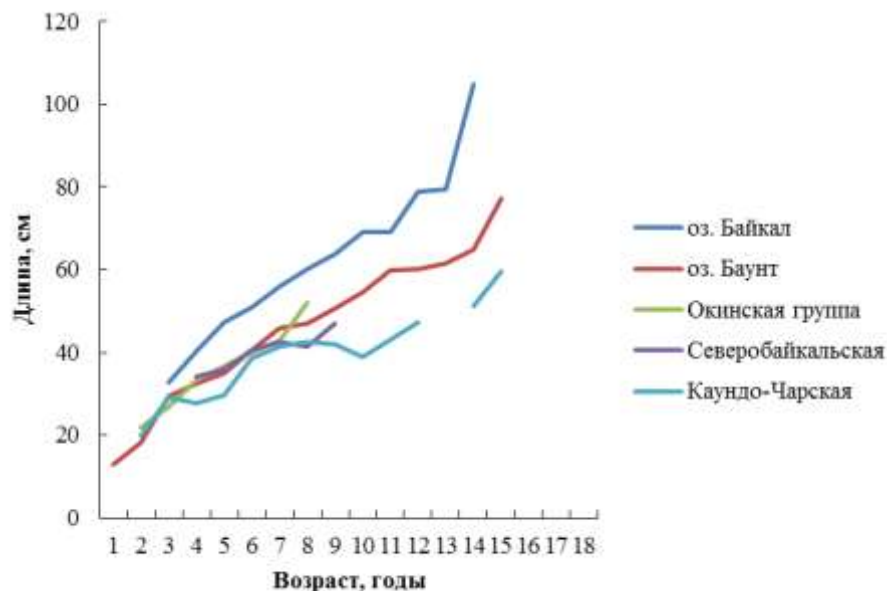


Рис. 1. Рост налима по пяти группам водоемов (оз. Байкал, оз. Баунт, Окинская, Северобайкальская, Каундо-Чарская группа)

2.2. Зависимость массы налима от его длины

По материалам полного биологического была составлена зависимость длины налима от его массы. Рассмотрены три группы водоемов: Байкальская, Каундо-Чарская, Окинская (Рисунок 2).

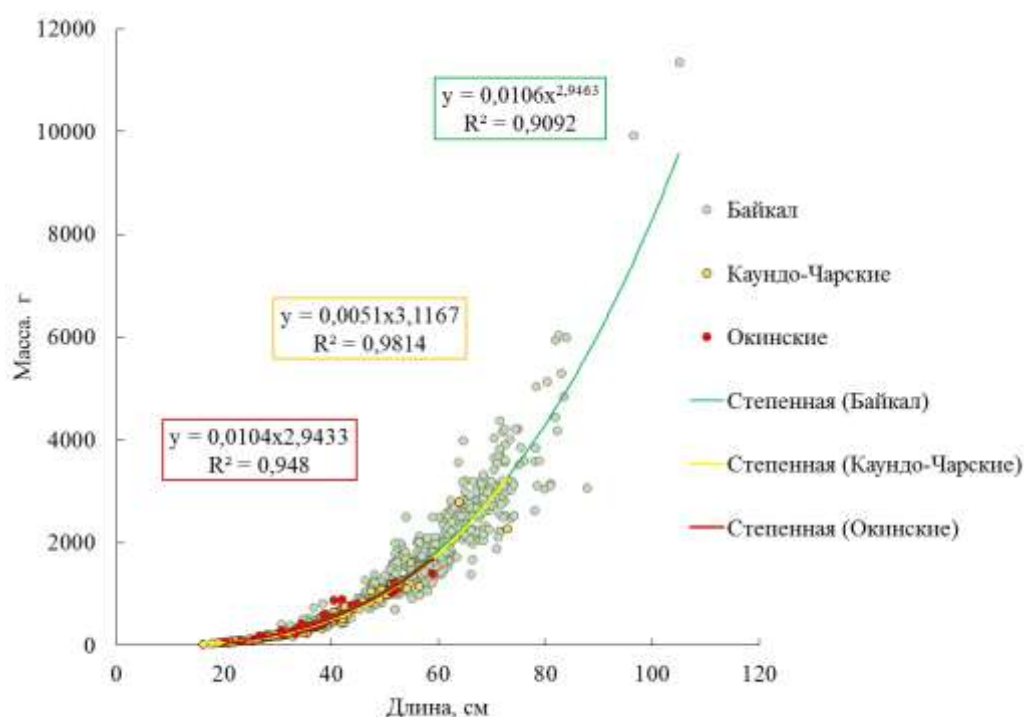


Рис. 2. Зависимость длины особи от его массы по трем группам водоемов

Все зависимости хорошо описываются степенным уравнением. В ходе исследования различий между длиной и массой для анализируемых озер не выявлено. Таким образом, эти данные можно обобщить (Рисунок 3).

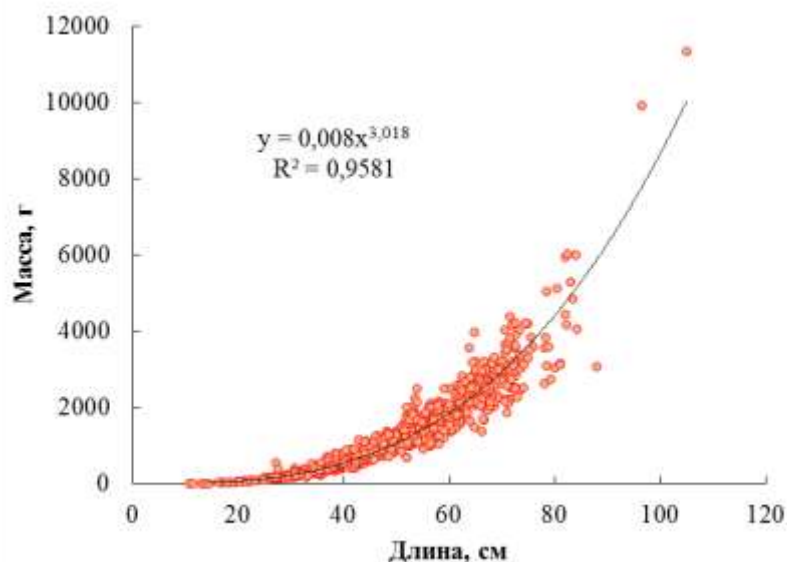


Рис. 3. Зависимость массы особи от его длины

Зависимость хорошо описывается степенным уравнением $y = 0,008x^{3,018}$. Коэффициент корреляции составил 0,97. Коэффициент аллометрии роста (показатель степени) равен 3-м, что свидетельствует о пропорциональности в темпах роста длины и массы тела налима.

Достаточно характерным является то, что выявленных различий между длиной и массой для анализируемых озер не выявлено. Поэтому, полученную зависимость можно использовать при анализе линейно-весовых показателей для всех исследованных озер.

2.3. Соотношение полов и половозрелость

При анализе соотношения самок с самцами можно сказать, что почти во всех представленных группах водоемов идет преобладание самок над самцами. Наибольшее количество самок наблюдается в Северобайкальской группе водоемов, и составляет 65%. В остальных водоемах показатели чуть ниже. Соотношение 1:1 выявлено в Окинской и Каундо-Чарской группах водоемов.

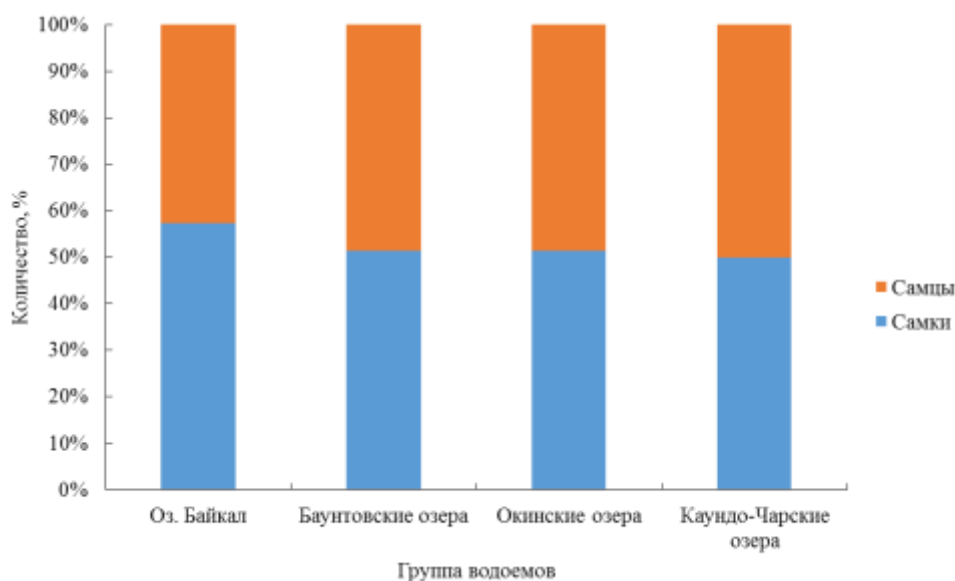


Рис. 4. Анализ соотношения полов в пяти группах водоемов

Так же стоит отметить, что в зависимости от экологических особенностей водоема наблюдаются значительные отличия в сроках полового созревания. В Окинской группе самки начинают

созревать в возрасте 4 года. В основном, с 5-ти лет они все становятся половозрелыми. Такая же тенденция наблюдается и у самцов.

В Каудо-Чарской группе наблюдается самое позднее созревание. Половозрелые самки начинают встречаться уже в возрасте 6-ти лет, а массовое половое созревание приходится на 8 лет. У самцов эти же показатели наблюдаются на год раньше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сорокин В.Н. Налим озера Байкал. – Новосибирск, 1976. – 145 с.
2. Матвеев А.Н., Самусенок В.П. Видовые очерки по биологии и экологии рыб. Рыбы озера Байкал и его бассейна. – Улан-Удэ, 2007. – С. 38-94
3. Соколов А.В. Структура ихтиоценозов и состояние рыбных запасов озер Забайкалья: диссертация на соискание ученой степени кандидата биол. наук. – Санкт-Петербург, 1995. – 285 с.
4. Карасев, Г.Л. Рыбы Забайкалья. – Новосибирск, 1987. – 273 с.

THE MAIN BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE BURBOT (LOTA LOTA L.) RESERVOIRS OF THE BAIKAL REGION

Popova Alexandra Sergeevna, 2nd year student of master degree course
of Kaliningrad State Technical University the department of ichthyology and ecology;
Sokolov Andrey Vladimirovich, candidate of biological sciences, associate professor
of the department of ichthyology and ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: aleksandra.popova@klgtu.ru, sokolov@klgtu.ru

The article discusses the main biological characteristics (size and weight indicators, growth, maturity and sex ratio) based on the material of the Baikal VNIRO Foundation for 2000-2018. The study revealed that, compared with all the groups under consideration, on Lake Baikal observed increased by 20-30 % linear growth. It is noted that, depending on the environmental characteristics of the reservoir, there are significant differences in puberty

УДК 639.2/3(470)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ ДО 2030 г.

¹Саускан Владимир Ильич, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры ихтиологии и экологии;

¹Осадчий Виктор Михайлович, канд. биол. наук, доцент, доцент кафедры ихтиологии и экологии;

²Архипов Александр Геральдович, д-р биол. наук, заместитель директора

¹ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: sauskan@klgtu.ru;

²Атлантический филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО»),
Калининград, Россия, e-mail: arhipov@atlantniro.ru

Рассмотрены основные направления развития рыбохозяйственного комплекса страны, способствующие обеспечению реализации целей и решению задач, поставленных в «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» и проекте «Морской доктрины РФ до 2030 года». Для этого необходимо воссоздать организацию промысловых разведок на рыбопромысловых бассейнах России, довести размеры государственного финансирования науки до уровня передовых рыбодобывающих стран, интенсифицировать подготовку, повысить квалификации и переподготовку кадров для рыбной отрасли

Основные итоги научно-исследовательских работ отечественных учёных в Мировом океане

Интенсивное развитие промышленного рыболовства сделало необходимым изучение биологии рыб, их миграций, колебаний численности в связи с биотическими и абиотическими факторами, поведения и популяционной структуры, питания и пищевых связей, урожайности поколений объектов промысла, воздействия промысла и природных факторов на запасы и распределение водных биологических ресурсов (ВБР) в океанах и морях, методов промыслового прогнозирования и многих других аспектов.

В XIX-XX веках огромный вклад в развитие рыбохозяйственной науки и океанографии в России (позднее – в СССР) внесли многие выдающиеся отечественные учёные, в том числе организаторы и другие известные деятели рыбохозяйственной науки [1] (рис.1).

Следует отметить, что в идеологии рыбохозяйственных исследований нескольких последних десятилетий, когда мировой вылов достиг 100 и более млн т, происходят смены приоритетов, а именно:

- до середины 80-х годов XX века - базовыми материалами служили данные съёмки (морских экспедиций), т.е. шло массированное накопление материалов;
- с середины 80-х до 90-х годов XX века - апогей применения аналитических методов оценки запасов и определения оптимальных параметров промысла;
- с начала 90-х годов XX века – глубокое изучение влияния природных, в т.ч. глобальных процессов и факторов на состояния экосистем, их моделирование, разработка мер сохранения эксплуатируемых запасов ВБР, видового разнообразия в океанических экосистемах и др.

После второй мировой войны в СССР для развития отечественной рыбной промышленности и освоения ВБР Мирового океана на научной основе были созданы государственные научно-исследовательские институты рыбного хозяйства и океанографии - ВНИРО (общее научное руководство и координация действий, г. Москва), на Атлантическом, Северном и Дальневосточном бассейнах – региональные институты рыбного хозяйства и океанографии: БалтНИРО-АтлантНИРО (Калининград), ПИНРО (г. Мурманск), ТИНРО (г. Владивосток), Чёрное море и Индийский океан - АзЧерНИРО-ЮгНИРО (г. Керчь), на внутренних морских и пресноводных водоёмах СССР – АзНИИРХ (г. Ростов-на Дону), КаспНИРХ (г. Астрахань), ГосНИОРХ (г. Ленинград) и другие НИИ, а также бассейновые промысловые разведки, конструкторско-проектные организации для проектирования и испытаний орудий лова (СЭКБ промышленного рыболовства, позднее – МаринПО, г. Калининград), судостроительные и судоремонтные заводы, верфи, тарные комбинаты, сетеснастные цеха и другие предприятия. Бассейновые научно-исследовательские институты и промразведки решали задачи ежегодного проведения биоокеанологических, траловых и гидроакустических съёмок в районах промысла и других перспективных районах океана для оценки запасов ВБР, совершенствовали методы долгосрочного и краткосрочного промыслового прогнозирования, изучали биологию и закономерности распределения и миграций промысловых рыб и других гидробионтов, разрабатывали промысловые рекомендации, обеспечивали оптимизацию расстановки флота в районах промысла, осуществляли сбор коллекционного материала по фауне районов исследований и т.д.



Слева направо: верхний ряд О.А. Гримм, Н.М. Книпович, Ф.И. Баранов, Л.С. Берг, второй ряд: А.С. Богданов, В.Г. Богоров, Д.Е. Гершанович, А.А.Елизаров, третий ряд: Г.К. Ижевский, Ю.Ю. Марти, И.И. Месяцев, П.А. Моисеев, четвёртый ряд: К.М. Дерюгин, Г.В. Никольский, Т.С. Расс, С.А. Студенецкий.

Рис. 1. Фото выдающихся отечественных (российских и советских) учёных в области рыбохозяйственной и океанографической науки.

Именно отечественными НИИ и промысловыми разведками отрасли в самых разных частях Мирового океана во второй половине XX века были открыты многочисленные новые промысловые районы и скопления перспективных для рыболовства водных биологических ресурсов, в частности - антарктического криля, чилийско-перуанской ставриды, рыб подводных гор и возвышенностей океана, обитателей океанской пелагиали – тунцов, светящихся анчоусов, кальмаров, в прибрежных шельфовых районах океанов – массовых пелагических видов рыб (ставрид, скумбрий, сардин, сардинелл и других сельдеобразных), которые позднее стали важнейшими объ-

ектами мирового и отечественного океанического рыболовства. Результаты этих исследований были опубликованы в сотнях книг, экспедиционных отчётах, диссертациях, научных статьях и докладах как в отечественных, так и в зарубежных изданиях. Много исследований проводилось в рамках международных программ, двусторонних и многосторонних договоров и соглашений (например, с такими странами, как США, Канада, Куба, Норвегия, Ангола, Марокко, Мавритания, Перу, Чили и многими другими).

Эти открытия дали возможность Советскому Союзу стать, по сути дела, мировым лидером в научных исследованиях ВБР и в океаническом рыболовстве. Большую положительную роль также имел тот факт, что общее руководство всей огромной рыбохозяйственной отраслью страны осуществляло Министерство рыбного хозяйства СССР, которое возглавлял около 40 лет талантливый министр А.А. Ишков.

Отрасль была хорошо обеспечена научными и инженерными кадрами, которых готовили многочисленные высшие и средние заведения отрасли (до 1958 г. – МосрыбВТУЗ, позднее – Калининградский технический институт рыбной промышленности и хозяйства, учебные заведения отрасли в городах Мурманске, Астрахани, Керчи, Владивостоке и многих других).

В результате такого мощного развития рыбохозяйственной и океанографической науки при всех видах организационной, финансовой, технико-экономической и международно-правовой поддержки государственной власти наша страна занимала по вылову гидробионтов в 80-х гг. XX века первое - второе место в мире, с годовым уловом ВБР в пределах 10,5-11,6 млн т.

При этом государство обеспечивало развитие всего отечественного рыбного хозяйства с помощью создания крупных региональных рыбохозяйственных комплексов на западе, севере, востоке и юге страны. Учитывая масштабы страны, каждый региональный комплекс [2] включал системы образования (подготовки и переподготовки кадров), научного обеспечения, промысла, транспортировки и переработки объектов промысла, торговли и поставок.

После распада СССР (начиная с 1992 г.), в связи с происшедшими в стране изменениями, практически вся организационная, финансово-экономическая и материально-техническая база отрасли перешла из государственной собственности в частную. Начало происходить значительное сокращение и устаревание промыслового, транспортного, научно-исследовательского и научно-поискового флота рыбной промышленности, ухудшение инфраструктуры, сокращение государственного финансирования научных, поисковых, инженерно-конструкторских, перерабатывающих, транспортных и многих других организаций отрасли, возникли проблемы с обеспечением отрасли кадрами, значительно уменьшились отечественные годовые уловы ВБР. Если в Советском Союзе рыбохозяйственная отрасль экономики решала важные социально-экономические государственные задачи, прежде всего – задачи обеспечения продовольственной безопасности страны и роста благосостояния населения, то в условиях рыночно-капиталистической экономики эти задачи потеряли своё прежнее значение. Сократилась численность научных работников в отрасли, в том числе кандидатов и докторов наук, произошла утечка кадров плавсостава из отрасли как внутри страны, так и за рубеж, причём многие работники плавсостава стали трудиться на судах под флагами различных государств. Были расформированы бассейновые управления промысловой разведки, началась активная распродажа научного и поискового флота.

В результате перемен, ослабления государственного научного обеспечения отрасли, отделения от России ряда бывших союзных республик, а также других вышеперечисленных причин, после 1991 г. годовые уловы ВБР новой России значительно уменьшились, по сравнению с уловами СССР (до 4,0-4,5 млн т), значительно снизилась и доля отечественного вылова ВБР в сравнении с мировым выловом.

Однако в последние годы в статистике отечественного рыболовства наметилась тенденция к росту российского годового вылова ВБР. Так, в 2018 году годового вылова водных биоресурсов Россией превысил 5 млн т (рис. 2).

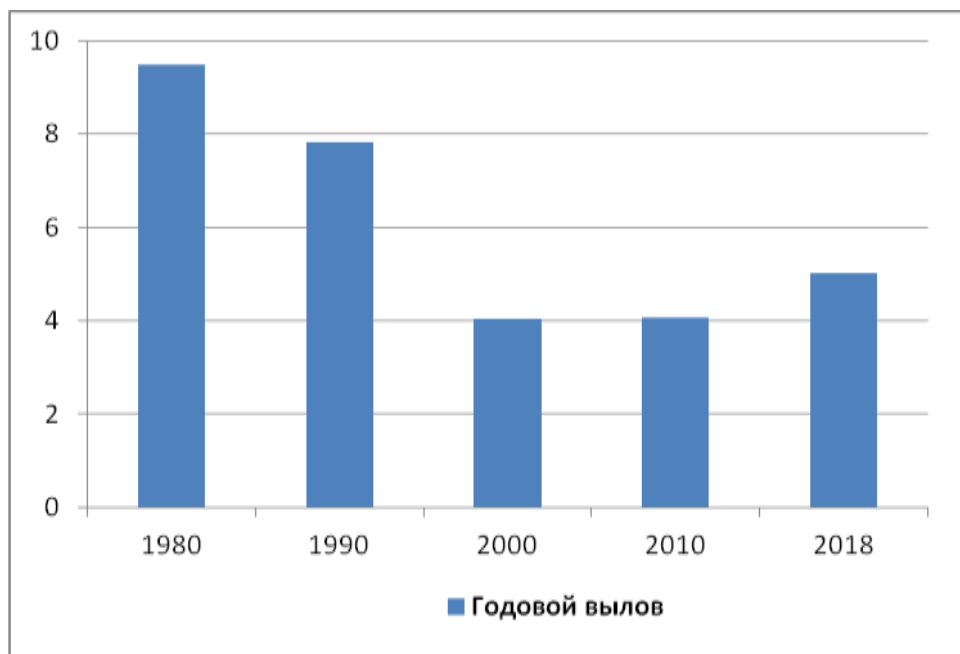


Рис. 2. Динамика общего годового вылова ВВП СССР/РФ, млн. т

Цели и задачи Стратегии в области направлений НИР в открытой части Мирового океана на современном этапе

Стратегия-2030 нацелена как на решение внутренних проблем рыбохозяйственной отрасли, так и на реагирование на внешние вызовы.

Её цель: эффективное освоение ресурсов Мирового океана - обязательное и необходимое условие сохранения и расширения сырьевой базы РФ, обеспечение её экономической и продовольственной независимости, а также сохранение позиций РФ в ряду ведущих морских держав в области промышленного рыболовства.

Задачи:

- специализированные исследования и мониторинг биологических ресурсов Мирового океана;
- оптимизация промысла в ИЭЗ РФ, усиление госконтроля за выловом рыбы и рациональным использованием флота, в том числе через современную систему мониторинга;
- оптимизация управления флотом на основе эффективного прогнозирования распределения биологических ресурсов в доступных для промысла акваториях морей и океанов;
- развитие марикультуры;
- сохранение и увеличение объемов традиционного промысла в ИЭЗ иностранных государств;
- расширение масштабов исследований и возвращение к промыслу в открытой части Мирового океана с ресурсосберегающей комплексной переработкой сырья на месте лова, создание новых технологических процессов и оборудования для безотходного производства;
- создание условий для размещения заказов на строительство рыбопромысловых судов на российских верфях и на верфях тех стран, в чьих экономических зонах работает российский рыбопромысловый флот, внедрение практики погашения задолженностей перед РФ путем закупки товаров и услуг у стран должников, предоставляющих лицензии на рыболовство в их экономических зонах российским рыбакам;
- сохранение и развитие государственного лицензирования строительства новых и продажи эксплуатируемых судов в целях сохранения оптимального соотношения между количеством судов и величиной допустимых уловов, а также систематическое рациональное обновление флота.

В Стратегии отмечено, что на отраслевую науку значительно влияют бюджетные ограничения, а это сдерживает развитие рыбохозяйственного комплекса (РХК). Поэтому:

- эффективность рыбохозяйственной науки является одним из факторов глобальной конкуренции между производителями разных стран, а также важным условием развития национальных рыбных индустрий;

- перед российской рыбохозяйственной наукой остро стоит вопрос докапитализации – общий объем средств оценивается в диапазоне от 3 до 6 млрд рублей в год, если отталкиваться от международной практики;

- согласно международному опыту, источниками финансирования могут быть дополнительные бюджетные ассигнования или частные средства.

Перспективы развития современного отечественного рыболовства в Мировом океане были нами рассмотрены в ряде статей и докладов на конференциях [3-6].

На заседании апрельской (2019 г.) Коллегии Росрыболовства [7] были определены задачи по дальнейшему развитию отрасли. В круг приоритетов вошли:

- 1) контроль реализации инвестпроектов,
- 2) увеличение объемов выпуска продукции с высокой добавочной стоимостью;
- 3) техническое оснащение рыбоохраны и обновление научно-исследовательского флота.

Заместитель министра сельского хозяйства России, руководитель Росрыболовства И.В. Шестаков на Коллегии в Астрахани сообщил, что в 2019 г. будут продолжены масштабные программы, направленные на обновление рыбопромыслового флота, стимулирование глубокой переработки водных биоресурсов, увеличение экономической отдачи от экспорта рыбной продукции, а также развитие отраслевой инфраструктуры, обслуживающей отечественный рынок. Работа связана со строительством холодильных мощностей, использованием возможностей Северного морского пути, продолжением взаимодействия с РЖД по обеспечению ритмичности транспортировки рыбы с Дальнего Востока.

Российской рыбохозяйственной науке также предстоит освоить новые направления исследований. Основные из них следующие:

- перспективы развития промысла и переработки антарктического криля;
- исследования глубоководных (придонных) запасов ВБР;
- возможности облова скоплений и последующей переработки мезопелагических видов рыб (в первую очередь – миктофид);
- изучение перспектив промышленного рыболовства в восточном секторе Арктики (Карское море, моря Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское).

На апрельской 2019 г Коллегии Росрыболовства была поставлена задача: *«Во главе угла – наука и образование»*. Так, ректор Астраханского государственного технического университета (АГТУ) А.Н. Неваленный рассказал о внедрении системы непрерывного образования по подготовке кадров для рыбной отрасли. По экспертным оценкам, в ближайшие 10 лет около 80% используемых сегодня технологий устареет, а 80% работников будет иметь образование, полученное более 10 лет назад. Поэтому непрерывное обновление знаний, умений и навыков становится необходимостью, определяющей новую философию образования. Был представлен проект создания на базе АГТУ Отраслевого центра непрерывного образования. Директор ФГБНУ «ВНИРО» К.В. Колончин сообщил, что произошло объединение на базе ВНИРО всех бассейновых рыбохозяйственных научных институтов, что позволило сформировать единое Государственное задание и, по его мнению, исключить дублирование научно-исследовательских работ, повысить эффективность использования научного флота. *«Объединение всех средств науки позволяет увереннее защищать сегодня интересы российского рыболовства в международных рыбохозяйственных организациях. Самые значимые экспедиции – в Антарктику и Арктику. Они позволят обозначить присутствие российского флота в этих важных регионах, изучить новые запасы и приступить к их промыслу»* (К.В. Колончин, из выступления на Коллегии Росрыболовства).

На Коллегии было также отмечено, что важное направление развития - *обновление научно-исследовательского флота*. До 2024 г. планируется обновить научно-исследовательский флот и построить 10 научно-исследовательских судов. Планируется также построить и суперсовременный рыбодобывающий флот, и лучшие береговые заводы в мире. Инвестквота на вылов крабов позволяет увеличить инвестиции в строительство судов рыбопромыслового флота еще на 50 млрд рублей. Это даст возможность развивать исследования сырьевой базы ВБР в открытых и конвенцион-

ных районах Мирового океана, в том числе на больших глубинах, что позволит РФ увеличить годовые уловы ВБР и лучше решать проблему обеспечения продовольственной безопасности РФ.

Следует отметить, что в 2018 году было заключено соглашение о взаимодействии Росрыболовства с Российской академией наук, разработан и согласован план совместных работ на 2019 и последующие годы.

Необходимые условия для проведения Россией перспективных НИР в Мировом океане

Научное сопровождение деятельности рыбохозяйственной отрасли включает в себя:

- Специализацию и организацию функции по сопровождению научных программы внутри системы ФГБНУ.
- Включение мероприятий по анализу ВБР в бюджетные задания институтов.
- Организация промысловых разведок на рыбохозяйственных бассейнах.
- Создание специализированного центра морских биотехнологий.
- Участие представителей отраслевых институтов в промысле, сборе и анализе данных о ВБР, условиях промысла и т.п., и формирование рекомендаций для проектных компаний и промышленности.

Следует отметить, что главную роль в устойчивом развитии отечественного рыбного хозяйства играет отраслевая наука, которая дает оценку сырьевой базы, определяет объёмы и условия добычи и охраны водных биоресурсов, разрабатывает технологии переработки и решает другие задачи, способствующие долговременному, рентабельному и неистощительному использованию ВБР.

Одна из главных задач рыбохозяйственной науки – защита интересов российского рыболовства на международном уровне. Это возможно путем оценки на строгой научной основе в исследуемых районах водных биологических ресурсов и разработки рекомендаций по их рациональному использованию с учетом требований международных конвенций и двусторонних договоров.

Приоритеты при планировании НИР

Проект «Морской доктрины Российской Федерации до 2030 года» [6] в п. 1.2 предусматривает, что «освоение ресурсов Мирового океана является обязательным и необходимым условием сохранения и расширения сырьевой базы Российской Федерации, обеспечения ее экономической и продовольственной безопасности», а «морские научные исследования направлены на получение знаний ... в интересах обеспечения национальной безопасности и экономического развития России», а также необходимо «развитие научно-исследовательского флота и морского научного приборостроения; достижение уровня знаний о природе Мирового океана, обеспечивающего реализацию и защиту национальных интересов России».

Для развития отечественного океанического рыболовства, реализации целей и решения задач «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года», «Морской доктрины РФ», актуализации и модернизации рыбохозяйственного комплекса РФ, необходимо создать постановлением Правительства РФ опорные точки его развития - бассейновые научно-образовательные рыбохозяйственные Центры (с сетью филиалов):

- Дальневосточный в г. Владивостоке,
- Северо-Западный в г. Калининграде,
- Южный в г. Керчи.

Задачи бассейновых рыбохозяйственных Центров России ориентировочно могут включать:

- а) научное обеспечение (сбор научной и статистической информации о районах и объектах промысла в различных регионах Мирового океана, создание, ведение и усовершенствование банков (баз) данных, разработку и совершенствование моделей и методов оценки запасов, общих допустимых уловов объектов промысла, систем квотирования уловов, методов краткосрочного, долгосрочного и перспективного промыслового прогнозирования, выполнение НИР по международным соглашениям, разработку и совершенствование методов и орудий лова гидробионтов, техно-

логий и техники обработки и хранения продукции, организацию деятельности промысловых разведок на бассейнах для обеспечения отрасли сырьевой базой ВБР).

б) подготовку, повышение квалификации и переподготовку кадров для рыбной отрасли в высших и средних специальных учебных заведениях, в том числе по государственному заказу;

в) оптимизацию на основе научного и системного подхода транспортировки (обеспечение вывоза продукции из районов промысла в порты базирования или другие порты, доставку экипажей судов в районы промысла и обратно, снабжение флота необходимыми материалами, техникой и т. п.);

г) модернизацию на научной основе хранения и переработки объектов промысла, включая обеспечение современными технологиями и техникой переработки и хранения морепродуктов, разработку и внедрение стандартов качества продукции и т. п.;

д) оптимизацию на основе экономических методов сбыта продукции из ВБР, в том числе - формирование госзаказов на продукцию, организацию продажи продукции в стране базирования флота и других странах без посредников, широкое восстановление сети специализированных магазинов для продажи морепродуктов населению и др.

Общее руководство бассейновыми рыбохозяйственными Центрами и всестороннее обеспечение их деятельности должно осуществлять Федеральное агентство по рыболовству Российской Федерации (включая организацию всех видов обеспечения их деятельности), а научные рыбохозяйственные исследования и поисковые работы, разработка промысловых прогнозов и совершенствование оценок ОДУ, а также модернизация техники, орудий и методов лова ВБР, технологии переработки морепродуктов должны проводиться под научно-методическим руководством ФГБНУ «ВНИРО» (г. Москва).

Распределение ресурсов на проведение НИР зависит от целей и задач, поставленных перед отраслью в Стратегии. Устойчивое развитие рыбного хозяйства страны возможно только при учете потенциальных возможностей и внутренних водоемов, и прибрежных морей, и открытой части Мирового океана. Поэтому, направления НИР и обеспечение их ресурсами должны быть сбалансированными и строго прагматичными.

О стратегической необходимости для России в перспективе развивать океаническое рыболовство не только в своей экономической зоне, но и в ряде открытых и конвенционных районов Мирового океана

Авторы настоящего доклада уже неоднократно публиковали свою точку зрения по этому вопросу [4, 5] и согласны с мнением специалистов АтлантНИРО [8], что нельзя противопоставлять развитие российского рыболовства в водах собственной экономической зоны и в океанических промысловых районах. Действительно, именно «рыбная промышленность европейской части России, особенно Калининградской области, исторически ориентирована на океанический промысел», а «районов нерегулируемого промысла почти не осталось, повсеместно действуют международные организации по рыболовству в рамках которых каждая сторона стремится защищать интересы своих рыбаков». Например, «вылов ВБР Китаем биоресурсов в собственной экономической зоне и прилежащих водах составляет около 13 млн т, и это не мешает китайскому флоту осуществлять экспансию в продуктивные районы в самых разных частях Мирового океана и добывать в этих районах дополнительно около 4 млн. т.» [8].

Для России - это высокопродуктивные воды Центрально-Восточной Атлантики, Антарктики, Юго-Западной Атлантики, южной части Тихого океана и др. Ещё раз подчёркиваем, что именно присутствие российского флота (научного, поискового, промыслового, транспортного и др.) в этих районах позволит нашей стране продолжить тенденцию дальнейшего роста годового вылова ВБР и решать проблемы продовольственной безопасности населения России.

Следовательно:

- Вклад российских ученых в исследование Мирового океана позволяет на современном этапе продолжить крупномасштабные НИР и обеспечить отрасль сырьевой базой.

- Успешная реализация Стратегии 2030 возможна только при проведении НИР во всех районах промысла.

- Реформирование системы НИР в России не должно снизить роль региональных НИИ (филиалов), а наоборот повысить их значение и вклад в устойчивое развитие отрасли.

- При планировании НИР в Мировом океане необходимо в полном объеме задействовать потенциал Калининградской области.

Заключение

Чтобы обеспечить реализацию целей и решение задач, поставленных в «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года» и проекте «Морской доктрины РФ до 2030 года», для обеспечения сырьевой базой рыбной промышленности России необходимо воссоздать организации промысловых разведок на дальневосточном, северо-западном и южном бассейнах России. Важно также довести размеры государственного финансирования науки до уровня передовых рыбодобывающих стран. Увеличение финансирования должно быть направлено, в том числе, на строительство, аренду или лизинг, а также модернизацию научно-исследовательского и поискового флота, что будет содействовать закреплению за Россией региональными международными организациями квот на вылов океанических ВБР, росту наших уловов в открытых и конвенционных районах океана. Необходимо поднимать привлекательность работы учёных и специалистов в научных организациях отрасли (в настоящее время наблюдается «кадровый голод»). Проект Морской доктрины Российской Федерации до 2030 года предусматривает, что морские научные исследования в целях освоения ресурсов Мирового океана являются обязательным и необходимым условием как для сохранения и расширения сырьевой базы, так и для обеспечения национальной (экономической и продовольственной) безопасности России, они направлены на получение знаний в интересах обеспечения безопасности и экономического развития нашей страны. Ввиду огромной протяжённости морских и океанических границ России, несравнимых с границами других рыбодобывающих стран, мы полагаем, что если в стране будут созданы бассейновые «опорные точки» развития рыбохозяйственного комплекса (включающие научно-исследовательское и научно-поисковое обеспечение промысла, подготовку кадров, управление на основе системного подхода и т.п.), то это приведёт в конечном счёте к росту уловов ВБР, обеспечит надёжную охрану их запасов, позволит достичь целей «Стратегии-2030» и восстановить наши прежние лидерские позиции в мировом рыболовстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саускан В.И. О роли Калининградского рыбохозяйственного комплекса в развитии отечественного океанического рыболовства // История АтлантНИРО в лицах и ситуациях. Материалы к изучению истории исследований и развитию промысла. Персоналии. – Калининград: АтлантНИРО, 2012. – Кн. 1. – 235 с.

2. Саускан В.И. Система организации рыбохозяйственных исследований в России и за рубежом. – СПб.: Лань, 2018. – 184 с.

3. Саускан В.И., Осадчий В.М., Архипов А.Г. Современные условия и потенциальные возможности для развития российского промысла водных биоресурсов в Балтийском море, Атлантическом океане и южной части Тихого океана / Материалы VI Международного Балтийского морского форума. Т. 3. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Изд.: БГА РФ, Калининград, 2018. С. 147-157.

4. Саускан В.И., Архипов А.Г., Осадчий В.М. О современном состоянии и перспективах развития российского промысла водных биоресурсов в Атлантическом океане и южной части Тихого океана // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 5. – С. 7–12.

5. Архипов А.Г., Осадчий В.М., Саускан В.И. Сырьевая база, промысел водных биоресурсов и его перспективы в юго-восточной части Балтийского моря, в Атлантическом и южной части Тихого океанах в современных международно-правовых условиях. – Калининград: КГТУ, 2017. – 152 с.

6. Саускан В.И., Осадчий В.М., Архипов А.Г. О некоторых перспективных направлениях развития рыбного хозяйства России – укреплении научного обеспечения отрасли и создании на

бассейнах основных «точек роста» океанического рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 6. – С. 3–6.

7. Материалы об итогах Коллегии Росрыболовства (Астрахань, апрель 2019 г.)// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения 20.05.2019)

8. Гербер Е.М., Касаткина С.М., Шнар В.Н. Еще раз об освоении водных биоресурсов Мирового океана (размышления ветеранов АтлантНИРО)// Электрон. дан. Режим доступа URL: <https://atlantniro.ru/> (дата обращения 05.06.2019).

SOME ASPECTS OF IMPLEMENTATION OF THE STRATEGY OF DEVELOPMENT OF FISH ECONOMY OF RUSSIA TILL 2030

¹Sauskan Vladimir Il'ich – professor, doctor of biological sciences, professor of the department of ichthyology and ecology;

¹Osadchiy Viktor Mikhailovich – associate professor, candidate of biological sciences, associate professor of ichthyology and ecology department;

²Arkhipov Aleksandr Gerasimovich – doctor of biological sciences, deputy director

¹Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: sauskan@klgtu.ru;

²Atlantic branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia, e-mail: arkhipov@atlantniro.ru

The main directions of development of the fisheries complex of the country are considered, contributing to ensuring the realization of the goals and solving the tasks set in the Strategy for the Development of the Fisheries Complex of the Russian Federation until 2030 and the draft Maritime Doctrine of the Russian Federation until 2030. To do this, it is necessary to recreate the organization of fishing surveys in the fishing basins of Russia, to bring the size of state funding of science to the level of advanced fishing countries, to intensify training, advanced training and retraining of personnel for the fishing industry

УДК 597.5.591.53

ПИТАНИЕ МОРСКИХ ОКУНЕЙ (SEBASTIDAE) В ПРИКАМЧАТСКИХ ВОДАХ

Токранов Алексей Михайлович, ст. научный сотрудник, д-р биол. наук

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, Россия, e-mail: tok_50@mail.ru

*По материалам 1993-2003 гг. приведены сведения о составе пищи четырёх видов морских окуней сем. Sebastidae (северного *Sebastes borealis*, тихоокеанского клювача *S. alutus*, аляскинского *Sebastolobus alascanus* и длиннопёрого *S. macrochir* шипощёков) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки, а также в восточной части Охотского моря. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что северный морской окунь и аляскинский шипощёк являются факультативными хищниками, тихоокеанский клювач – планктофагом, а длиннопёрый шипощёк – бентоихтиофагом с достаточно разнообразным пищевым спектром*

Морские окуни семейства Sebastidae - одна из наиболее разнообразных в систематическом отношении групп рыб северной части Тихого океана, представители которой обладают относительно высокой численностью, играют существенную роль в донных и придонных икhtiоценозах шельфа и верхней батиали, являясь ценными объектами промысла. Ежегодный суммарный вылов морских окуней в северной части Тихого океана во второй половине 60-х годов прошлого века достигал 400-580 тыс. тонн [1].

По современным представлениям [1-3], в Северной Пацифике обитает более 100 видов морских окуней, 37 из которых встречаются у азиатского побережья. Однако подавляющее большинство из них зарегистрировано у берегов Японии [1]. По мере продвижения на север происходит обеднение видового состава этих рыб, в связи с чем, в водах северных Курильских островов, у восточного и западного побережий Камчатки, Командорских островов и в западной части Берингова моря встречается лишь 7 видов рода *Sebastes* и два представителя рода *Sebastolobus* [1-4]. Причём ареалы большинства из них находятся в умеренно бореальных водах в верхней части батиали.

Изучению биологии морских окуней Северной Пацифики посвящено огромное количество публикаций. Однако, как хорошо иллюстрирует вышедшая в начале 2000-х годов обобщающая монография В.А. Снытко [2], преобладающее большинство из них характеризует виды и популяции, обитающие у американского побережья Тихого океана (Калифорния, Ванкуверо-Орегонский район, залив Аляска, воды Алеутских островов и юго-восточная часть Берингова моря). Биология же морских окуней из прибрежных вод северных Курильских островов, Камчатки и западной части Берингова моря на сегодняшний день изучена значительно слабее, что связано с меньшей численностью и промысловым значением здесь этих рыб по сравнению с американскими водами. Тем не менее, морские окуни и в прикамчатских водах играют заметную роль в сообществах шельфа и верхней батиали, являясь ценными объектами промысла.

Съемки, выполненные в 1960-е годы экспедициями ТИНРО, позволили получить представление об общих закономерностях распределения и основных чертах биологии некоторых видов морских окуней в верхней батиали Берингова, Охотского морей, тихоокеанских вод Камчатки и северных Курильских островов, показать возможности их промыслового использования [5, 6]. В двух последних районах в течение нескольких лет во второй половине 1950-х годов существовал довольно результативный траловый лов тихоокеанского клювача [7]. Однако в связи с переловом и резким сокращением запасов данного вида, к концу 1960-х годов специализированный промысел его прекратили. В последующие два десятилетия по ряду причин регулярных исследований тихоокеанского клювача и других морских окуней в прикамчатских водах не проводили, поэтому до начала 1990-х годов какая-либо новая достоверная информация об основных чертах биологии этих рыб у берегов Камчатки, в том числе их питания и пищевых взаимоотношениях с другими представителями икhtiофауны практически отсутствовала.

В 1993-2003 гг. в рамках программы исследования малоизученных и малоиспользуемых рыб материкового склона дальневосточных морей в тихоокеанских водах северных Курильских островов, юго-восточной Камчатки и восточной части Охотского моря, сотрудниками различных рыбохозяйственных институтов совместно выполнено множество научно-промысловых рейсов (в 7 из них автор принимал личное участие), результаты которых дают возможность более полно охарактеризовать питание 4 наиболее массовых в этих районах видов морских окуней – северного *Sebastes borealis*, тихоокеанского клювача *S. alutus*, аляскинского *Sebastolobus alascanus* и длиннопёрного *S. macrochir* шипощёков.

Материалами для данной работы послужили результаты биологических анализов более 7 тыс. экз. четырёх исследуемых видов морских окуней, выполненные в апреле-декабре 1993-2003 гг. в 52 научно-промысловых рейсах (свыше 10 тыс. донных тралений на глубинах 100-900 м) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки (участок от 47°50' до 52°10' с.ш.), а также в восточной части Охотского моря. Как известно [6 и др.], изучение питания морских окуней количественными методами существенно осложняется тем, что при подъёме с глубины на поверхность желудки большинства особей этих рыб (особенно крупных экземпляров) вместе с содержащейся в них пищей выворачиваются в ротовую полость или наружу. Поэтому для характеристики спектров питания морских окуней нами использован такой показатель, как частота встречаемости различных кормовых организмов в пище их особей, в желудках которых она присутствовала. Всего

обобщены результаты изучения содержимого желудков 1763 экз. рассматриваемых видов морских окуней.

В 1993-2002 гг. в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в интервале 100-900 м в уловах донных тралов встречено 9 видов морских окуней. Но доминировали лишь четыре из них – тихоокеанский клювач, северный окунь, аляскинский и длиннопёрый шипощёки, составляя в целом по району и в водах Курильских островов более 99% по биомассе (табл. 1). На участке верхней батиали юго-восточной Камчатки от 50°50' до 52°00' с.ш. относительное значение первого из них резко сокращалось, и здесь доминировали (свыше 95% по биомассе) северный окунь и оба шипощёка.

В прикамчатских водах Охотского моря в 2000-2003 гг. в уловах донных тралов на глубинах 100-800 м зарегистрировано всего 5 видов морских окуней, но доминировал исключительно длиннопёрый шипощёк, доля которого превышала 99,9% биомассы всех представителей данного семейства (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение различных видов сем. Sebastidae (% по биомассе) в уловах донных тралов на глубинах 200-800 м в прикамчатских водах в 1993-2003 гг.

Вид	Район		
	Восточная часть Охотского моря	Северные Ку- рильские о-ва	Юго-Восточная Камчатка
<i>Sebastes borealis</i>	+	11,4	40,7
<i>S. melanosticus</i>	-	0,6	2,2
<i>S. alutus</i>	+	79,6	2,4
<i>S. glaucus</i>	+	+	+
<i>S. iracundus</i>	-	+	-
<i>S. polyspinis</i>	-	+	+
<i>S. variabilis</i>	-	+	-
<i>Sebastolobus macrochir</i>	>99,9	7,7	28,2
<i>S. alascanus</i>	+	0,7	26,5

Среди четырёх рассматриваемых видов морских окуней, максимальными размерами обладают северный окунь и аляскинский шипощёк (первый – 120 см и 23 кг, второй – 80 см и 9 кг соответственно) [6, 8-10]. Большинство исследователей они характеризуются как хищники, основными объектами питания которым служат рыбы, десятиногие ракообразные и кальмары [6, 11-19]. Тихоокеанский клювач, максимальная длина которого достигает 53 см, а масса тела 2,15 кг [1, 2, 10, 20], является планктофагом, ведущую роль в рационе которого во всех районах обитания играют эвфузииды и веслоногие ракообразные [6, 21-27]. В отличие от него, длиннопёрый шипощёк, наибольшие размеры которого не превышают 46 см и 1,5 кг [28, 29], относится к хищно-бентоядным видам со смешанным типом питания, основу рациона которого повсеместно составляют креветки, крабы и мелкие рыбы [6, 12, 18, 30, 31].

По нашим данным, основными объектами питания северного окуня в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1993-2002 гг. были десятиногие ракообразные (главным образом, креветки рода *Pandalus*) и рыбы (в первую очередь, минтай *Theragra chalcogramma*, дальневосточная серебрянка *Leuroglossus schmidtii* и светящиеся анчоусы *Lampanyctus jordani*, *Stenobranchius leucopsarus* и *S. nannochir*) (табл. 2 и 3). Частота встречаемости первых из них в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в различные месяцы варьировала от 40,8 до 76,2%, а вторых – от 9,8 до 19,4%, составляя в целом в период наблюдений соответственно 48,9 и 17,2% (табл. 2). Однако, фактическая величина потребления минтая и других рыб северным окунем, очевидно, выше, поскольку желудки его особей длиной более 50 см, которые преимущественно и питаются рыбами [11, 19], как правило, были пусты или вывернуты. Помимо десятиногих ракообразных и рыб, заметную роль в рационе мелких особей северного окуня (до 30 см) играли бокоплавцы, а крупных – кальмары (в основном, командорский *Berryteuthis magister*) (табл. 2). Согласно данным А.М. Орлова и А.А. Абрамова [11, 19], сходный спектр питания для этого вида морских окуней характерен и в западной части Берингова моря. Правда, здесь главную роль в его рационе играет тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* и командорский кальмар.

Таблица 2

Состав пищи (частота встречаемости, %) северного морского окуня в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов (апрель-декабрь, 1993-2002 гг.)

Компонент	Месяцы				В целом
	IV-V	VI-VIII	IX-X	XI-XII	
Polychaeta	-	-	0,9	6,3	1,5
Copepoda	-	-	0,5	-	0,3
Amphipoda	-	2,0	18,5	12,5	13,9
Mysidacea	-	3,9	-	-	0,6
Euphausiacea	-	5,9	7,1	-	5,4
Decapoda	76,2	58,8	40,8	62,5	48,9
Gastropoda	-	-	0,5	-	0,3
Cephalopoda,	-	3,9	6,6	16,7	7,2
в том числе:					
Кальмары	-	3,9	6,1	16,7	6,9
Осьминоги	-	-	0,5	-	0,3
Pisces	14,3	9,8	19,4	16,7	17,2
Неопределённые	9,5	23,5	6,6	-	12,4
остатки					
Количество просмотренных желудков, экз. (TL 14-91 см): всего	86	200	910	300	1496
с пищей	21(24,4)	51(25,5)	211(23,2)	48(16,0)	331(22,1)

Примечание: здесь и в таблицах 4-6 в скобках указана доля желудков с пищей (в % от общего количества просмотренных желудков)

Основными кормовыми объектами клювачу в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1993-2002 гг., как и во всех остальных районах его обитания, служили эвфаузииды (частота встречаемости 57,2%) и веслоногие рачки (13,1%) (табл. 4). Однако, помимо этих групп ракообразных существенную роль в рационе клювача в рассматриваемом районе (особенно в его южной части), как ранее отмечал А.М. Орлов [25, 27], играли различные мезо- и батипелагические рыбы сем. Microstomatidae, Myctophidae и Chauliodontidae (табл. 2), которые в ночное время суток в процессе кормовых вертикальных миграций ежедневно поднимаются в поверхностные слои тихоокеанских вод. Несмотря на питание преимущественно планктонными организмами, в отдельные месяцы в составе пищи тихоокеанского клювача немаловажное значение имеют бокоплавы (табл. 4), которых этот окунь, вероятно, потребляет в дневные часы в период концентрации в придонных горизонтах.

Таблица 3

Видовой состав рыб, зарегистрированных в желудках различных морских окуней в прикамчатских водах в 1993-2003 гг.

Семейство, вид	Северный окунь	Тихоокеанский клювач	Аляскинский шипощёк	Длиннопёрый шипощёк
сем. Microstomatidae				
<i>Leuroglossus schmidtii</i>	+	+	-	+
<i>Pseudobathylagus milleri</i>	-	-	-	+
сем. Chauliodontidae				
<i>Chauliodus macouni</i>	-	+	-	-
сем. Myctophidae				
<i>Lampanyctus jordani</i>	+	+	-	+
<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	+	-	-	-
<i>Stenobranchius nannochir</i>	+	-	-	-
сем. Macrouridae				
<i>Coryphaenoides cinereus</i>	+	-	+	-

Семейство, вид	Северный окунь	Тихоокеанский клювач	Аляскинский шипощёк	Длиннопёрый шипощёк
Macrouridae spp.	-	-	+	-
сем. Gadidae				
<i>Theragra chalcogramma</i>	+	+	-	-
сем. Sebastidae				
<i>Sebastes alutus</i>	+	-	-	-
<i>Sebastes</i> sp.	+	-	-	-
сем. Cottidae				
<i>Artediellichthys nigripinnis</i>	-	-	-	+
<i>Icelus canaliculatus</i>	+	-	+	+
<i>Icelus perminovi</i>	-	-	-	+
<i>Triglops forficatus</i>	+	-	-	-
<i>Triglops scepticus</i>	-	-	-	+
сем. Psychrolutidae				
<i>Malacocottus zonurus</i>	+	-	-	+
сем. Liparidae				
<i>Allocareproctus jordani</i>	-	-	-	+
<i>Careproctus</i> sp.	-	-	-	+
сем. Zoarcidae				
<i>Bothrocara brunnea</i>	-	-	-	+
<i>Lycodes concolor</i>	+	-	-	-
<i>Lycodes</i> sp.	-	-	-	+

Хотя аляскинский шипощёк является хищником, в отличие от северного окуня основными объектами питания ему в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в 1993-2002 гг. служили десятиногие ракообразные (главным образом, крабы-стригуны рода *Chionoecetes* и креветки рода *Pandalus*), частота встречаемости которых в различные месяцы варьировала от 37,5 до 54,6%, составляя в целом 46,4% (табл. 4). Довольно часто в желудках у мелких особей аляскинского шипощёка встречались бокоплавы, а у крупных – кальмары и осьминоги. Частота встречаемости рыб составляла всего 8,1%. Но, как и в случае с северным окунем, фактическая величина их потребления аляскинским шипощёком, очевидно, выше, поскольку желудки его самых крупных исследованных нами особей длиной более 50 см, которые преимущественно и питаются рыбами, как правило, были пусты или вывернуты.

Таблица 4

Состав пищи (частота встречаемости, %) клювача в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов (июнь-декабрь, 1993-2002 гг.)

Компонент	Месяцы				В целом
	VI-VII	VIII	IX-X	XI-XII	
Ctenophora	-	-	0,7	2,6	1,0
Polychaeta	-	-	0,3	0,6	0,3
Copepoda	15,3	41,5	11,1	5,8	13,1
Isopoda	-	-	-	0,6	0,2
Amphipoda	26,5	3,8	0,3	15,4	8,7
Mysidacea	5,1	-	-	-	0,8
Euphausiacea	13,3	47,2	65,2	72,4	57,2
Decapoda	1,0	-	1,0	0,6	0,8
Cephalopoda,	-	1,9	-	8,3	2,3
в том числе:					
Кальмары	-	-	-	8,3	2,1
Осьминоги	-	1,9	-	-	0,2
Chaetognatha	1,0	-	1,0	9,6	3,1

Компонент	Месяцы				В целом
	VI-VII	VIII	IX-X	XI-XII	
Pisces	10,2	11,3	6,9	25,0	12,4
Неопределённые остатки	33,7	-	11,5	7,1	12,9
Количество просмотренных желудков, экз. (TL 15-45 см): всего с пищей	300 98(32,7)	252 53(21,0)	947 305(32,2)	650 156(24,0)	2149 612(28,5)

Таблица 5

Состав пищи (частота встречаемости, %) аляскинского шипощёка в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов (июнь-декабрь, 1993-2002 гг.)

Компонент	Месяцы			В целом
	VI	IX-X	XI-XII	
Polychaeta	-	1,0	-	0,8
Amphipoda	-	14,6	62,5	19,5
Euphausiacea	-	7,3	-	5,7
Decapoda, в том числе:	54,6	46,9	37,5	46,4
Креветки	-	18,8	25,0	17,9
Крабы	54,6	28,1	12,5	28,5
Gastropoda	-	1,0	-	0,8
Cephalopoda, в том числе:	36,4	8,3	-	9,8
Кальмары	18,2	3,1	-	4,1
Осьминоги	18,2	5,2	-	5,7
Pisces	+	10,4	+	8,1
Неопределённые остатки	9,1	17,7	12,5	16,3
Количество просмотренных желудков, экз. (TL 16-63 см): всего с пищей	100 11(11,0)	400 96(24,0)	28 16(57,1)	528 123(23,3)

Длиннопёрый шипощёк, по нашим данным, повсеместно в прикамчатских водах является бентоихтиофагом с достаточно разнообразным пищевым спектром, основными объектами питания которому служат различные десятиногие ракообразные (главным образом, креветки рода *Pandalus* и сем. Scangonidae), бокоплавы, кальмары и осьминоги, но заметную роль играют и различные мелкие рыбы, частота встречаемости которых в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в целом составляет 21,2%, а в восточной части Охотского моря – 15,0% (табл. 2 и 6). Причем наиболее часто встречаются представители сем. Microstomatidae, Myctophidae и молодь сем. Cottidae и Psychrolutidae. Сходный спектр питания у этого шипощёка отмечен также в северной части Охотского моря [30, 31].

Таблица 6

Состав пищи (частота встречаемости, %) длиннопёрого шипощёка в прикамчатских водах (1993-2003 гг.)

Компонент	Юго-восток Камчатки и Северные Курилы апрель-декабрь, 1993-2002 гг.					Восточная часть Охотского моря июнь-декабрь, 2000-2003 гг.		
	IV-V	VI-VIII	IX-X	XI-XII	В целом	VI-VII	XI-XII	В целом
Anthozoa	-	-	0,5	0,6	0,4	-	-	-
Polychaeta	1,3	1,8	2,3	1,3	1,8	3,1	-	2,1
Echiurida	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-
Sipunculida	-	-	-	0,6	0,2	-	-	-
Isopoda	1,3	-	-	-	0,2	-	-	-
Amphipoda	8,0	17,9	21,5	3,8	13,5	3,1	3,1	3,1
Euphausiacea	5,3	-	2,3	2,5	2,6	-	13,8	4,7
Decapoda,	50,7	44,6	37,4	44,0	42,3	45,4	49,2	46,7
в том числе:								
Креветки	46,7	44,6	33,2	40,2	38,7	43,8	47,7	45,1
Крабы	4,0	-	4,2	3,8	3,6	1,6	1,5	1,6
Bivalvia	-	-	-	-	-	2,3	1,5	2,1
Gastropoda	-	1,8	0,9	-	0,6	-	-	-
Cephalopoda,	2,7	7,1	3,3	13,2	6,8	6,2	6,2	6,2
в том числе:								
Кальмары	-	7,1	2,4	13,2	6,0	3,1	3,1	3,1
Осьминоги	2,7	-	0,9	-	0,8	3,1	3,1	3,1
Ofiuroida	-	-	-	4,4	1,4	9,4	1,5	6,7
Pisces	25,3	7,1	22,9	22,0	21,2	11,7	21,5	15,0
Неопределённые остатки	18,7	25,0	16,4	12,6	16,5	25,0	6,2	18,7
Количество просмотренных желудков, экз. (TL 10-42 см):								
всего	205	350	896	450	1901	280	845	1125
с пищей	75(36,6)	56(16,0)	214(23,9)	159(35,3)	504(26,5)	128(45,7)	65(7,7)	193(17,2)

Заключение

Анализ состава пищи и частоты встречаемости различных кормовых объектов в желудках 4 исследованных нами видов морских окуней позволяет сделать вывод, что по способу питания взрослые особи северного морского окуня и аляскинского шипощёка являются факультативными хищниками. Основными пищевыми объектами первому из них в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки служат креветки и рыбы, а второму - крабы-стригуны и креветки. В отличие от них, тихоокеанский клювач – планктофаг, главными кормовыми организмами которого являются эвфаузииды и веслоногие рачки. Однако в тихоокеанских водах северных Курильских островов он постоянно использует в пищу мелких мезо- (дальневосточная серебрянка *Leuroglossus schmidtii*, светящиеся анчоусы сем. *Mystophidae*) и батипелагических (тихоокеанский хаулиод *Chauliodus macouni*) рыб, которые в ночное время суток в процессе кормовых вертикальных миграций ежедневно в больших количествах поднимаются в поверхностные слои Тихого океана. Длиннопёрого шипощёка в прикамчатских водах можно охарактеризовать как бентоихтиофага с достаточно разнообразным пищевым спектром, в состав которого, наряду, с десятиногими ракообразными (креветками и крабами), головоногими моллюсками (кальмарами и осьминогами) и мелкими рыбами, входят такие типично бентосные организмы, как многощетинковые черви, бокоплавцы, двустворчатые, брюхоногие моллюски и офиуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морские окуни // Биологические ресурсы Тихого океана / В.А. Снытко. – М., 1986. – С.281-310.
2. Снытко В.А. Морские окуни северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. – 468 с.
3. Барсуков В.В. Аннотированный и иллюстрированный каталог морских окуней Мирового океана. – СПб.: ЗИН РАН, 2003 (Труды Зоологического института. Т.295). – 319 с.
4. Класс Cephalaspidomorphi - Миноги. Класс Chondrichthyes - Хрящевые Рыбы. Класс Holocerphali - Цельноголовые. Класс Osteichthyes - Костные Рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий / Б.А. Шейко, В.В. Федоров. – Петропавловск-Камчатский, 2000. – Гл. 1. – С.7-69.
5. Промысловые рыбы Камчатки / И.А. Полутков, И.И. Лагунов, П.Г. Никулин и др. – Петропавловск-Камчатский: ДВ книжное изд-во, 1966. – 126 с.
6. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 308 с.
7. Кашкаров Б.Г. Траловый лов дальневосточного морского окуня. – Петропавловск-Камчатский: Книжная редакция «Камчатской правды», 1961. – 36 с.
8. Токранов А.М., Давыдов И.И. Некоторые вопросы биологии северного морского окуня *Sebastes borealis* (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря. 2. Размерно-возрастной состав // Вопросы ихтиологии. – 1998. – Т.38. – №1. – С.42-46.
9. Токранов А.М., Новиков Р.Н. Распределение и размерно-возрастной состав аляскинского шипощёка *Sebastes alascanus* (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т.37. – №3. – С.316-322.
10. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 366 с.
11. Орлов А.М., Абрамов А.А. Возраст, темп полового созревания и питание северного морского окуня *Sebastes borealis* (Scorpaenidae) в северо-западной части Тихого океана // Вопросы ихтиологии. – 2001. – Т.41. – №3. – С.332-341.
12. Орлов А.М., Несин А.В. Пространственное распределение, созревание и питание молоди длиннопёрого *Sebastes macrochir* и аляскинского *S. alascanus* шипощёков (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Вопросы ихтиологии. – 2000. – Т.40. – №1. – С.56-63.

13. Орлов А.М. Трофические взаимоотношения хищных рыб тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Гидробиологический журнал. - 2000. - Т.36. - №5. - С.19-33.
14. Distribution, abundance, community structure, and trophic relationships of the benthos of the northeastern Gulf of Alaska from Yakutat Bay to Cross Sound / H.M. Feder // Environ. Assess. of the Alaskan Continental Shelf. Ann. Rep. I. U. S. Dep. Commer., Natl. Oceanic Atmos. Admin., Off. Mar. Polut. Asses. - Juneau, Alaska, 1980. - P.597-648.
15. Yang M.S. Food habits of the commercially important groundfishes in the Gulf of Alaska in 1990 // U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-22, 1993. - 150 p.
16. Yang M.S. Diets of the important groundfishes in the Aleutian Islands in summer 1991 // U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-60, 1996. - 105 p.
17. Some aspects of trophic relations among Pacific predatory fishes off the Northern Kuril Islands and Southeastern Kamchatka / A.M. Orlov // Feeding Ecol. and Digestion: «GUTSHOP '98». Symp. Proc. Int. Congress on the Biol. of Fish. - Baltimore, 1998. - P.41-52.
18. Trophic Relationships of Commercial Fishes in the Pacific Waters off Southeastern Kamchatka and the Northern Kuril Islands / A.M. Orlov // Ecosystem Approaches for Fisheries Management. - Alaska Sea Grant College Program. AK-SG-99-01, 1999. - P.231-263.
19. Orlov A.M. Summer diet and feeding of shortraker (*Sebastes borealis*) and rougheye (*S. aleutianus*) rockfishes (Scorpaenidae) in the western Bering Sea // Aqua. Journal of Ichthyology and Aquatic Biology. - 2002. - Vol. 6. - №1. - P.29-38.
20. Токранов А.М. Распределение и размерно-возрастной состав окуня клювача *Sebastes alutus* (Sebastidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в конце XX – начале XXI веков // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. - Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. - Вып.7. - С.207-214.
21. Моисеев П.А., Паракецов И.А. Некоторые данные об экологии морских ершей (сем. Scorpaenidae) северной части Тихого океана // Вопросы ихтиологии. - 1961. - Т.1. - Вып.1(28). - С.39-45.
22. Скалкин В.А. Питание морских окуней в Беринговом море // Труды ВНИРО. - 1964. - Т.49. - С.151-166.
23. Любимова Т.Г. Основные этапы жизненного цикла морского окуня *Sebastes alutus* G. залива Аляска // Труды ВНИРО. - 1965. - Т.58. - С.95-119.
24. Паутов Г.П. Некоторые особенности биологии тихоокеанского морского окуня (*Sebastes alutus* Gilbert) Берингова моря // Известия ТИНРО. - 1972. - Т.81. - С.91-117.
25. Орлов А.М. Питание планктоноядных рыб материкового склона северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Известия ТИНРО. - 1998. - Т.124. - С.602-613.
26. Полтев Ю.Н. Некоторые особенности биологии тихоокеанского клювача *Sebastes alutus* в районе северных Курильских островов // Вопросы ихтиологии. - 1999. - Т.39. - №2. - С.210-218.
27. Trophic relations among planktophage fishes in the Pacific waters off the Northern Kuril Islands and Southeastern Kamchatka / A.M. Orlov // Feeding Ecol. and Digestion: «GUTSHOP '98». Symp. Proc. Int. Congress on the Biol. of Fish. - Baltimore, 1998. - P.31-40.
28. Орлов А.М. Пространственное распределение и размерный состав наиболее массовых скорпеновых (Scorpaenidae, Pisces) мезобентали северных Курильских островов // Известия ТИНРО-Центра. - 1996. - Т.119. - С.149-177.
29. Токранов А.М. Размерно-возрастная структура морских окуней рода *Sebastolobus* в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов в условиях ограниченного промысла // Вопросы рыболовства. - 2000. - Т.1. - №4. - С.58-73.
30. Питание донных рыб на шельфе и материковом склоне северной части Охотского моря летом 1997 г. / В.И. Чучукало, В.В. Лапко, Н.А. Кузнецова и др. // Известия ТИНРО. - 1999. - Т.126. - Ч.1. - С.24-57.
31. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. - Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. - 484 с.

FEEDING OF THE ROCKFISHES (SEBASTIDAE) IN THE WATERS OFF KAMCHATKA

Tokranov Alexey Mikhailovich, Senior science, Doctor of Biological Sciences

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, e-mail: tok_50@mail.ru

*According to materials of 1993-2003, data on the feeding of four species of rockfishes of family Sebastidae (shortraker rockfish *Sebastes borealis*, Pacific ocean perch *S. alutus*, shortspine thornyhead *Sebastolobus alascanus* and longfin thornyhead *S. macrochir*) in the Pacific waters off northern Kuril Islands, south-eastern Kamchatka and in eastern part of Sea of Okhotsk are provided. Obtained results are allowed to make conclusion that shortraker rockfish and shortspine thornyhead are facultative predators, Pacific ocean perch – planktophage, and longfin thornyhead – benthichthyophage with sufficiently various spectrum of food*

УДК 597.552.51(470.26)(06)

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ АНАДРОМНЫХ РЫБ И МИНОГ В ВОДОЕМАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Тылик Константин Владимирович, канд. биол. наук, доцент

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия, e-mail: tylik@klgtu.ru

Сделан обзор современного состояния популяций анадромных рыб и миног Калининградской области. Численность сельди-финты увеличилась, она стала промысловой рыбой и выведена в 2011 г. из Красной книги Российской Федерации. Численность балтийского лосося, кумжи, морской и речной миног не изменилась. В результате реакклиматизации на сопредельных территориях в водоемах региона появился новый вид – длиннорылый осетр. Искусственно воспроизводится сиг в бассейне Куришского залива. Популяция сырти увеличивается благодаря естественному воспроизводству

В водоемах Калининградской области некоторые рыбы и круглоротые относятся к группе анадромных видов, совершающих для размножения миграции вверх по течению рек к своим нерестилищам. Большинство из них в настоящее время относятся к малочисленным и редким видам. Основными лимитирующими факторами для них стали: плотины на ранее нерестовых реках, загрязнение вод, интенсивный промысел [1-4]. Ряд анадромных видов включен в Красную книгу Калининградской области и ее приложение [5].

За последние два десятилетия под воздействием естественных условий, изменения характера и интенсивности рыболовства, а также искусственного воспроизводства изменилось состояние популяций ряда анадромных рыб региона.

Уточнение современного состояния популяций анадромных видов необходимо для проведения ежегодного мониторинга объектов Красной книги Калининградской области, охраны биологического разнообразия ихтиофауны водоемов, рационального использования водных биоресурсов Калининградской области.

Настоящая работа выполнена на основе непосредственных сборов на водоемах области, фондовых материалов кафедры ихтиологии и экологии КГТУ по распространению и биологическому состоянию редких видов рыб, а также по литературным источникам.

В Балтийском море обитает проходная форма сельди-финты (*Alosa fallax* (Lacepede)). Есть мнение, что здесь она представлена особым подвигом [6]. Для размножения она совершает нерестовые миграции в устья рек. В Калининградской области финта сначала заходит в Куршский и Вислинский заливы, а из них в крупные реки, в частности, в р. Неман. Ранее финта являлась важным промысловым объектом и ловилась в массовых количествах непосредственно в заливах, но в период с 1948 по 1955 г. ее уловы упали более чем в 30 раз. К еще более резкому падению численности вида во второй половине XX века привели такие лимитирующие факторы как загрязнение рек, интенсивный промысел. В конце XX века финта стала редким видом и находилась под угрозой исчезновения в бассейне Балтийского моря. Она была внесена в Красную книгу РФ (IV категория) [7], а еще ранее в список редких и исчезающих рыб Европы и Международную Красную книгу. Правилами рыболовства в Калининградской области ее промысел был полностью запрещен.

Однако в начале XXI века численность финты в Южной Балтике стала быстро возрастать благодаря улучшению естественного воспроизводства [8]. Она стала массово встречаться в Куршском заливе, что послужило основанием для ее выведения в 2011 г. из Красной книги Российской Федерации (таблица). Численность финты стала настолько высокой, что она вошла в число промысловых видов. В период 2012-18 г. уловы финты в Куршском заливе составляли от 2,8 до 41,3 т.

Атлантический осетр (*Acipenser sturio* L.) населял прибрежные воды Европы от Скандинавии до Черного моря. Еще в конце XIX века он был обычен у берегов Южной Балтики. Из моря осетр заходил в Куршский залив и далее по р. Неман поднимался вверх в его притоки вплоть до р. Нерис. Нерациональный промысел и браконьерство, прекращение доступа производителей к нерестилищам в результате гидростроительства, загрязнение водоемов привели к катастрофическому снижению численности этого вида во всем ареале. Он был внесен в Красные книги РФ и Калининградской области (категория 0), а также в список редких рыб Европы и Международную Красную книгу. Ситуация с этим видом не изменилась, он по-прежнему отсутствует в наших водах.

Таблица

Состояние популяций анадромных рыб водоемов Калининградской области

Вид	Естественное воспроизводство	Искусственное воспроизводство	Численность популяции*	Охранный статус
Атлантический осетр	нет	нет	нет	Красная книга РФ
Длиннорылый осётр	нет	имеется за пределами региона (Польша, Литва)	встречается единично	нет
Сельдь-финта	улучшилось	нет	повышается, стала промысловым видом	исключена из Красной книги РФ в 2011
Атлантический лосось	нет информации	имеется за пределами региона (Польша, Литва)	низкая	Приложение к Красной книге КО**
Кумжа	нет информации	имеется за пределами региона (Польша, Литва)	низкая	Приложение к Красной книге КО**
Европейская корюшка	хорошее	нет	высокая, с естественными флуктуациями	нет
Рыбец (сырть)	улучшилось	нет	повышается	Приложение к Красной книге КО**
Обыкновенный сиг	нет информации	имеется, рыбоводный цех	повышается	Приложение к Красной книге КО**
Морская минога	нет информации	нет	встречается единично	Красная книга КО**
Речная минога	нет информации	нет	низкая	Приложение

Вид	Естественное воспроизводство	Искусственное воспроизводство	Численность популяции*	Охранный статус к Красной книге КО**

Примечание: * экспертная оценка

** Красная книга Калининградской области

В последнее десятилетие сформировалось мнение, что раньше у побережья северной Европы обитал и второй вид - длиннорылый осетр (*Acipenser oxyrhynchus oxyrhynchus* Mitchell) [9]. Это анадромный вид, достигающий длины 3,5 м. сейчас распространен вдоль атлантических берегов Северной Америки от Лабрадора и р. Св. Лаврентия на севере до Флориды, Мексиканского залива и низовьев Миссисипи на юге.

В Польше начаты работы по реакклиматизации этого вида в реки балтийского побережья путем выпуска молоди, выращиваемой из икры, завозимой из Канады, а также созданию своего маточного стада. В 2013 г. начался международный проект по расширению региона обитания этого осетра с подключением Литвы.

Таким образом, в наших водах с сопредельных территорий попал новый для нашей страны вид - длиннорылый осетр. Предполагается, что популяция длиннорылого осетра в будущем станет самовоспроизводящейся естественным путем в реках региона. В связи с этим длиннорылый осетр должен стать объектом постоянного мониторинга в водоемах Калининградской области.

Численность атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в регионе низкая. В осенний период он из Балтийского моря через Куршский залив идет на нерест р. Неман, поднимаясь в его притоки. Единично встречается в Вислинском заливе [10, 11]. В Калининградской области промысел лосося регулируется «Правилами рыболовства» [12]. Так в Куршском и Вислинском (Калининградском) заливах, с бассейнами впадающих в него рек, его промысел полностью запрещен. При специализированном промысле в 26-м подрайоне Конвенционного района Международного Совета по Исследованию моря (ИКЕС) в Балтийском море у побережья Калининградской области его ловят ставными сетями, при траловом промысле он встречается как прилов. В последние годы специализированный промысел лосося в Калининградской области не ведется.

В Калининградской области кумжа (*Salmo trutta trutta* L.) заходит в реки, впадающие непосредственно в море (Алейка, Забава) или в заливы, а затем уже в реки Неман, Преголя, Прохладная, Анграпа и их притоки. Численность вида сокращается. Промысел ведется только в открытом море. Наиболее сильно влияют на среду обитания этого анадромного вида: плотины гидроэлектростанций (например, на рр. Лава, Анграпа, Шешупе), дренажные системы, загрязнение рек, браконьерство. Необходима охрана и восстановление нерестово-выростных участков на притоках р. Неман и ряде рек Калининградской области, а также искусственное воспроизводство.

Проходной европейский сиг (*Coregonus lavaretus lavaretus* (L.)) Куршского залива совершает нерестовые миграции из моря в октябре - ноябре. Его нерестилища находятся в юго-западной части залива на каменистых грядках. После нереста взрослые особи остаются в заливе до мая, после чего уходят в море. В Куршском заливе численность лимитирует перелов и ухудшение его экологического состояния. Правилами рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна специализированный промысел сига в Куршском и Вислинском заливах полностью запрещен [12]. В 2009 г. начал работу экспериментальный рыбоводный цех Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод», расположенный в пос. Лесной на Куршской косе. В 2017 г. в Куршский залив было выпущено около 310 тыс. шт. подращенной молоди, в 2018 - 330 тыс. Тем не менее, молоди сига не достаточно для сравнительно большого водоема и численность сига в заливе растет довольно медленно. Необходимо увеличение мощности рыбоводного цеха.

Основными причинами снижения численности рыба или сырты (*Vimba vimba vimba* (L.)) в Калининградской области, как и во всем ареале, являются зарегулирование стока рек, их загрязнение, все возрастающее водопотребление, а также нерациональный вылов. В Калининградской области он заходит на нерест в рр. Неман, Шешупе, Преголя. В конце XX века запасы рыба сильно сократились, хотя еще в 60-е годы в Куршском заливе его уловы достигали 250 т. Правилами рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна специализированный промысел рыба

(сырти) в Куршском и Вислинском заливах с бассейнами впадающих в него рек полностью запрещен [12]. В промысловых уловах он встречается в качестве прилова. В последние годы наблюдается тенденция естественного увеличения численности рыбца в бассейне Куршского залива. В период с 2016 по 2018 гг. он присутствует в статистике промысла на уровне 15-26,5 т.

Европейская корюшка (*Osmerus eperlanus eperlanus* (L.)) является единственной проходной рыбой Калининградской области, запасы которой находятся на достаточно высоком уровне. Ранней весной корюшка входит в Куршский и Вислинский заливы, скапливается перед устьями рек и держится там до начала нерестовой миграции. Ход в реки обычно происходит в апреле, массовый нерест длится несколько дней [13]. Промысел корюшки ведется и в самом заливе, и в реках, во время нерестового хода. Ловят ее в заливе ставными неводами, а в реках - закидными неводами. В целом уловы корюшки в последнее десятилетие колеблются вслед за естественными колебаниями ее численности. В Куршском заливе в период 2009-2018 гг. уловы находились в пределах 111-240 т (в 2016 г. почти 453 т.), но в отдельные годы были значительно ниже.

В водоемах региона представлены также два анадромных представителя круглоротых: морская (*Petromyzon marinus* L.) и речная миноги (*Lampetra fluviatilis* (L.)). Морская минога - самый крупный представитель семейства миноговых. В пределах России она встречается только в бассейне Балтийского моря. У берегов Калининградской области эта крупная минога уже давно является фаунистической редкостью [14]. Она внесена в Красную книгу РФ (I категория), а также в список редких рыбообразных и рыб Европы. Имеются лишь отдельные сообщения рыбаков-любителей об обнаружении этого вида. Так, например, летом 2009 г. в Куршском заливе был пойман один экземпляр миноги длиной около 80 см, другой экземпляр меньших размеров был обнаружен на морском берегу около г. Балтийска в феврале 2016 г.

Речная минога у берегов Калининградской области сначала заходит в заливы, а затем из них идет в реки. Из Куршского залива она заходит в дельтовые рукава р. Неман (Скирвит, Атмата) и далее вверх по реке и в притоки. Из Вислинского залива попадает в рр. Преголя, Прохладная и их притоки. В Калининградской области специализированного промысла нет. В реках Матросовка и Неман речная минога единично встречается в промысловых уловах рыбаков в весенний период (март) во время массового промысла корюшки. За последние десятилетия тенденции увеличения численности не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тылик К. В. Редкие виды рыб Калининградской области // Изучение водных биоресурсов Калининградской области/ Сб. науч. трудов. Калининград, 1996. – С. 51-61.
2. Тылик К.В. Ихтиофауна Калининградской области. Калининград: Изд-во КГТУ, 2003. – 128 с.
3. Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы. Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2007. – 128 с.
4. Оценка современного состояния разнообразия ихтиофауны основных водоемов Калининградской области /Хлопников М. М., Кейда М. Э., Карасева Е. М., и др.//Промысловые биологические исследования АтлантНИРО в Балтийском море в 1996-1997 годах/ Труды АтлантНИРО. Калининград, 1998. – С. 129-152.
5. Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. – 331 с.
6. Кукуев Е. И., Орлов А. М. Новый подвид финты – балтийская финта *Alosa fallax balticus* (Clupeidae) // Биология внутренних вод. 2018. – № 4. – С. 28-37.
7. Красная книга Российской Федерации (животные). М.: АСТ, Астрель, 2001. – 860 с.
8. Кухоренко К.Г., Тылик К.В. Рыбы Балтики и заливов (Калининградский регион). Калининград: Терра Балтика, 2013. – 151 с.
9. Kolman R. 2003. Jaki jest iotr wyginął w Bałtyku? Kom. Ryb. 1: 1–3.
10. Salmon and Sea Trout Populations and Rivers in the Baltic Sea – HELCOM assessment of salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) populations and habitats in rivers flowing to the Baltic

Sea /M. Manneria, M. Andersson, Janis Birzaks and all./ Balt. Sea Environ. Proc. No. 126 A. - Helsinki Finland, HELCOM, 2011. – 79 p.

11. HELCOM Red List of Baltic species in danger of becoming extinct /; Balt. Sea Environ. Proc. No. 140, Helsinki: HELCOM, 2013. – 106 p.

12. Правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна», утв. Приказом Минсельхоза России от 06.11.2014 г. №427.

13. Перестовый ход корюшки (*Osmerus eperlanus eperlanus* L.) в реках бассейна Куршского залива /Шибяев С. В., Соколов А. В., Тылик К. В и др. //Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. – Вып. 7. – С. 91-96.

14. Тылик К.В. Морская минога /Красная книга Калининградской области. Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2010. – 86 с.

STATE OF POPULATIONS OF ANADROMIC FISHES AND LAMPREY IN WATER BODIES OF THE KALININGRAD REGION

Tylik Konstantin Vladimirovich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
of the Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: tylik@klgtu.ru

A review of the current state of anadromous fish and lamprey Kaliningrad region. The number of twait shad increased, it became commercial fish and was derived in 2011 from the Red Book of the Russian Federation. The numbers of Baltic salmon, brown trout, sea and river lamprey have not changed. As a result of reacclimatization in the adjacent territories, a new species appeared in the reservoirs of the region - the long-nosed sturgeon. Whitefish are artificially reproduced in the Curonian Lagoon basin. The population of vimba bream increases due to natural reproduction

УДК 574.632: 504.45

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ГОРБУШИ (*ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* WALBAUM, 1792) И СИМЫ (*ONCORHYNCHUS MASOU* BREVOORT, 1856) ИЗ САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА

^{1,2}Христофорова Надежда Константиновна, д-р биол. наук, профессор,
заслуженный деятель наук;

³Литвиненко Анна Владимировна, канд. биол. наук, доцент;

⁴Цыганков Василий Юрьевич, канд. биол. наук, доцент;

⁵Ковальчук Максим Владимирович, аспирант

¹Школа естественных наук, Дальневосточный федеральный университет,
Владивосток, Россия;

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия;

³Сахалинский государственный университет (СахГУ),
Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: litvinenko.av@bk.ru;

⁴Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия;

⁵Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

Определены концентрации микроэлементов Cu, Pb, Cd, Ni, Zn в горбуше (из рек Рейдовая и Фирсовка), и сима, пришедшей на нерест в реку Бахура. Проведено сравнение минерального состава симы с таковым органов и тканей горбуши. Выявлено, что рост и нагул симы сопровождается аккумуляцией в ней таких элементов как Zn, Cu, Ni, в то время как в охотоморской горбуше преобладают содержания Pb и Cd

Сахалино-Курильский регион – один из главных районов вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Ведущие промысловые объекты – горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) и кета (*O. keta*). В 2018 г. в Сахалино-Курильском регионе, по официальным данным Правительства Сахалинской области (2018), было выловлено более 126 тыс. т тихоокеанских лососей, из них 85 тыс. т горбуши и более 40 тыс. т кеты, что составляло около одной четверти добычи этих лососей на Дальнем Востоке России.

По объему вылова лососей Сахалинская область занимает второе место, а по выпуску в океан молоди лососей – ведущее место в России (более 80 % от общего объема). Общая мощность рыбоводных предприятий на конец 2018 г. составила 956,5 млн шт. молоди лососёвых. Большинство заводов в СКР находятся в южной части Сахалина и в центральной части о. Итурупа, на его охотоморском побережье.

Молодь горбуши и кеты, в течение месяца подросшая в прогретых прибрежных водах южной части Сахалина и охотоморского побережья Итурупа, распределяется в центрально-восточную часть Охотского моря, где условия нагула способствуют максимальному приросту длины тела.

Осенью молодь охотоморской горбуши начинает мигрировать в океан в зону Полярного фронта, располагающуюся между 40 и 45 °с. ш., характеризующуюся высокой биологической и рыбопромысловой продуктивностью и являющуюся пастбищной зоной тихоокеанских лососей в зимний период, однако часть ее даже в январе задерживается в эпипелагиали над глубоководной котловиной моря и только в марте полностью уходит в океан. Весной лососи кормятся в зоне нагула – прикурильских водах Тихого океана, затем направляются на нерест в «родные» реки.

Сима, единственный из рода *Oncorhynchus* исключительно азиатский вид, наиболее тепловодный и сильно уступающий другим видам тихоокеанских лососей по численности и по величине ареала, представляющий, однако, большую ценность как объект любительского и спортивного лова, практически не изучен с биогеохимических позиций.

Курило-Камчатский регион, характеризующийся импактными геохимическими условиями, создаваемыми подводным и надводным вулканизмом и апвеллингами, выносящими из глубин Курило-Камчатского желоба биогенные и другие элементы, является высококормным районом. Тихоокеанские лососи могут многократно находиться в этом районе, нагуливаясь в нем, выходя на зимовку и мигрируя на нерест. Это неизбежно оставляют свой «след» в микроэлементном составе органов и тканей организмов, в том числе лососей, и этот «след» предполагает обязательный контроль за уровнем содержания элементов, прежде всего токсичных, в вылавливаемых на промысле гидробионтах. Однако информация о содержании микроэлементов в таких активных пловцах, как тихоокеанские лососи, перемещающиеся во время нагула, выхода на зимовку и нерестовой миграции через обширные, в том числе геохимически импактные зоны, фрагментарна.

В то же время немалое число стад лососей не выходят на зимовку в океан, а проводят зиму в Японском море, не пересекая во время катадромных и анадромных миграций Курильскую гряду и Курило-Камчатскую впадину. Поэтому изучение минерального состава тканей лососей позволяет более определенно выяснить пути их миграций и возможный регион основного пребывания (нагула). Кроме того, знание уровней содержания микроэлементов в тканях таких важных пищевых объектов, какими являются лососи, необходимо и с санитарно-гигиенических позиций.

Цель – определить содержание микроэлементов в горбуше, вернувшейся в реки Рейдовая (о. Итуруп) и Фирсовка (южная часть восточного Сахалина) и сима, пришедшей на нерест в реку Бахура (южная часть восточного Сахалина).

Материал и методика

Определяли эссенциальные элементы, как Zn и Cu, а также неэссенциальные Ni, Cd, Pb, As, Hg. Все эти микроэлементы могут быть трассерами природных биогеохимических провинций, что неоднократно отмечалось ранее при изучении содержания тяжелых металлов Fe, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Ni, Cr в морских бентосных организмах, обитающих на мелководье Курильских островов и обрастающих навигационные буи [1, с. 1274–1276].

Половозрелые особи горбуши (*O. gorbuscha*), пришедшие на нерест в реки Рейдовая острова Итуруп (зал. Простор Охотского моря) и Фирсовка (южная часть зал. Терпения Охотского моря) в начале октября 2016 г., были отобраны в садках рыболовных заводов «Рейдовый» и «Фирсовка» (рис. 1). Из садков для выдерживания производителей до созревания половых продуктов было отобрано по 6 особей (три самки и три самца).

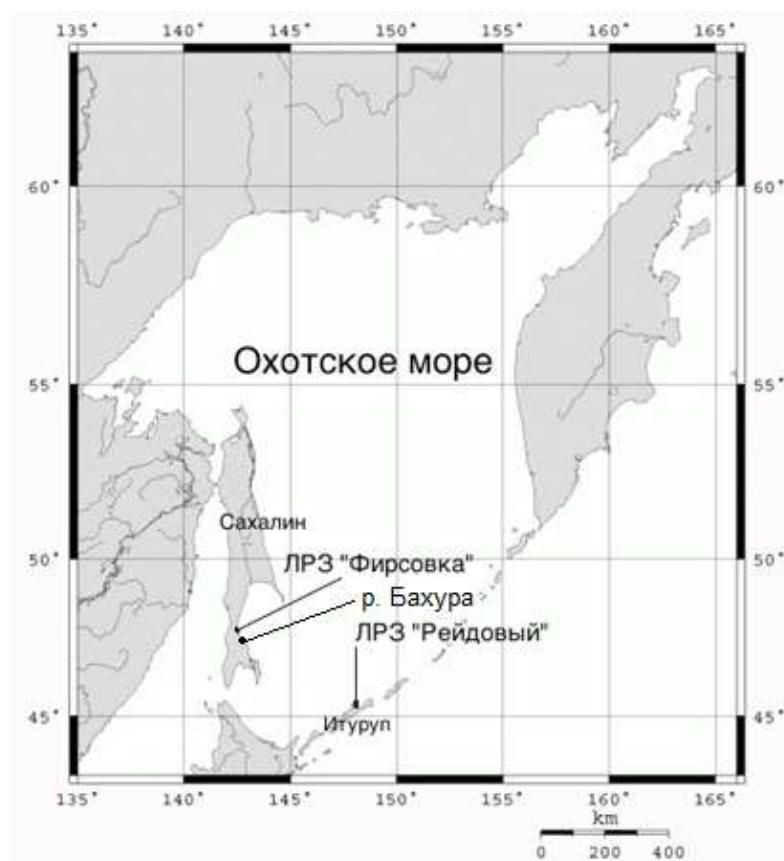


Рис. 1. Карта расположения ЛРЗ «Фирсовка», «Рейдовый» и реки Бахура в Сахалино-Курильском регионе

Сима (*O. masou*) для исследования была выловлена в устье р. Бахура (зал. Терпения, Охотское море) в июне 2017 г. (рис. 1). Всего для исследования использовали 6 особей сима (три самки и три самца).

Рыбы были отпрепарированы по органам и тканям в месте сбора на Сахалине, пробы заморожены и доставлены во Владивосток для химического анализа, перед которым они подвергались механической гомогенизации.

Все элементы определялись из кислотных минерализатов проб согласно ГОСТ 26929-94 на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA 6800 в лаборатории геохимии ТИГ ДВО РАН. Точность определения элементного состава, а также возможного загрязнения образцов в процессе анализа контролировали путем сравнения с калибровочными растворами, в том числе с пустым (нулевым) раствором. Точность и прецизионность использованного метода подтверждена регулярным анализом стандартного референтного материала SRM-1566a. Результаты анализа на содержание микроэлементов в органах и тканях представлены в мкг/г сырой массы и показаны в табл. 1. Среднее значение, стандартное отклонение и достоверность сравниваемых различий (с ис-

пользованием U-критерия Манна–Уитни) рассчитывали в программе SPSS Statistics 21 для MacOSX.

Для выявления различий в содержании микроэлементов в симе и горбуше рассматриваемого района использованы полученные ранее данные [2, с. 447–452].

Результаты

Результаты определения содержания микроэлементов в исследуемом материале представлены в таблице 1.

Таблица 1

Концентрации микроэлементов в органах и тканях лососей из юго-восточного побережья Сахалина, мкг/г сырой массы

Органы и ткани	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb
СИМА. Устье р. Бахура, 20-21 июня 2017 г., диапазон массы рыб 633,5--804 г					
Мышцы	5,137±1,276	0,589±0,120	0,433±0,048	0,035±0,006	0,480±0,123
Печень	6,596±1,266	0,539±0,069	0,573±0,031	0,070±0,007	0,610±0,074
Гонады самцов	5,258±0,654	0,534±0,125	0,473±0,123	0,038±0,011	0,559±0,089
Икра	4,553±1,396	0,468±0,084	0,419±0,083	0,031±0,003	0,560±0,184
ГОРБУША. ЛРЗ «Фирсовка», 6 октября 2016 г., диапазон массы рыб 780-2100 г [8]					
Мышцы	1,74±0,061	0,20±0,040	0,09±0,008	0,08±0,009	0,59±0,050
Печень	2,86±0,065	0,28±0,012	0,13±0,006	0,19±0,018	0,92±0,035
Гонады самцов	2,76±0,021	0,26±0,014	0,11±0,006	0,12±0,012	0,87±0,014
Икра	2,51±0,058	0,25±0,016	0,12±0,007	0,11±0,019	0,82±0,043
ГОРБУША. ЛРЗ «Рейдовый», 09.10. 2016, диапазон массы рыб 1278-2362 г [8]					
Мышцы	1,96±0,075	0,24±0,076	0,12±0,007	0,14±0,012	0,67±0,050
Печень	3,14±0,069	0,32±0,034	0,18±0,009	0,21±0,018	0,96±0,035
Гонады самцов	3,09±0,045	0,33±0,071	0,18±0,009	0,19±0,034	0,89±0,014
Икра	3,01±0,078	0,29±0,036	0,15±0,008	0,18±0,035	0,84±0,045

Примечание: ПДК (мкг/г сырой массы) в морепродуктах: Pb – 1,0, Cd – 0,2, Zn – 40,0 [6].

Как видно из данных таблицы, особи симы имели заметно меньшую массу, чем горбуша. В обоих видах лососей из Сахалино-Курильского региона некоторым превышением концентраций микроэлементов выделяется печень (кроме Cu в симе). Сима отличалась более высокими, чем горбуша, содержаниями Zn, Cu и Ni. Наибольшие различия характерны для мышц, меньшие – для икры. При этом, если разница в концентрациях Zn и Cu находится в интервале 2–3 раз, то содержание Ni в симе примерно в 4 раза выше, чем в горбуше: в мышцах – в 4,8 раза, в печени – в 4,4 раза, в гонадах самцов – в 4,3 раза, в икре – в 3,5 раза. Важно при этом подчеркнуть, что концентрации микроэлементов в исследованных особях симы не превышают санитарных норм, предъявляемых к морепродуктам в РФ. В то же время горбуша отличалась от симы более высокими концентрациями Cd и Cu: в мышцах – в 2,1 и 1,2 раза, в икре – 3,5 и 1,46 раза соответственно.

Обсуждение и заключение

Сима относится к видам тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом. Смолтификация и скат в море у большей части симы происходит после одного-двух лет жизни в реке. В Японии, южной части Сахалина и на юге Приморья, т.е. на юге ареала, большая часть молоди скатывается на втором году и после одной морской зимы возвращается на нерест. Однако в более северных районах (северное Приморье, Амур, юго-западное побережье Камчатки, срединные районы Сахалина и южные Курильские острова) увеличивается число рыб, скатывающихся трехлетками и возрастает количество рыб с двумя морскими годами жизни, что, как полагают, связано с большей суровостью условий. Морская часть ареала симы, как и нагульная, ограничивается приазиатскими водами. Это главным образом морской, а не океанический вид. Скатившаяся молодь япономорских стад этого вида на нагул в основном заходит в воды южной котловины Охотского моря. Здесь она перемешивается с особями из рек побережий южной части Охотского

моря. Летом выделяется еще один район обитания сима — в северо-восточной части моря, где концентрируется молодь из рек западной Камчатки. Осенью эта молодь также смещается в воды южной котловины моря [3, с. 123]. Из Охотского моря большая часть сима уходит в течение ноября.

Зимой и во время осенне-летних миграций сима встречается по всей акватории Японского моря, где она интенсивно питается. Как отмечается в сводке [4, с. 64–84], основу рациона сима составляют мелкие рыбы (японский анчоус, мойва, песчанка, молодь одноперого терпуга, минтая, а также кальмары и амфиподы. Большая часть половозрелых особей заходит в Охотское море через пролив Лаперуза и лишь частично проникает через южно-курильские проливы. Основные уловы сима приходятся на май, когда анадромная сима проходит через открытые воды южной части российской экономической зоны в Японском море. Согласно сведениям, содержащимся в заметке Ивановой [4], у юго-западного побережья Сахалина в уловах ставных неводов основной пик лова бывает в конце мая, более редко – в первой половине июня. К середине-концу июня (редко в начале июля) уловы значительно снижаются и ход заканчивается.

Миграция этого вида в реки в целом происходит значительно раньше других видов тихоокеанских лососей – в конце весны-начале лета. Её нерестилища мало перекрываются с другими лососями. Здесь до нереста в течение 2–3-х месяцев она может созревать [5, с. 192]. При этом сима в реках при заходе на нерест активно питается.

Таким образом, исследованная нами сима могла сформировать микроэлементный состав, более соответствующий терригенному и антропогенному влиянию, с преобладанием Zn, Cu и Ni, за 1–2 года жизни в реке до ската в море и за 2–3-месячное питание разнообразными организмами в нерестовой реке, вследствие особенностей своей экологии.

В прикурильских водах в районе от 145 до 165° в.д. и на юг до 40° с.ш. находится высококормный участок нагула сахалино-курильской горбуши. Обильный зоопланктон, вобравший в себя еще более обильный фитопланктон, вырастающий на биогенных и других элементах, поставляемых вулканизмом и апвеллингами в этом участке, передает зафиксированные в своей биомассе микроэлементы организмам следующего трофического уровня, в том числе тихоокеанским лососям [2, с. 447–452].

Горбуша, пришедшая осенью 2016 г. на нерест в реки Итурупа и юго-восточной части Сахалина и отобранная на рыбоводных заводах «Рейдовый» и «Фирсовка», по содержанию нормируемых токсичных элементов Cd и Pb отвечала санитарным требованиям РФ [6, 156 с.], предъявляемым к морепродуктам. Однако концентрации Cd и Pb в гонадах рыб обоих полов приближались к санитарному нормативу, особенно в лососях, пришедших на о. Итуруп, не достигая его лишь на 5–10 % по кадмию и на 11–16 % по свинцу. По-видимому, причина повышенных концентраций тяжелых металлов в итурупских лососях кроется в крайней близости импактного района к району воспроизводства: пройдя пролив Фриза (между Итурупом и Урупом), откуда, повернув на запад, лососи буквально сразу оказались на охотоморской стороне острова, вблизи «родной» нерестовой реки. Уровни содержания микроэлементов в горбуше с обоих ЛРЗ были значительно выше, чем в сима, которая во время миграций и нагула никогда не покидает Японское и Охотское моря [7, с. 218].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Христофорова Н.К., Кавун В.Я. Мониторинг состояния вод дальневосточных морей по мидиям-обрастателям навигационных буев // Доклады АН СССР. – 1988. – Т. 300. – № 5. – С. 1274–1276.
2. Микроэлементный состав горбуши *Oncorhynchus gorbusha* Walbaum, 1792 из Сахалино-Курильского района/ Христофорова Н.К., Литвиненко А.В., Цыганков В.Ю и др. // Биол. моря. – 2019. – В печати.
3. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: ТИНРО-центр, – 2008. – Т. 1. – 481 с.
4. Иванова И.М. Видовой состав, биологическая структура и динамика уловов лососей рода *Oncorhynchus* в прибрежье юго-западного Сахалина // Тр. СахНИРО. – 2003. – Т.5. – С. 64-84.

5. Семенченко А.Ю. Приморская сима. Популяционная экология, морфология, воспроизводство. – Владивосток: Дальнаука, 1989. – 192 с.
6. СанПиН 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. – М.: Госкомсанэпиднадзор РФ. – 2002. – 156 с.
7. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: ТИПРО-центр, – 2011. – Т. 2. – 473 с.

SOME OF THE FEATURES OF THE MICROELEMENT COMPOSITION OF PINK SALMON *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* WALBAUM, 1792 AND MASU *ONCORHYNCHUS MASOU* BREVOORT, 1856 FROM THE SAKHALIN-KURIL REGION

^{1,2}Khristoforova Nadezhda Konstantinovna, doctor of biological Sciences, Professor, honored worker of Sciences;

³Litvinenko Anna Vladimirovna, candidate of biological Sciences, associate Professor;

⁴Tsygankov Vasily Yurievich, candidate of biological Sciences, associate Professor;

⁵Kovalchuk Maxim Vladimirovich, postgraduate

¹School of Natural Sciences, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;

²Pacific Institute of Geography, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia;

³Sakhalin State University (SakhSU), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: litvinenko.av@bk.ru;

⁴School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia;

⁵Institute of Marine Geology and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

The concentrations of microelements Cu, Pb, Cd, Ni, Zn in pink salmon from the Reydivaya and Firsovka rivers and Sims, which came to spawn in the Bakhura river, were determined. A comparison of the mineral composition of Sims with that of organs and tissues of pink salmon was made. It was revealed that growth and feeding are accompanied by accumulation of elements such as Zn, Cu, Ni in it, while Pb and Cd contents prevail in the Sea of Okhotsk

УДК 639.211.4(470.22)

ХАРАКТЕРИСТИКА РОЛИ НАЛИМА (*LOTA LOTA* L.) В РЫБНОМ ПРОМЫСЛЕ ТОПО-ПЯОЗЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (КАРЕЛИЯ)

¹Черепанова Надежда Степановна, научный сотрудник лаборатории сырьевых ресурсов и прогнозирования;

¹Широков Вячеслав Анатольевич, научный сотрудник лаборатории популяционной экологии лососевых рыб;

²Коваленко Василий Николаевич, гл. гидролог лаборатории географии и гидрологии;

¹ Северный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства
Петрозаводского государственного университета,

Петрозаводск, Россия, e-mail: nccherepanova@mail.ru, shirokov@research.karelia.ru;

²Институт водных проблем Севера – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»,
Петрозаводск, Россия, e-mail: vanikoval@rambler.ru

Представлены результаты работ, проводимых в рамках прогнозных тематик и хозяйственно договорных тем (СевНИОРХ, СевНИИРХ ПетрГУ, ИВПС КарНЦ РАН) по оценке запаса и продукции налима в Топо-Пяозерском водохранилище. Изучены основные его структурно-популяционные показатели. Проведены расчеты показателей его численности, биомассы, величины промысловой нагрузки на современном этапе, необходимые для рационального регулирования промысла

В Республике Карелия на современном этапе деятельность фактически всех рыбозаготовителей подчинена одной цели – получению максимальной выгоды с наименьшими производственными и трудовыми затратами. Поэтому лов направлен на наиболее ценных по товарной стоимости рыб (лосося, сига, судака, ряпушки, леща), при четко выраженной сезонности добычи [2, с. 273; 4, с. 70]. В то же время другие виды, такие как налим, щука, мелкочастиковые виды рыб охватываются промыслом лишь в малой степени, а в ряде водоемов и вообще практически не вылавливаются. Любительско-потребительский лов характеризуется еще большей селективностью ценных видов рыб [12, с. 262]. В результате многочисленные рыбохозяйственные водоемы Республики Карелия в условиях рынка используются организованным промыслом слабо. Заявленные уловы невысоки и величина использования допустимого улова колеблется от 10 до 30 %. Одним наиболее ярким водоемом в данном аспекте является Топо-Пяозерское водохранилище.

Топо-Пяозерское водохранилище создано в 1962 году на базе озер Пяозеро и Топозеро в качестве головного в каскаде ГЭС на р. Ковде с режимом многолетнего регулирования. Период полной сработки полезного объема $9,17 \text{ км}^3$ рассчитан на 7 лет при ежегодных сработках уровня в пределах 0,25–2,25 м. Водный режим утратил фазы и сходство гидрологических условий, свойственные естественным озерам и является основным фактором, влияющим на всю экосистему водоема. Аномальных явлений в гидрологическом режиме водохранилища, вызванных аварийными сбросами воды каскадом Кумских ГЭС, за последние годы не наблюдалось. Основными источниками загрязнения водохранилища являются предприятия Агропрома и пос. Кестеньга. Однако качество вод, за исключением постоянно повышенных концентраций меди и спорадически – нефтепродуктов, в основном соответствует ПДК рыбохозяйственных водоемов и не подвержено значительным изменениям. Водосборная площадь Топо-Пяозерского водохранилища в целом характеризуется самыми малыми по Карелии выбросами ЗВ в атмосферу ($26,6 \text{ кг/км}^2$) и сбросами загрязненных сточных вод ($1,1 \text{ млн. м}^3$ или $84,6 \text{ м}^3/\text{км}^2$) в год. Очевидно, существующая антропогенная нагрузка по загрязнению природной среды не вызывает заметных экологических последствий в бассейне водохранилища. За последние пятнадцать лет не отмечено существенных отклонений в рекомендуемом режиме эксплуатации водохранилища. Можно предположить, что условия обитания для гидробионтов существенно не изменились со времен 1980-х годов.

По современным данным Топо-Пяозерское водохранилище включает следующие гидрологические характеристики: координаты центра: $65^{\circ}38'$ с.ш., $32^{\circ}06'$ в.д. Площадь водосбора 2540 км^2 . Высота над уровнем моря 109,5 м БС. Возможная амплитуда колебания уровня воды 350 см. Прозрачность воды – 4,5 м, средняя глубина – 15,5–17,8 м (мах 56 м) [8, с. 534-573; 9, с. 98-100].

С распадом централизованного промысла и прекращения деятельности Софпорогского рыбозавода (1994 г.) оно выпало из активного рыбохозяйственного использования. За последние десять лет среднегодовой учетный промышленный вылов здесь составил около 5–6 т. В период интенсивного гослова Топо-Пяозерское (Кумское) водохранилище занимало среди основных рыбохозяйственных водоемов Республики Карелия третье-четвертое место с годовым объемом вылова рыбы 100–150 т еще в начале 1990-х годов или около 20% от общей рыбопродукции региона. На Топо-Пяозерском водохранилище, как и на любом другом крупном водоеме, развит нерегистрируемый (по существу, браконьерский) вылов, вследствие чего объемы фактического вылова (по экспертным оценкам) превышают показатели официальной статистики примерно в два раза.

Цель настоящей работы – оценить современное состояние популяций налима Топо-Пяозерского (Кумского) водохранилища.

В задачи исследований входило:

- изучить размерно-весовой, возрастной состав налима Топо-Пяозерского (Кумского) водохранилища;
- определить его численность и биомассу;
- оценить продукции выжившей части запаса налима;

Основная часть ихтиологического материала для исследований собрана из собственных сетных уловов, проводимых для научно-исследовательских целей. Часть материала собиралась из уловов местных рыбозаготовителей. Для опытных уловов использовались сети ячеей 30–70 мм общим количеством 6–8 шт. Сетные станции ставились в реке Софьянке (в окрестностях пос. Софпорог и в устьевой части реки), на Пяозерском плесе (в районе мыса Мяндуниemi) и на Топо-зерском плесе (р-н Мельничного ручья, приустьевая часть р. Валас и залив Коккосалми). Интенсивность рыболовства на водохранилище не высокая и не соответствует величине запасов основных промысловых видов. Кроме того была использована экспертная рыбопромысловая информация, промысловая статистика, ретроспективные данные 1950–2018 годов.

Камеральная обработка ихтиологических материалов выполнена по общепринятым методикам [5, с. 23; 10, с. 19]. Определение возраста выполнялось по отолитам. При измерениях и расчетах использовался общий вес рыбы и длина тела (АД) в см. При оценке величины запасов и возможного использовались методические руководства и положения ФГУП «ВНИРО» и Росрыболовства РФ [6, с. 21; 7, с. 49]. Определение коэффициентов естественной смертности (М) и промысловой смертности (F) осуществлялось по рекомендуемым методикам [3, с. 17; 1, с. 29] с размерностью 1/год (математическое ожидание годовой убыли вида). Для оценки величины запаса использована расчетная методика на основе модели VPA [11, с. 47; 13, с. 177]. Оценка величины возможного вылова осуществлялась исходя из норм безопасного годового изъятия [5, с. 15-49]. При расчетном биостатистическом методе оценки величины запаса, в определенной степени вносит неточность в сторону понижения величин получаемых расчетных показателей запаса.

Налим (*Lota lota* (L.)) – одна из основных промысловых рыб Топо-Пяозерского (Кумского) водохранилища. В группе крупного частика налиму, наряду со щукой, принадлежит заметное место в уловах [7, с. 27]. Для рассматриваемого периода промысловой эксплуатации налима характерна значительная изменчивость величины уловов (рис. 1). Максимальной величины его уловы достигали с 1966 по 1975 гг. 63,4– 53,9 т. В настоящее время в связи с отсутствием организованного промысла уловы налима незначительны 0,3 т.

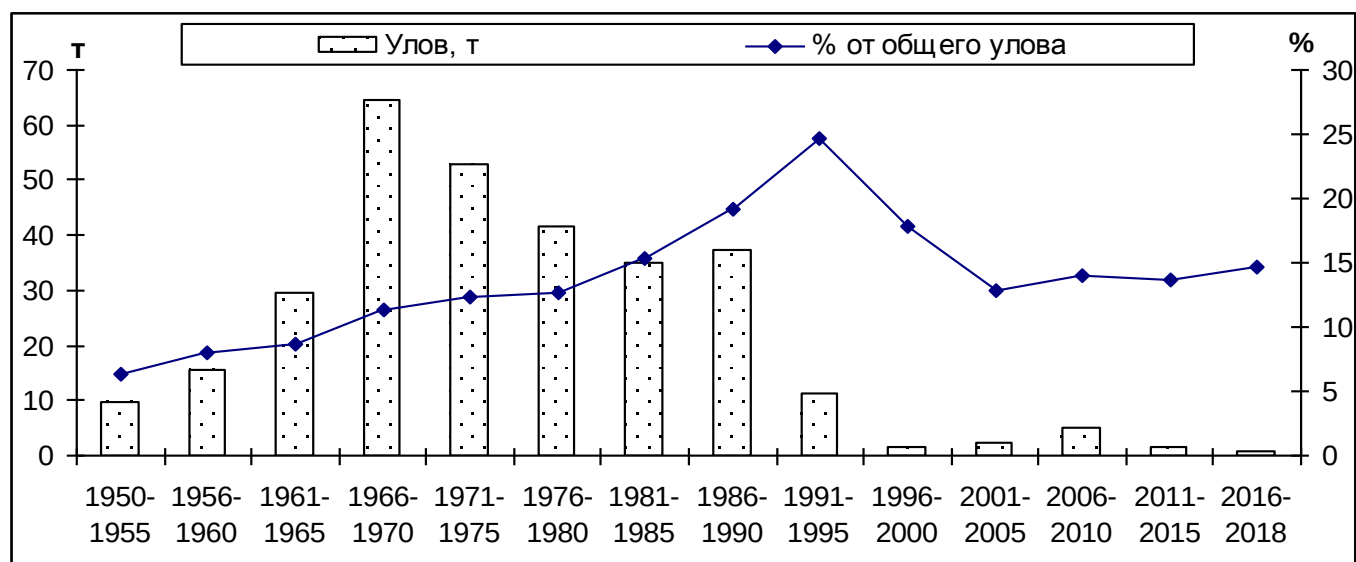


Рис. 1. Вылов налима в Топо-Пяозерском водохранилище (данные официальной статистики, промышленный+любительский лов)

Специализированный промысел налима развит слабо, Основная часть налима добывается осенью, когда он подходит к берегам за нерестящейся ряпушкой и сигом и залавливается в вы-

ставленные орудия лова (сети, заколы). Следует отметить, что соотношение налима по Топозерскому и Пяозерскому плесам неравномерно. Наиболее интенсивно использовалось промыслом стадо налима по Пяозерскому плесу. Это объясняется наличием большего распространения по участкам промысла в районе Коккосалмы, у Кестеньги и Валасреки, юго восточная часть района у Кизреки и в отдельных губах (Кейкелакша, Пожилакша и др.). Слабое использование сырьевых ресурсов налима на протяжении многих лет отмечается на Топозерском плесе. Максимальной величины его уловы достигали в 1966–1970 гг. 9,0 т. В Топозерском плесе промысловые скопления налима наблюдаются в устьевых участках р. Софьянги и её притоках (Понча, Варба), в р. Кизрека. Как показали исследования, в уловах последних лет встречались налимы массой от 0,3 до 2,1 кг при значительной длине возрастного ряда от 3+ до 14+ лет. Основой промысла являются рыбы в возрасте 6+–7+ лет, составляющие от 17 до 19 %. Половозрелым в массе налим становится в возрасте 3+–4+ лет. Основу промысла составляют половозрелые особи налима. Максимально отмеченный возраст 14+ лет. Размерно-возрастная характеристика налима по материалам сетных уловов последних лет приводится в таблице 1.

Таблица 1

Биологические показатели налима Топо-Пяозерского водохранилища (закол, сети)

Возраст, лет	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+	14+
% в улове	11,8	11,8	13,7	17,7	19,1	8,8	6,9	3,9	2,9	1,7	1,4	0,3
Масса, г	304	440	610	800	960	1110	1270	1430	1550	1680	1890	2120
Длина АД, см	32,0	37,1	42,0	45,2	48,7	50,4	52,9	54,0	57,2	59,3	61,0	63,2

Основные места нереста налима расположены на глубине не более 4 м. Нерест его проходит с конца февраля до середины марта. Весной после распыления льда и осенью налим подходит к берегам и держится на глубинах 10–15 м, интенсивно питаясь рыбой. Летом после повышения температуры воды до 10 °С из прибрежной зоны налим уходит в глубоководные районы водоема, где более низкая температура воды. Сырьевые запасы этой рыбы промыслом в настоящий период в Топо-Пяозерском водохранилище значительной мере недоиспользуются, хотя они значительны согласно выполненным расчетам (табл. 2).

Таблица 2

Численность (N), биомасса (B) и продукция (P) налима Топо-Пяозерского водохранилища

Возрастные группы	Частота в уловах	M, 1/год	F, 1/год.	N, тыс.шт.	B, т	P выживших рыб, т
3+	0,118	0,289	0,014	84,1	22,6	8,9
4+	0,118	0,255	0,019	62,1	23,8	7,1
5+	0,137	0,246	0,028	47,2	23,8	5,7
6+	0,177	0,253	0,049	35,9	22,6	4,6
7+	0,176	0,273	0,067	26,5	20,2	3,5
8+	0,088	0,302	0,047	18,9	17,0	2,6
9+	0,069	0,340	0,054	13,3	13,8	1,9
10+	0,039	0,387	0,046	9,0	10,6	1,3
11+	0,029	0,441	0,054	5,8	7,8	0,9
12+	0,029	0,505	0,094	3,6	5,3	0,5
13+	0,010	0,577	0,060	2,0	3,2	0,3
14+	0,010	0,660	0,094	1,0	1,8	0,2
Промысловая часть 3+–14+	1,000			309,4	172,5	37,5

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод, что запасы налима в условиях Топо-Пяозерского водохранилища находятся в хорошем состоянии. При этом его продукционный потенциал рыбным промыслом используются не в полной мере. При рациональном ведении промысла в ближайшее время можно обеспечить получение ежегодных уловов налима на

достаточно высоком стабильном уровне, на уровне ОДУ – 37 т или около 21,5 % от величины промыслового запаса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов/ В.К. Бабаян, А.Е. Бобырев, Т.И. Булгакова, и др. – М.: Изд-во ВНИРО, 2018. – 312 с.
2. Георгиев А.П., Назарова Л.Е. Трансформация рыбной части сообщества в пресноводных экосистемах Республики Карелия в условиях изменчивости климата // Экология. – 2015. – № 4. – С. 272-279.
3. Зыков Л.А. Метод оценки коэффициентов естественной смертности, дифференцированных по возрасту рыб // Изв. ГосНИОРХ. 1986. – Вып. 243. – С. 14-22.
4. Кутузов А.М., Васильева Л.П. Биологические особенности и состояние запасов сигов в Пяозерском плесе Топо-Пяозерского водохранилища // Сборник трудов ГосНИОРХ. – 1981. – Вып. 172. – С. 65–77.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
6. Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. – М.: Изд-во ВНИРО. 1999. – 46 с.
7. Мельянцев В.Г. Рыбы Пяозера // Труды Карело-Финского Государственного университета. – 1954. – Т. 6. – С. 3-77.
8. Озера Карелии. Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Справочник. – Петрозаводск, 1959. – 619 с.
9. Озера Карелии. Гидрология, гидрохимия, биота. Справочник / Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. – 464 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – Л.: Пищевая промышленность. 1966. – 375 с.
11. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 408 с.
12. Черепанова Н.С., Георгиев А.П. Характеристика ихтиофауны и условий среды обитания водоемов Куйто (Карелия) в условиях зарегулирования стока // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15. – № 3. – С. 262-276.
13. Pope J.G., Shepherd J.G. A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data // J. Cons. Intern. Explor. 1982. – Mer. 40. – P. 176-184.

CHARACTERISTICS OF THE ROLE OF BURBOT (LOTA LOTA L.) IN THE FISHING INDUSTRY OF THE TOPO-PYAOZERO RESERVOIR (KARELIA)

¹ Cherepanova Nadezhda Stepanovna, researcher of the laboratory for raw materials and forecasting;

¹Shyrov Vycheslav Anatolievich, researcher, laboratory of population ecology of salmon fishes;

²Kovalenko Vasily Nikolaevich, chief hydrologist of the laboratory of geography and hydrology

¹ The Northern Fisheries Research Institute (Petrozavodsk State University), Petrozavodsk, Russia. e-mail: nccherepanova@mail.ru, shirokov@research.karelia.ru;

² Northern Water Problems Institute – a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center "Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences" Petrozavodsk, Russia, e-mail: vanikoval@rambler.ru

The results of the work carried out in the framework of the forecast topics and economic contractual topics (SevNIORH, SevNIIRH PetrSU, NWPI KarRS RAS) for the assessment of stock and burbot production in the Topo-Pyaozero reservoir are presented. Studied its main structural-population indicators. Calculations of indicators of its abundance, biomass, size of the field load at the present stage, necessary for the rational regulation of the fishery, were carried out

УДК 551.46.07:629.783 (269)

ПРОМЫСЛОВАЯ ОКЕАНОЛОГИЯ ЮЖНЫХ ЧАСТЕЙ АТЛАНТИЧЕСКОГО И ТИХОГО ОКЕАНОВ: СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНЫЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Чернышков Павел Петрович, д-р геогр. наук, профессор по специальности «океанология», профессор кафедры ихтиологии и экологии факультета биоресурсов и природопользования КГТУ

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: pavel.chernyshkov@klgtu.ru

Выполнен анализ современного состояния научного обеспечения мирового рыболовства, показана возросшая значимость промыслово-океанологических исследований в океанических районах промысла в южных частях Атлантического и Тихого океанов. Обозначены главные научные проблемы, решение которых может стать основой для увеличения российского вылова. Описаны новые виды океанологической информации, которые позволяют более объективно оценивать влияние факторов среды обитания на биомассу и распределение объектов промысла. Показана необходимость подготовки специалистов высшей квалификации в области информационных технологий и моделирования промысловых экосистем для рыбной отрасли Российской Федерации

Введение

Промысловая океанология – прикладная наука, изучающая влияние физических, химических, геологических, биологических и других процессов в океанах и морях на биомассу, распределение и поведение объектов промысла. Результаты промыслово-океанологических исследований используются для диагноза состояния запасов промысловых популяций, оценок их межгодовых изменений и особенностей распределения промысловых скоплений под влиянием среды обитания.

В последние 2 десятилетия в мировом рыболовстве и его научном обеспечении произошли существенные изменения. Общий мировой вылов в океанах и морях находится на уровне 90-95 млн. в год [1] и, несмотря на постоянно растущий спрос, обусловленный увеличением численности населения Земли, на увеличивается. Использование промысловых биоресурсов в акваториях всех морей и океанов контролируются или прибрежными государствами (200-мильные исключительные экономические зоны), или региональными международными организациями (РМО). Управление рыболовством в исключительных экономических зонах (ИЭЗ) выполняет прибрежное государство на основе собственных научных исследований, исходя из национальных экономических и политических интересов. Задача РМО, действующих в рамках соответствующих международных конвенций по сохранению биоресурсов в конкретных регионах, состоит в ежегодном определении величин общего допустимого улова для каждой эксплуатируемой популяции и распределении квот между странами, претендующими на рыболовство в конкретном промысловом районе. Для этого в каждой РМО существует Научный комитет, который по результатам совещаний тематических рабочих групп, совещания которых проходят в течение года, разрабатывает предложения для Комиссии РМО по мерам регулирования промысла.

В «Концепции развития рыбной промышленности Российской Федерации до 2030 г. [2] намечено существенное увеличение российского вылова биологических ресурсов. Для этого планируется в течение ближайших 7-10 лет ввести в эксплуатацию не менее 50 единиц добывающего флота, в том числе около 20 единиц высокотехнологичных крупнотоннажных траулеров-процессоров. В соответствии с Законом РФ «О рыболовстве и сохранении водных биоресурсов», принятом в июле 2016 г., строительство судов будет осуществляться за счет средств от реализации так называемых инвестиционных квот на вылов водных биоресурсов. Обеспечение новых судов сырьевой базой потребует создания современного научного обоснования вовлечения в промысел дополнительных биоресурсов.

В настоящее время недоиспользуемые промысловые биоресурсы имеются в южных частях Атлантического и Тихого океанов. В Антарктической части Атлантики (АчА) - это антарктический криль, в южной части Тихого океана (ЮТО), ставрида *Trachurus murphyi* [3]. Промысловые биоресурсы этих районов были открыты и переданы рыбной промышленности промысловой разведкой Западного рыбопромыслового бассейна при непосредственном участии бассейнового научно-исследовательского института АтланНИРО. Крупнотоннажные траулеры СССР вели в этих районах широкомасштабный круглогодичный промысел. В экспедициях судов перспективной промысловой разведки в контрольных тралениях во всей акватории ЮТО присутствовала ставрида на всех стадиях жизненного цикла. Тем самым было сделано крупное открытие в биологии Мирового океана – существование в южной части Тихого океана за пределами ИЭЗ от берегов Чили до берегов Новой Зеландии метапопуляции этого объекта.

Среднегодовой вылов криля в АчА за период с 1972 по 1991 гг. составил около 400 тыс., а ставриды в южной части Тихого океана (ЮТО) за период 1979-1991 гг. – около 1 млн. т. Одновременно в этих районах выполнялись научные исследования формирования и межгодовых изменений биологической и промысловой продуктивности вод [4]. С 1992 г промысел в обоих районах был прекращен по причинам, не связанным с состоянием сырьевой базы.

По результатам отечественных поисковых и научно-исследовательских экспедиций, а также и промысла была созданы уникальные базы данных и базы знаний по влиянию структуры и динамики вод на биомассу и распределение промысловых скоплений. Это может служить основой для более объективных оценок состояния сырьевой базы рыболовства в районах АчА и ЮТО и возобновления там российского промысла.

В последние годы для исследований стали доступны принципиально новые виды океанологической информации: спутниковые измерения высоты уровня поверхности океана (альтиметрические измерения) и результаты зондирования толщи вод с использованием автономных дрейфующих буев международного проекта «Арго», которые доступны на международном научном портале Copernicus [5]. Использование этих данных в научном обеспечении промысла в обширных по площади океанических районах позволяет детально исследовать разномасштабную динамику и структуру вод, которые являются главными факторами, определяющими биомассу и распределение объектов промысла. Однако успех в этих исследованиях может быть достигнут только коллективом высококвалифицированных специалистов в области промысловой океанологии, современных информационных технологий и моделировании промысловых экосистем океанических районов.

Цель настоящей статьи состоит в обозначении существующих в настоящее время научных проблем, решение которых будет направлено на научное обоснование увеличения российского вылова в районах АчА и ЮТО, а также условий для успешного решения этих проблем.

Статья состоит из 3-х разделов.

В первом разделе приводится краткая характеристика научного обеспечения современного промысла криля в АчА и ставриды в ЮТО.

Во втором разделе описаны новые виды океанологической информации и потенциальные возможности их использования для научного обеспечения увеличения российского вылова криля и ставриды.

В заключительном третьем разделе обозначены перспективы использования промыслово-океанологических исследований для защиты интересов России при международном разделении промысловых биоресурсов Мирового океана за пределами ИЭЗ прибрежных государств.

представлены предложения, направленные на повышение качества современных промыслово-океанологических исследований. Полученные в результате этого новые знания о функционировании промысловых экосистем АЧА и ЮТО будут способствовать укреплению позиций России в сфере международного разделения промысловых биоресурсов в этих районах.

Основная часть

1. Современное состояние научного обеспечения в рыболовства в АЧА и ЮТО

В настоящее время промысловое использование биоресурсов в обоих районах контролируется международными организациями. В море Антарктической части Атлантики, - это созданная в 1982 г. на основе Международной «Конвенции по сохранению морских живых ресурсов Антарктики от 1981 г.» Комиссия АНТКОМ (CCALMR). В южной части Тихого океана (ЮТО) – это Международная организация по управлению рыболовством в южной части Тихого океана (SPRFMO), которая была создана на основе принятой в ноябре 2009 г. Международной Конвенции «О сохранении промысловых ресурсов в открытом море южной части Тихого океана». В каждом из этих районов существуют свои специфические научные проблемы, без решения которых невозможно ведение рационального и эффективного промысла и увеличение российского вылова.

В АЧА –это ежегодное определение ожидаемых биомасс криля в традиционных промысловых районах на шельфах Южных Оркнейских и Южных Шетландских островов и острова Южная Георгия, а также в открытой части моря Скотия. Это связано с тем, что промысловое изъятие криля должно обеспечивать достаточный остаток биомассы для обеспечения пищей рыб, птиц и млекопитающих, обитающих в районах промысла. Общий допустимый вылов криля в АЧА, определенный АНТКОМом по результатам международной синоптической съемки 2000 г., выполненной судами 4-х стран, включая российское судно «Атлантида», составляет около 5.62 млн. тонн. Однако в настоящее время отсутствуют научно обоснованная стратегия управления запасами криля в районе АЧА. Это означает, что при достижении годовым выловом величины установленной АНТКОМом так называемой триггерной величины (620 тыс.т в год) дальнейшее увеличение вылова может быть заморожено. В связи с этим в последние годы в АНТКОМе предпринимаются попытки введения особо охраняемых районов, в которых промысел предлагается полностью запретить. На практике это приведет к фактическому прекращению промышленного использования ресурсов криля в АЧА. Против этого возражают несколько стран, в том числе Россия и Китай, и пока эти предложения не принимаются. Противостоять этой идее возможно только путем выявления механизмов формирования биомассы криля в традиционных районах промысла.

По результатам отечественных экспедиций установлено, что перемещения промысловых скоплений криля в акватории моря Скотия в значительной мере определяются динамикой мезомасштабных вихрей (замкнутых круговоротов вод) и локальных фронтальных зон, которые генерируют эти вихри. Приуроченность скоплений криля к зонам вихрей и к локальным фронтальным зонам была также установлено по результатам международной синоптической съемки криля в АЧА в 2000 г. [6]. Выполнить такое исследование необходимо с использованием данных по динамике мезомасштабных вихрей в верхнем слое океана по альтиметрическим измерениям и параметров распределения скоплений криля по результатам промысла СССР в 1972-91 гг.

В южной части Тихого океана главная проблема - это определение структуры метапопуляции ставриды, обитающей в этом районе. Траулеры Китая, Кореи, Фарерских островов и траулеры-процессоры стран Евросоюза уже много лет ведут сезонный промысел ставриды в этом районе, однако структура запаса, как основы для управления рыболовством в всей южной части Тихого океана, до сих пор не определена. Промысел ведется только вблизи исключительной экономической зоны Чили, поэтому никакой информации о состоянии запасов ставриды в центральной и западной частях ареала нет.

В связи с этим по заказу Еврокомиссии Голландский институт по исследованию морских ресурсов и экосистем (IMARES) в 2014 г. выполнил исследование структуры запасов ставриды в южной части Тихого океана [7]. Исследование выполнялось с использованием комплексной математической модели «A Spatial Ecosystem and Population Dynamic Model (SEPODYM)»[8]. Главный

вывод этого исследования состоит в доказательстве возможности существования в этом районе метапопуляции ставриды, ареал которой располагается от берегов Чили до берегов Новой Зеландии. Показано также, что структура этой популяции существенно зависит от межгодовых изменений океанологических условий.

По результатам этого исследования на рабочей группе Организации по управлению рыболовством в южной части Тихого океана (SPRFMO) был представлен доклад [8], а затем была опубликована статья в журнале *Fisheries Oceanography* [9]. Важно отметить, что в этих работах никак не использованы материалы по океанологическим условиям и распределению ставриды в ЮТО в 1979-91 гг., которые были собраны в период активного советского промысла и исследований в этом районе. Эти данные могли бы подтвердить и уточнить результаты исследования голландских ученых надежными натурными данными.

Для оценок состояния запаса ставриды и управления рыболовством SPRFMO, как правило, использует различные модификации когортных и продукционных математических моделей популяций. Применение этих моделей для решения практических задач управления рыболовством предъявляет высокие требования к качеству и количеству натурных данных по биологическим параметрам эксплуатируемых популяций [10]. Биостатистические данные для моделирования популяции ставриды в настоящее время собираются на промысловых судах, работающих в ограниченной по площади акватории юго-восточной части Тихого океан. Обеспечить требуемое для успешного моделирования качество исходных научных данных для успешного моделирования в настоящее время невозможно, поэтому используются те данные, которые имеются. В результате низкого качества натурных материалов SPRFMO использует для управления рыболовством оценки, которые не отражают реальное состояние ресурсов ставриды. Модель SEAPODYM, которая успешно используется в управлении промыслом тунцов Тихого океана и уже реализована для популяции ставриды ЮТО [8], в практике управления рыболовством ставриды по необъяснимым причинам не используется.

Таким образом, главный результат анализа существующего научного обеспечения рационального использования промысловых биоресурсов состоит в том, что деятельность региональных организаций по управлению рыболовством в АЧА и ЮТО не соответствует требованиям рациональной эксплуатации промысловых популяций по причине низкого качества информационного обеспечения этой деятельности. Исследования закономерностей функционирования эксплуатируемых популяций гидробионтов с использованием регулярных по времени и пространству современных океанологических данных совместно с ретроспективными материалами по биомассе и распределению промысловых объектов, которые в настоящее время имеются в распоряжении российских ученых может стать основой для повышения качества управления запасами в АЧА и ЮТО.

2. Новые виды океанологических данных

В последние годы в распоряжении исследователей оказались новые виды оперативно получаемой по каналам ИНТЕРНЕТА океанологической информации [5], которые позволяют оперативно получать детальные представления о состоянии условий среды обитания, влияющих на структуру запасов, биомассу и распределение пелагических объектов промысла. Это дистанционно измеряемые параметры разномасштабной динамики вод (спутниковые альтиметрические измерения высоты уровенной поверхности океана) и параметры структуры и динамики водных масс (результаты вертикального зондирования толщи вод дрейфующими буйами проекта «Argo»). Использование этих данных в промыслово-океанологических исследованиях позволяет получать более обоснованные представления о масштабах и механизмах формирования биомассы и особенностей распределения промысловых объектов пелагиали. Особенно эффективно использование новых видов океанологической информации в обширных по площади океанических районах АЧА и ЮТО.

2.1. Спутниковые альтиметрические измерения высоты уровенной поверхности Мирового океана

Альтиметрические данные получаются в рамках международного научного проекта AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data) в результате обработки всех данных, получаемых с искусственных спутников Земли, работающих по программе TOPEX/POSEIDON [5]

Исследователям предоставляется поля абсолютной динамической топографии для всего Мирового океана, начиная с 1993 г. На основе этих полей вычисляются параметры мезомасштабных вихрей, которые являются главным фактором, влияющим на распределение промысловых скоплений пелагических объектов промысла. Параметры этих вихрей доступны на сайте AVISO (<https://www.aviso.altimetry.fr/en/my-aviso.html>). Последняя версия базы данных по траекториям движения и параметрам мезомасштабных вихрей основана на ежедневных данных аномалий уровня моря (MSLA) DT-2014, течение 22-летнего периода с января 1993 года по апрель 2015 года. Новый набор данных содержит информацию только по тем вихрям, продолжительность жизни которых составляет не менее 4-х недель. Параметры этих вихрей траектории в последней версии базы доступны с шагом по времени в 1 день.

Исследования последних лет показали, что мезомасштабные вихри позволяют также оценивать параметры динамики исключительно богатых биогенными элементами промежуточных вод антарктического происхождения. Продвигаясь через зону Антарктической конвергенции в северном направлении, они определяют межгодовые изменения биологической и промысловой продуктивности в южных частях Атлантического и Тихого океанов [11-13].

Гипотеза о приуроченности скоплений антарктического криля к мезомасштабным синоптическим вихрям в верхнем слое океана, а также о перемещениях скоплений криля этими вихрями в акватории моря Скотия в АЧА высказывалась по результатам научно-исследовательских экспедиций АтлантНИРО в этот район в 1970 - 80-х годов. По результатам микросъемок были сделаны оценки биомассы скоплений криля, связанных с единичным вихрем.

В настоящее время существует методика реконструкции полей мезомасштабных вихрей с использованием результатов фактических альтиметрических измерений и уровенных наблюдений с использованием мареографов [14].

Таким образом, альтиметрические измерения предоставляют возможность реконструировать основные параметры динамики вод в верхнем слое океана, как главного фактора, влияющего на распределение криля и ожидаемые биомассы криля в традиционных районах его промысла в АЧА. Сопоставление реконструированных полей альтиметрических измерений уровня океана с особенностями сезонных и межгодовых изменений в распределении промысловых скоплений криля по результатам широкомасштабного промысла в 1972-91 гг. может стать основой для понимания масштабов и механизмов формирования биомассы криля в традиционных районах его промысла в море Скотия.

2.2. Результаты вертикальных зондирований толщи океана автономными дрейфующими буями международного проекта «Арго»

Проект «Арго» является глобальной сетью океанографических станций на основе дрейфующих буй-измерителей. Приняты следующие установочные параметры буй-измерителей: нижний горизонт измерений - 2000 м, продолжительность одного измерительного цикла – около 10 суток, время нахождения на поверхности - около 6-12 часов. Параметры неизменны в течение всей продолжительности работы буя (обычно 3-4 года). По данным на конец июня в Мировом океане функционируют около 4-х тысяч буй-измерителей, и их количество продолжает увеличиваться.

Вместе с данными измерений температуры и солёности во время вертикальных зондирований в начале и конце измерительного цикла, дрейфующие буи обеспечивают также и получение информации о течениях на заданной глубине дрейфа. Вместе со спутниковыми измерениями высоты уровенной поверхности океана, полученные данные позволяют определить характеристики течения от поверхности до горизонта дрейфа. Наиболее важным результатом работы каждого буя

являются представления о пространственно-временных изменениях структуры водных масс. Эти представления являются основой для диагноза и прогноза будущего состояния промысловых экосистем.

3. Заключение

Увеличение российского вылова в океанических районах за пределами собственной исключительной экономической зоны невозможно без укрепления позиций РФ в сфере международных исследований биологических ресурсов Мирового океана и повышения авторитета и увеличения на этой основе влияния России на деятельность международных организаций по управлению рыболовством. Наблюдающиеся в районах АЧА и ЮТО изменения океанологических условий диктуют необходимость их глубокого изучения на основе новых океанологических данных совместно с имеющимися в АтлантНИРО ретроспективными данными по биомассе и распределению криля и ставриды.

Методы управления промыслом ставриды ЮТО, используемые SPRFMO в настоящее время, не могут дать удовлетворительных результатов. Это обусловлено низким качеством натурных данных, которые используются в оценках запасов ставриды. В то же время современные океанологические модели и данные позволяют получать адекватные представления о структуре и разномасштабной динамике вод, как главных факторах, определяющих состояние промысловых запасов и их доступности промыслу в этом районе. Уже реализован подход к изучению промыслового биоресурса ставриды южной части Тихого океана с использованием модели SEAPODYM [9]. В рамках этого подхода теоретически показана возможность существования в ЮТО метапопуляции этого промыслового объекта, что подтвердило результаты научно-поисковых работ, выполненных ранее в десятках отечественных научно-поисковых экспедиций в акваторию ЮТО от берегов от берегов Чили до берегов Новой Зеландии.

В этих условиях для оценки современного состояния метапопуляции ставриды ЮТО необходима незамедлительная организация под эгидой SPRFMO международной научно-поисковой экспедиции в район к западу от 105 градуса западной долготы до ИЭЗ Новой Зеландии, как это было сделано судами бывшего СССР в 1980-е годы. С такой инициативой может выступить Россия.

Методы управления ресурсами криля в настоящее время сводятся в разработке мер запрительно характера: использование так называемого «триггерного вылова» в 620 тыс. т в год для всего района АЧА и введение особо охраняемых районов. Для разработки научно обоснованной стратегии использования этого важнейшего для всего человечества биологического ресурса необходимо использовать опыт промысла и научного обеспечения, накопленный отечественными учеными в период с 1972 по 1991 гг.

Использование альтиметрических измерений высоты уровенной поверхности океана в районе АЧА совместно с ретроспективными российскими данными по распределению промысловых скоплений антарктического криля может дать новые представления о механизмах формирования биомассы криля в традиционных районах его промысла в море Скотия. Это, в свою очередь позволит создать научно обоснованную стратегию промыслового использования этого ценного объекта.

Ученым рыбной отрасли России требуется акцентировать внимание на наиболее актуальных в настоящее время направлениях промыслово-океанологических исследований. Эти исследования в последние годы стали важнейшей составляющей научного обеспечения рационального использования биологических ресурсов в южных частях Атлантического и Тихого океана. К работам на первом этапе следует отнести:

- критический анализ существующих представлений о закономерностях межгодовых изменений биомассы и распределения объектов промысла с учетом происходящих климатических изменений; создание на этой основе обновленных баз данных и баз знаний;

- эффективное использование новых видов и источников океанологической и гидрометеорологической информации путем создания на основе современных информационных технологий региональных и глобальных баз данных;

– создание единой информационной среды поддержки промыслово-океанологических исследований с использованием существующей государственной «Единой системы информации о Мировом океане (ЕСИМО)»;

Появление новых видов и источников информации об океане, предоставляет широкие возможности для получения принципиально новых представлений о масштабах и механизмах процессов, происходящих в атмосфере и океане и их влиянии на водные биоресурсы. Для проведения будущих исследований требуется участие специалистов высшей квалификации в области анализа и моделирования больших объемов информации на основе существующих методологий работы с большими объемами научных данных современными методами (Big Data). Целенаправленную подготовку таких специалистов в Калининграде целесообразно организовать в Калининградском государственном техническом университете (КГТУ) и Балтийском федеральном университета им. Иммануила Канта.

Для создания научного обоснования эффективного российского промысла криля и ставриды в обширных по площади промысловых районах АЧА и ЮТО необходимо объединение усилий научно-образовательных организаций рыбной отрасли РФ и Российской академии наук. для выполнения исследований в области промысловой океанологии. В Калининграде это - АтлантНИРО (ныне – Атлантический филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии – ВНИРО), КГТУ, БФУ им. Канта и Атлантическое отделение Института океанологии РАН им. П.П. Ширшова. Объединение усилий может выражаться в создании постоянно действующих рабочих групп и проведении семинаров по наиболее актуальным и практически важным научным проблемам в области промысловой океанологии.

В рамках учебной программы магистратуры КГТУ уже изучается дисциплина «Промысловая океанология». Следующим шагом может стать организация постоянно действующего межкафедрального или межфакультетского научно-образовательного семинара по использованию современных методов информатики и моделирования промысловых экосистем для целей научного обеспечения российского рыболовства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры // ФАО, – 2017 – 216 с.
2. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года// Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.fish.gov.ru/files/documents...strategiya-2030.pdf> (дата обращения 29.08.2019)
3. Промысловое описание продуктивных районов Атлантического океана (к югу от параллели 50 град. с.ш.) и юго-восточной части Тихого океана/ К.Г. Кухоренко [и др.]; ФГУП «АтлантНИРО», – Калининград: Капрос, 2013. – 415 с., илл.
4. Промыслово-океанологические исследования АтлантНИРО.: монография в 2-х томах/ под редакцией В.Н. Яковлева – Калининград:Изд-во АтлантНИРО, 2002. – 526 с.
5. Marine Copernicus – Marine environment monitoring service // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://marine.copernicus.eu> (дата обращения 29.08.2019)
6. Чурин Д.А. Мезомасштабная динамика вод в антарктической части Атлантики и ее влияние на распределение криля: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности «океанология» – Москва, Институт океанологии Российской академии наук, 2017 г. – 23с.
7. Hydrography and Jack mackerel stock in the South Pacific – Final report Studies for European Commission Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries/ Niels T. Hintzen, Ad Corten, François Gerlotto et all. // IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem. 2014. – 68 p.
8. The concept of “Pelagic metapopulation” as exemplified by the case of Jack mackerel *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean // SPRFMO, Meeting of Scientific Comitee, 2016.
9. Modelling South Pacific jack mackerel spatial population dynamics and fisheries./ A.-C. Dragon, I. Senina, N.T. Hintzen, P. Lehodey// Fisheries Oceanography. – 2018. – V. 27. – pp. 97-113doi:10.1111/fog.12234

10. ICES World Conference on Stock Assessment Methods (WCSAM), 15-19 July 2013, Boston, USA. ICES CM 2013/ ACOM/SCICOM:02., – 87 p.
11. Вихреобразование на Субантарктическом фронте по данным спутниковых наблюдений и формирование Антарктической промежуточной воды/ С.В. Голивец, М.Н. Кошляков // Океанология. 2004. – Т. 44.– № 4. – С. 485–494.
12. Промежуточные воды южной части Тихого океана/ М.Н. Кошляков, Р.Ю. Тараканов // Океанология. 2005.– Т. 45.– № 4.– С. 485-503
13. Перенос воды через Субантарктический фронт и Глобальный океанский конвейер/ М.Н. Кошляков, Р.Ю. Тараканов // Океанология. 2011.– Т. 51.– №5.– С. 773-787
14. Cyclostationary empirical orthogonal function sea-level reconstruction/ B. D. Hamlington, R. R. Leben, M. W. Strassburg, K.-Y. Kim // Geoscience Data Journal, 2014, 1: p. 13-19, doi 10.10/gdj36
15. База данных международного проекта «Арго». // Электрон. дан. Режим доступа URL: https://www.nodc.noaa.gov/argo/dacs_data.htm (дата обращения 29.08.2019)

INDUSTRIAL OCEANOLOGY OF THE SOUTHERN PARTS OF THE ATLANTIC AND PACIFIC OCEANS: MODERN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL PROBLEMS

Chernyshkov Pavel Petrovich, doctor of Geographic sciences, Professor,
Professor of the department of ichthyology and ecology

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: pavel.chernyshkov@klgtu.ru

The analysis of the current state of scientific support for world fisheries is carried out, the increased importance of fishery and oceanological research in the oceanic fishing regions in the southern parts of the Atlantic and Pacific Oceans is shown. The main scientific problems are identified, the solution of which can become the basis for increasing Russian catch. New types of oceanological information are described that allow a more objective assessment of the influence of environmental factors on biomass and distribution of fishing objects. The necessity of training highly qualified specialists in the field of information technologies and modeling of fishing ecosystems for the fishing industry of the Russian Federation is shown

УДК 681.51:303

PROBLEMS AND GOALS OF THE RESEARCHING THE POPULATION OF THE BLUE SHARK (PRIONACE GLAUCA) IN CENTRAL EASTERN ATLANTIC

Teklehaimanot Beraki Weldegiorgish, student of the group 18-Aquatic Bioresource
and Aquaculture / M;
Lukyanova Lyudmila Mikhailovna, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Department of Control Systems and Computer Sciences

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: teclino93@gmail.com, llm_llm@mail.ru

The problem situation with blue shark population in the Central Eastern Atlantic is discussed. The problems and goals analysis of the researching the blue shark population are considered. They are obtained by using traditional expert and new formalized methods for analysis and structuring problems and goals providing logical correctness and completeness of goals. Achievement of the goals will ensure the solution of the problems and eliminate the problem situation

Introduction

The blue shark (*prionace glauca*) is a large pelagic carcharhinid that is widely distributed in the World's ocean. Throughout its range, it is considered the most abundant species of large shark [1]. The blue shark is the only species in the family Carcharhinidae, regularly found in temperate waters, the others being largely restricted to tropical environments. In the Atlantic ocean, the blue shark is distributed from Newfoundland to Argentina in the west and Norway to South Africa, including the Mediterranean, in the east [2]. Although stock structure in this species remains uncertain, tagging studies and catch records show that blue sharks exhibit extensive seasonal migrations, which regularly include trans-Atlantic movements [3].

Temporal and geographic patterns of size and sexual segregation have been described in this species. Pregnant females are rare in the western North Atlantic, which is dominated by juveniles of both sexes, adult males, and sub-adult females [1]. Catch records from the eastern North Atlantic are largely comprised of neonates and juveniles of both sexes and adult females [4].

The blue shark is primarily taken as bycatch in longline fisheries throughout the North Atlantic. Most blue sharks are discarded or finned due to the low palatability of the flesh [5]. Domestic longline fisheries in the western North Atlantic rarely land blue sharks. The extent to which the blue shark is exploited in the eastern North Atlantic is poorly understood.

Although commercial and recreational sectors in several countries harvest, fin, or discard blue sharks, comprehensive catch data are lacking. In many countries, the meat of the blue shark is consumed fresh, smoked, or dried salted, its hides are used for leather, fins are marketed for shark fin soup, and liver oil and fishmeal are produced as well [6].

Ecologically, the blue shark is an apex predator of important teleosts and cephalopods [7]. Historical fisheries have shown that sharks are intrinsically sensitive to sustained exploitation [5]. Slow growth, late ages at maturity, and low fecundities reflect the life history strategies of K-selected species [8]; stock size is closely related to recruitment. Accurate age determinations are necessary for both the assessment and management of the blue shark as they form the basis for calculations of growth and mortality rates, age at maturity, age at recruitment, and estimates of longevity.

Blue sharks are now caught in extremely high numbers as target species and desirable bycatch, and are an important commercial species in ICCAT fisheries. Valued for both their meat and fins, blue sharks are the most commonly traded shark species in the global fin trade. In 2009, fishing nations reported to ICCAT that 58,823 tons of blue shark was caught in the Atlantic Ocean and adjacent seas, a quantity greater than catches of many of the ICCAT-managed species. Based on the tons reported caught, more than 1.1 million blue sharks are estimated to have been caught in the ICCAT convention area in 2009 without any international limit on catch. Although blue sharks are not yet considered overfished, the IUCN Red List classifies the Mediterranean population as Vulnerable. In addition, recent studies have shown declines in blue shark abundance, including significant declines in the Northwest Atlantic and a decline of over 96% in the Mediterranean Sea.

The Central Eastern Atlantic (CEA), also known as the Eastern Tropical Atlantic which can be biogeographically define as the marine zone from Mauritania to Angola, including the offshore islands of Ascension, Cape Verde and Saint Helena; and Bioko, Sao Tome and Principe and Annobon in the Gulf of Guinea[9]. The Central Eastern Atlantic can be divided in to three coastal segments: the semi-arid coast from Morocco to Senegal, the humid tropical coast and the sub – humid coast south to Angola [10]. The coasts of West Africa are among the world's most productive marine areas and are rich in fishery resources, oil and gas reserves, and precious minerals, and are an important global reservoir of marine biological diversity [11].

1. Analysis problems of blue shark population in central eastern Atlantic

The problems analysis was carried out according to the following scheme [12, 13]:

identification and preliminary analysis of problems →

formation of a causative structure of problems →

definition of the main problem and the formation of structure of problems.

1.1 Identification and preliminary analysis of problems

Identification of problems was carried out by interviewing experts. The formulations of problems are given in column 2 of table 1.

Table 1

The results of preliminary analysis of problems

Number of problem	Formulation of problem	Aspects of the problem and other remarks of the systems analyst
1	2	3
1	The difficulty of estimating the catch volume of a blue shark due to incomplete data for estimating the stock of its population in the central east part of Atlantic Ocean	Scientific: ichthyological
2	The high level of illegal and poaching.	Managerial: control
3	Insufficiency of regulation measures for blue shark fishing.	Managerial: regulation
4	The vulnerability of "men's clubs" for fishing.	Scientific: ichthyological
5	Lack of protection "shallow" sharks in the coastal zone.	Managerial: planning
6	Lack of knowledge of the difference in appointments of the two types of teeth of the lower jaw of a blue shark.	Scientific: ichthyological
7	The lack of confirmation of the hypothesis of the existence of neritic and oceanic groups of the blue shark.	Scientific: ichthyological
8	Lack of data on the peculiarities of the evolution of sharks in the neritic and oceanic zones	Scientific: ichthyological.
9	Stock reduction due to intensive and unregulated fishing	Scientific: ichthyological. Ichthyological management: regulation. Production

A preliminary analysis of problems aimed at identifying their duplication/crossing, reducing complexity and increasing certainty, contributes to the correct system-analytical study of the situation and the systematization of problems.

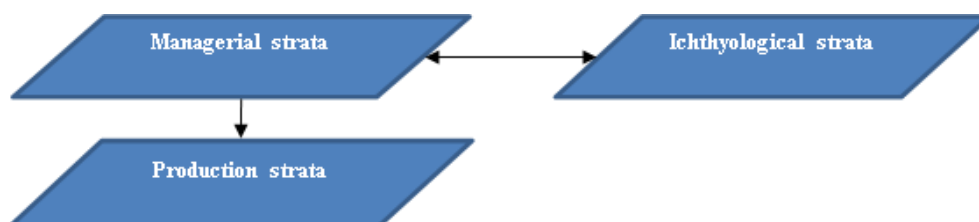


Fig. 1. Hierarchical three-level system of problems

1.2. Formation of causative structure of problems

According to the results of the preliminary analysis, a catalog of problems was formed, conditional relations (causative relations) between them were revealed, and additional questionnaires of experts were carried out to confirm/correct them (table 2).

Letters to the right of number in problem designation indicates the aspects (class) of the problem: M – managerial, Sc – Scientific, I – ichthyological, P – production.

Table 2

The catalog of problems and causative links between them

Problem designation	Number of the problem in tab. 1	Problem formulation	Designations of problems- 'consequences'
1	2	3	4
1.Sc:I	1	Most countries do not provide statistical data on blue shark, and some countries provide incorrect field data.	3.M:R,8.Sc:I
2.M:C	2	Lack of control over illegal and poaching blue shark in fishing countries	10.M:R
3.M:R	3	The irregular assessment of blue shark stocks leads to ineffective operational management of the fishery (insufficient measures to regulate catch volumes)	11.Sc:I
4. Sc:I	4	The vulnerability of the "men's clubs" for fishing, that is, the selectivity of catch of males of the blue shark.	11.Sc:I
5.M:C	5	Lack of protection "shallow" sharks in the coastal zone.	3.M:R, 11.Sc:II
6.Sc:I	6	Lack of knowledge of the difference in appointments of the two types of teeth of the lower jaw of a blue shark.	7.Sc:I
7.Sc:I	7	Unconfirmed hypothesis of the existence of neritic and oceanic groups of the blue shark	
8.Sc:I	8	Lack of data on the peculiarities of the evolution of sharks in the neritic and oceanic zones	6.Sc:I,7.Sc:I
9.P	9	Intensive catch of a blue shark	11.Sc:-I
10.M:R	9	Lack of regulated fishing	9.P
11. Sc:I	9	Declining of the stock of the blue shark population	–

A simplified causative structure of these problems, built on the relationships between them identified as a result of the problems of the negative impacts of fishing on the population of blue shark, is shown in Figure 2.

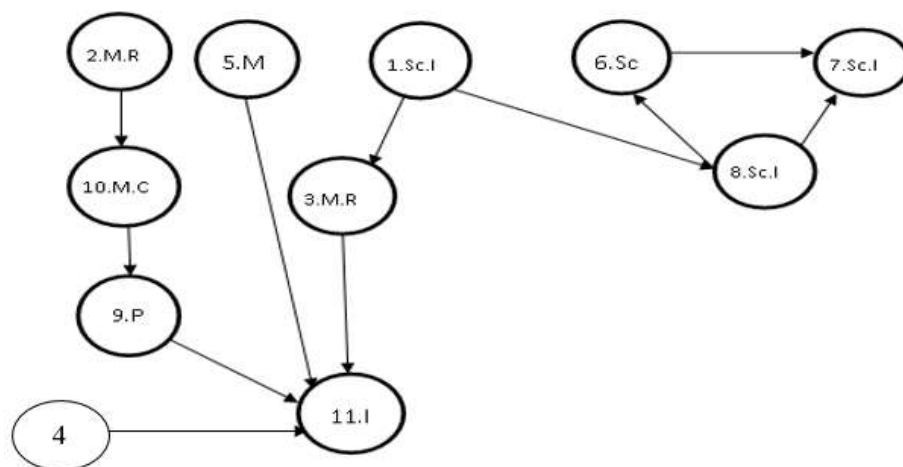


Fig. 2. Causative structure of problem

1.3. Identification of the main problem and formation of a structure of problems

The definition of the main problem is carried out by two methods with the subsequent comparison of the results obtained when using them. The basis of the system-analytical method is the causative structure constructed by the systems analyst (see § 1.2) and the rule for choosing a specific element in it (usually a drain). The basis of the expert-appraisal method is a sequence of problems (by their significance) built with the help of an expert team and the rule for choosing a specific element in it (usually the first).

Problem No.11, more precisely, No 11.Sc:I (the only sink in the causative structure of problems) was identified as the main problem by the systems-analytical method [12,13].

The choice of the main problem by the expert-estimated method was carried out by the method of ranking [14]. The method of questioning experts selected based on their level of competence in the area under study, problems (see Table 1) were assigned ranking scores (Table 3).

Table 3

Rank Matrix

Number of problem from the table 3, <i>j</i>	Number of expert, <i>i</i>				
	1	2	3	4	5
1	7	5	6	1	4
2	6	6	5	3	3
3	9	1	8	2	1
4	5	7	4	7	6
5	4	8	3	5	5
6	11	11	10	6	8
7	3	9	2	4	7
8	2	10	2	3	9
9	8	2	7	4	2
10	10	3	9	8	3
11	1	4	1	2	2

Since the ranking resulted in “related ranks”, standardization of ranks was required. The standardized ranks were calculated (Table 4) when the following conditions were met:

$$S = \sum_{j=1}^n d'_{ji} = n(n+1) / 2 \quad (1)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m d'_{ji} \quad (2)$$

where d'_{ji} is the standardized rank of the j -th problem, appointed by the i -th experts, $i=1(1)m$, $j=1(1)n$, m is the number of experts, n is the number of problems.

Table 4

The Matrix of Standardized Ranks

Number of problem, <i>j</i>	Number of expert, <i>i</i>					S_j	β_j	β_j^2
	1	2	3	4	5			
1	7	5	7	1	6	26	4	16
2	6	6	6	4.5	4.5	27	3	9
3	9	1	9	2.5	1	22.5	7.5	56.25
4	5	7	5	10	8	35	-5	25
5	4	8	4	8	7	31	-1	1
6	11	11	11	9	10	52	-22	484

Number of problem, j	Number of expert, i					S_j	β_j	β_j^2
	1	2	3	4	5			
7	3	9	2.5	6.5	9	30	0	0
8	2	10	2.5	4.5	11	30	0	0
9	8	2	8	6.5	2.5	27	3	9
10	10	3	10	11	4.5	38.5	-8.5	72.25
11	1	4	1	2.5	2.5	11	29	841
Total	66	66	66	66	66	330	—	1513.5

Further, the average total rank of problems (S) is determined as:

$$S = (\sum_{j=1}^n S_j) / n, \quad (3)$$

$S=30$

then each β_j is calculated as

$$\beta_j = S - S_j \quad (4)$$

squares of deviations β_j^2 is calculated (see table 4) and the place of the problem by its importance is determined (Table 5).

Table 5

The Place of the Problem by its Importance

The place of the problem is by importance	Number of problem from the table 2	S_j
1	11	11
2	3	22.5
3	1	26
4–5	2	27
4–5	9	27
6–7	7	30
6–7	8	30
8	5	31
9	4	35
10	10	38.5
11	6	52

Then, using the Kendel's coefficient (K), the degree of consistency of expert opinions was assessed. To calculate K , the following data were required, in addition to the previously calculated ones:

Q_i is the number of groups of equal ranks assigned by the i -th expert;

t_{ji} is the number of identical ranks of the j -th group (Table 6).

Table 6

Data for Estimating the Kendel's Concordance Ratio

Indicator Q_i	Number of expert				
	1	2	3	4	5
Q_{1i}			2	2	2
Q_{2i}				2	2
Q_{3i}				2	
$\sum(t_{ji}^3 - t_{ji})$			6	18	12

$$K = \frac{12C}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m (t_{ji}^3 - t_{ji})}, \quad (5)$$

where C is calculated value,

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n \beta_j^2}{n}, \quad (6)$$

K=0.6 (it is the lowest possible level of consistency).

The statistical significance of the concordance coefficient was calculated, using the Pearson's criterion χ^2 , with a probability greater than 0.95:

$$\chi_{calculated}^2 = \frac{12C}{m(n+1) - [\sum_{i=1}^m (t_{ji}^3 - t_{ji})]/(n-1)}, \quad (7)$$

$$\chi_{calculated}^2 = 322.02.$$

In according to the mathematical-statistical tables for a given level of significance (1-0.95=0.05) and a known level of degrees of freedom (11-1=10), the corresponding table value of the Pearson's criterion χ^2 was found:

$$\chi_{tabular}^2 = 18.31.$$

The feasibility of the ratio $\chi_{calculated}^2 > \chi_{tabular}^2$ confirms the non-random nature of the consistency of expert opinions on the significance of problems.

2. Analysis of goals for solving problems of blue shark in the Central Easter Atlantic

The main goal of the goal structure is as follows:

Minimize the decline of blue shark stocks

Ensure the countries to give adequate and accurate data of blue shark to reduce toward an acceptable level of the negative fishing impact on the blue shark population. And to conduct regular stock assessment to evaluate the current status of the stock, implement sustainable management to conserve the blue shark stock. The wording of the goals obtained by the method which are relevant to the problems (see Table 1) given in Table 7.

Table 7

Goals of the structure of goals

Number of goal	Goal formulation
1	2
1	Encourage fishing countries to provide accurate statistics on the blue shark population in CEA
2	Increase the effectiveness of control over illegal fishing (in particular, poaching) of a blue shark in fishing countries
3	Provide a regular assessment of blue shark stocks for efficient operational management of fisheries, in particular, setting quotas
4	Determining the growth parameters of the blue shark
5	Determine the natural and fishing mortality rates of the species "shallow" sharks
6	Tightening rules against blue shark poaching and unregulated fishing
7	Regularly collecting and analysis of the blue shark biological data (length frequency, weight of the species) for monitoring purpose of its stock
8	Encourage ichthyologists to conduct a systems research of the blue shark population (on all its aspects)
9	Increase the awareness of fishermen and the public about the possibilities of using a blue shark to avoid catching a blue shark (i.e. minimizing bycatch)
10	Provide regulated fishing for the blue shark
11	Minimize the decline of blue shark stocks

Conclusion

The results of the analysis problem situation of blue shark (*prionace glauca*) population in Central Easter part of Atlantic ocean and the corresponding goals made it possible to work out a number of gen-

eral recommendations for reducing the negative impact of fishing and conserving blue shark population as follows:

To ensure the conservation of the blue shark stocks in the CEA applying catch limits for blue shark. If the average total catch of the blue shark in any consecutive years from setting catch limit onward exceeds the average level observed during the period of fishing years, the fishing countries shall review the implementation and effectiveness of these measures. Based on the review and the results of the stock assessment, at an earlier stage fishing countries shall consider introduction of additional measures.

Based on the results of the stock assessment, the fishing countries shall consider measures necessary to sustainably utilize the blue shark stock.

Recording, reporting, and use of the catch information should be regularly done. The fishing countries shall implement data collection programs that ensure the reporting of accurate blue shark catch, effort, size and discard data.

The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) is the responsible organization in the Atlantic Ocean for conserving blue shark. So, the fishing countries shall consider and apply the recommendations given regarding the conservation and management of blue shark.

LIST OF REFERENCES

1. Casey, J.G. 1982. Blue shark, *Prionace glauca*. Species synopsis, In: M.D. Grosslein and T. Azarovitz (eds.), Ecology of the Middle Atlantic Bight fish and shellfish - Monograph 15, Fish Distribution, pp. 45-48, MESA New York Bight Atlas, NY Sea Grant, Albany, NY.
2. Compagno, L.J.V. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish Synop. -No. 125, -Vol. 4; - 250 pp.
3. Casey, J.G. 1985. Trans-Atlantic migrations of the blue shark: a case history of cooperative shark tagging. In R.H. Stroud (ed.), World angling resources and challenges, pp. 253-267. Proceedings of the First World Angling Conference, Cap d'Agde, France, September 12-18, 1984.
4. Silva, A.A., H.M. Silva, and K. Erzini. 1996. Some results on the biology of the blue shark, *Prionace glauca*, in the North Atlantic based on data from a research cruise of the R/V *Arquipelago* in Azorean waters: A summery paper.
5. Castro, J.I., C.M. Woodley, and R.L. Brudek. 1999. A preliminary evaluation of the status of shark species. FAO Fisheries Technical Paper No. 380, Rome, -72 pp.
6. FAO. 1998. FAO yearbook, Fishery statistics: Capture production. FAO series No. 50, Vol. 82; 678 pp.
7. Kohler, N.E. 1987. Aspects of the feeding ecology of the blue shark in the western North Atlantic. Ph.D. Dissertation, Univ. Rhode Island, Kingston, RI.
8. Hoenig, J. M. and S. H. Gruber. 1990. Life history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. In: H.L. Pratt, Jr., S.H. Gruber, and T. Taniuchi (eds), Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematics, and Status of the Fisheries. NOAA Tech. Rep. 90; pp. 1-16.
9. Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Martin, K. D. 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. BioScience, 57, 573-583.
10. Schwartz, M. T. 2006. Encyclopedia of coastal science. Dordrecht, Netherlands: Springer.
11. GCLME. 2006. Transboundary diagnostic analysis: Guinea Current large marine ecosystem programme. Accra, Ghana: GCLME Regional Coordinating Unit.
12. Luk'yanova L.M. 2006. Osnovy strukturno-tselevogo analiza i sinteza organizatsionno-tekhnicheskikh kompleksov / Sankt-Peterburgskiy institut informatiki i avtomatizatsii Rossiyskoy Akademii Nauk. Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo "Nauka". 276sp.
13. Luk'yanova, L.M. 2016. Metodologiya avtomatizirovannoy razrabotki sistemy tseley v promyshlennosti. Monografiya. Kaliningrad, Izdatel'stvo «KGTU». 405s.
14. Volkova V.N. i Kozlov V.N. 2004. Sistemnyy analiz i prinyatiye resheniy. Moskva: Vysshaya shkola, 616 s.

УДК 579.68(06), 579.26(075.8)

ДИНАМИКА МИКРОФЛОРЫ ФОРЕЛИ ФОРЕЛЕВОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА «ПРИБРЕЖНОЕ» ЗА ДЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Бубенко Татьяна Юрьевна, магистр второго курса гр.18-ВА/м;
Авдеева Елена Витальевна, канд. биол. наук, профессор кафедры
ихтиопатологии и гидробиологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail:elavd@mail.ru

*Целью работы было изучение состава микрофлоры форели за длительный период. Исследовали микрофлору форели форелевого рыбоводного хозяйства «Прибрежное» с 1981 года по 2018. Видовой состав микрофлоры форели не претерпевает значительных колебаний за длительный период времени. В видовом составе микробиоценоза рыбы постоянно присутствуют условно-патогенные бактерии родов *Pseudomonas* и *Aeromonas*. Аэромонады незначительно обсеменяли форель. Бактерии рода *Pseudomonas* практически обсеменяют все внутренние органы рыбы и вызывают септический процесс. Обнаружение санитарно-показательных бактерий свидетельствует об органическом загрязнении воды в районе садковой линии, расположенной в озере «Форелевом»*

Хозяйство является полносистемным, состоит из инкубационного цеха с аппаратами Вейса для инкубации икры осетра и лотковыми аппаратами для инкубации икры форели, цеха для подращивания личинок до массы 1 г с лотками и бассейнами шведского типа, двух садковых линий – одна из которых мальковая, склада комбикормов, административно – хозяйственных помещений. На хозяйстве имеется два источника водоснабжения: из артезианской скважины и из карьера. Водоподача в инкубационный и мальковый цеха осуществляется насосами.[1]

Рыбоводное хозяйство предназначено для выращивания гибридной радужной форели и экологической формы радужной форели – форели камлоопс в садках для реализации товарной продукции в городе Калининграде. Кроме форели на данном хозяйстве культивируется ленский и осетр для получения товарной продукции.

Озеро «Форелевое» (карьер «Прибрежный»), на котором находится форелевое хозяйство, расположено в западной части Калининградской области, в 50 – 200 м от Калининградского залива в пределах Прегольской озерно-ледниковой равнины.

На формирование рельефа этого района большое влияние оказало древнее оледенение. Встречаются моренные отложения, ледниковые понижения. Берега покрыты мелкозернистыми пескам или безвалунными супесями, реже глинами.

Исследуемый водоем образован, путем заполнения водой копани, образовавшейся при добыче строительных материалов. Он входит в систему, включающую еще несколько более мелких водоемов карьерного типа.[1]

Водоем ориентирован с юга-запада на северо-восток. Его максимальная длина составляет 2398 м, максимальная ширина – 600 м, средняя – 374 м. Длина береговой линии 6км. Максимальная обнаруженная глубина 20м расположена в западной части озера. Средняя глубина составляет 7,4 м. Площадь зеркальной поверхности – 89,9 га, из них 78,6 га приходится на основную западную котловину.

Главным источником воды для инкубационного цеха является артезианская скважина. Вода из скважины проходит через систему емкостей, в которых выращивается молодь, после чего сбрасывается в карьер. [2]

Садки размещены в карьере, водный баланс которого формируется из грунтового, поверхностного стока и воды, поступающей из залива в период нагона. На крайнем юге – юго-востоке в озеро впадает небольшой ручей. Береговая линия довольно изрезана (коэффициент извилистости 1,7), есть множество мелких заливов и выступов.

По существу озеро «Форелевое» представляет собой два водоема, разделенных проливом с небольшим островом в его южной части. Основная западная котловина (в дальнейшем «Форелевое») – это типичный водоем карьерного типа с очень сложным рельефом дна и большими глубинами. В центре расположены две ямы с глубинами более 15м. Еще одна яма, с максимальной глубиной 11м, находится у юго-восточного берега. На юго-западе лежит небольшой остров.

Крутизна склонов различна. Наиболее быстро нарастают глубины вдоль южного берега, особенно на западе, напротив форелевого хозяйства, и на востоке у юго-восточной ямы. Северный склон более пологий.[1]

Береговая растительность характерна для заболоченных лугов. В самом водоеме из-за крутых подводных склонов водная растительность развита слабо, представлена на мелководьях с глубиной до 2 – 3м. Вдоль берега тянется почти непрерывная полоса зарослей рдестов. Заросли рдеста встречаются также и в середине водоема на мелководьях. В восточной части и местами на северо-западе располагаются заросли тростника, рогоза. Летом возможно цветение воды.

Значительно меньшая по площади восточная котловина – мелководный водоем с простым рельефом дна. Максимальная обнаруженная глубина 4,5м расположена у западного берега.[1]

Берега озера преимущественно низменные, западные покрыты лугово-болотной растительностью и кустарником. Заросли камыша вплотную подходят к урезу воды. В юго-восточной части на расстоянии 2-3м от уреза имеются заросли, образованные рдестом, водяным лютиком, роголистником. Плотные заросли камыша находятся также в проливе и у северо-восточных берегов.

Озеро в теплый период года резко стратифицировано; прогревается лишь верхний относительно тонкий слой. Вертикальное распределение температуры воды ярко обнаруживает сильное, но ограниченное по площади влияние грунтовых вод в юго-западной части озера. [1]

Распределение температуры проявило и еще одну интересную особенность. На горизонте пяти метров в юго-западной части озера температура воды заметно (на 2-3°C) снижена, по сравнению с окружающими, в том числе и нижними слоями. Этот горизонт отличается и по многим гидрохимическим показателям, что свидетельствует о сложной циркуляции в промежуточных слоях озера, сопровождающихся выносом на эти глубины из более глубоких слоев.[1]

Исследования микрофлоры форели данного водоема проводилось нами с 1981 года по 2018 год. Для санитарно-бактериологических исследований ежегодно посезонно отбирали форель разных возрастных групп, пробы воды и грунта из садков. Использовали методику первичного бактериологического посева принятую в ихтиопатологии.[3] Бактерий определяли до рода и вида по культуральным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам с помощью определителя Берджи. Определение вели по 16 тестам. Патогенность бактерий выявляли по протеолитической активности.

В 1981 году в микрофлоре форели было обнаружено 12 видов бактерий: *Aeromonas punctate*, *Aeromonas* sp, *Corynebacterium* sp, *Achromobacter liquefaciens* (*Acinetobacter*), *Pseudomonas menterica*, *Bacillus* sp., *Achromobacter liquefaciens* (*Acinetobacter*), *Bacillus* sp., *Achromobacter globiformes* (*Acinetobacter*), *Micrococcus* sp., *Achromobacter* sp. (*Acinetobacter*), *Pseudomonas fluorescens*.

Бактерии рода *Bacillus* характерны для микрофлоры рыбы. Бактерии рода *Acinetobacter* также характерны для микрофлоры рыбы. Бактерии рода *Micrococcus* обычные представители микрофлоры рыб. У форели были обнаружены 3 рода условно-патогенных бактерий. (Таблица)

Некоторые виды бактерий рода *Corynebacterium* могут быть патогенными для млекопитающих. Обнаружение аэромонад свидетельствует о органическом загрязнении воды в хозяйстве. Псевдомонады были представлены двумя видами. Наиболее обсеменены бактериями были почки: *Aeromonas* sp., *Corynebacterium* sp., *Pseudomonas fluorescens*. Остальные органы были обсеменены двумя видами бактерий.

**Обсемененность форели бактериями из садкового хозяйства «Прибрежное»
в различные годы**

Группа бактρείй	Годы исследования	
	1981-2000	2013-2018
Условно-патогенные микроорганизмы	<i>Pseudomonas</i> (в 2000 году - повсеместно) <i>Aeromonas</i> (в 2000 году - единично) <i>Corynebacterium</i>	<i>Pseudomonas</i> <i>Aeromonas</i> <i>Streptococcus</i>
Санитарно-показательные микроорганизмы	<i>Citrobacter</i>	<i>Proteus</i> <i>Enterobacter</i>
Грамположительные микроорганизмы(кокки, бциллы)	Сопутствующая микрофлора во все периоды наблюдения	

Условно-патогенные бактерии *Pseudomonas fluorescens* обсеменяли кровь, печень, селезенку, желчный пузырь, почки, кишечник, что свидетельствует о септическом процессе в организме хозяина.

В 1999-2000 годах псевдомонады выявлены нами повсеместно. В 2000 году аэромонады выделяли в единичных количествах. Также были высеяны санитарно-показательные микроорганизмы рода *Citrobacter*.

В 2013 году в микробиоценозе форели регистрировали только условно-патогенные виды бактерий: *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas caviae*, *Pseudomonas diminuta*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*. Псевдомонады обсеменяли все внутренние органы форели. У форели постоянно регистрировали признаки септического процесса, разжижение почек, мозаичную окраску печени с небольшими геморрагиями по краям. Микробиоценоз печени, почек, селезенки, кожи, жабр был полностью представлен псевдомонадами. Аэромонады встречались в тех же самых органах, но в единичных количествах. Бактерия *Aeromonas caviae* также свидетельствует о загрязнении воды в хозяйстве. Бактерия *Aeromonas hydrophila* представляет опасность для рыб и человека.

В 2018 году было обнаружено 10 видов бактерий: *Streptococcus canis*, *Streptococcus iniae*, *Enterobacter nimipressuralis*, *Pseudomonas diminuta*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pentotenticus*, *Bacillus alvei*, *Proteus myxofaciens*, *Proteus mirabilis*.

Бактерии рода *Proteus* и *Enterobacter* относятся к семейству Enterobacteriaceae являются санитарно-показательными бактериями, которые указывают на загрязнение водной среды и грунта. Бактерии рода *Bacillus* широко распространены в природной среде они представители обычной микрофлоры рыб. Вероятнее всего они попали в микрофлору рыбы из микробиоценоза воды и грунта. Бактерии рода *Pseudomonas* и *Streptococcus* это условно-патогенные бактерии для рыб.

Изучение динамики микрофлоры форели показало, что видовой состав микрофлоры представлен обычно 10- 12 видами бактерий. Лишь в 2013 году микрофлора форели была представлена 4 видами условно-патогенных бактерий, которые обнаруживались практически во всех внутренних органах и по-видимому подавили развитие сапрофитных бактерий. В результате наших исследований было выявлено в составе микрофлоры форели всех возрастных групп доминирование условно- патогенных бактерий рода *Pseudomonas*. Они вызывали у форели признаки септического процесса. Аэромонады чаще всего регистрировались в посевах кожи и содержимого заднего отдела кишечника. Также незначительное число штаммов бактерий данного рода выделяли из посевов печени, желчного пузыря и почек. В отдельные годы исследований аэромонады выделялись в единичных количествах. В воде и грунте озера «Форелевого» находили аэромонады и псевдомонады. Данные условно-патогенные бактерии из грунта и воды попадали в микрофлору рыбы и служили потенциальными возбудителями бактериальных инфекций. Наши исследования показали, что у рыб обнаруживались также санитарно-значимые бактерии семейства Enterobacteriaceae. В летние сезоны из микрофлоры воды, грунта и рыбы высевали бактерий рода *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*. Это объясняется тем, что озеро используется в рекреационных целях. На небольшом

удалении от хозяйства установлены многочисленные кафе, сточные воды от которых сбрасываются в озеро и на берегах организованы пляжи.

Влияние на состав микрофлоры форели в хозяйстве оказывает обсемененность кормов, санитарное состояние водоема и температура водной среды.

Рост численности условно-патогенных бактерий в воде, сопровождающийся органическим загрязнением водоема и повышением температуры, приводит к появлению бактериальной обсемененности паренхиматозных органов у физиологически ослабленных рыб.

В результате, в садках формируется тенденция, направленная на возникновение заболеваний не только в скрытой, но и в клинически выраженной форме. Поэтому основным методом профилактики бактериологических инфекций является поддержание стабильного физиологического состояния рыбы.

Для такой стабилизации необходима систематическая утилизация, изъятие отходов производства (мертвой рыбы, остатков корма и др.).

Из корма в организм форели попадают такие микроорганизмы как *Clostridium sporogens* и *Bacillus subtilis*. *Bacillus subtilis* является нормальным обитателем почвы, воздуха, а также пыли, попадая с воздуха на корм, он затем переносится в водоем, при кормлении рыбы, и оседает на дно. *Clostridium sporogens* обитает в почве, осадках водоема, воде и пищеварительном тракте человека и животных. Также возможно, что в корм он тоже попадает из воздуха.

В микрофлоре форели и микробиоценозе водной экосистемы форелевого хозяйства доминируют псевдомонады, аэромонады и бациллы. Численность псевдомонад увеличивается весной, а к осени они уступают свои позиции аэромонадам и бациллам.

Бактерий семейства *Enterobacteriaceae* находили в течение всего периода выращивания рыбы на хозяйстве.

Таким образом, по результатам мониторинга эпизоотического состояния по бактериальным болезням форелевого рыбоводного хозяйства «Прибрежное» нами установлено, что в хозяйстве все время присутствует в микрофлоре внутренних органов и среды обитания рыб опасные граммотрицательные бактерии родов *Pseudomonas* и *Aeromonas*. Хозяйство испытывает повышенную органическую нагрузку из-за присутствия санитарно-значимых бактерий, что свидетельствует об увеличении антропогенного прессинга на озеро Форелевое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берникова, Т.А. Озеро Форелевое // Калининградская область. Очерки природы. Калининград, 1999. – 90-91 с.
2. Хайновский, К.Б. Отчет о НИР / КГТУ; Садковое форелевое хозяйство «Прибрежное»: инв. № 2304. Калининград, 2009. – 80 с.
3. Авдеева, Е.В., Котлярчук, М.Ю., Кузьмина, С.А., Царевский, Ю.П. Таксономия микроорганизмов и методы их идентификации: учеб. пособие. М.: КГТУ, 2003. – 83 с.
4. Хоулт Дж., Криг Н., Снит П., Стейли Дж., Уилльямс С.. Определитель бактерий Берджи: В 2 т. М.: Мир, 1997. Т.1. – 432 с.
- 5.. Определитель бактерий Берджи: В 2 т./ Дж. Хоулт, Н. Криг, П. Снит, Дж. Стейли, и др. М.: Мир, 1997. – Т.2. – 368 с.

DYNAMICS OF THE MICROFLORA OF THE TROUT TROUT FISH FARM "COASTAL" FOR A LONG PERIOD

Bubenko Tatyana Yuryevna, second-year master gr.18-VA / m;
Avdeeva Elena Vitalyevna, candidate of biol. Sciences, Professor,
Department of Ichthyopathology and Hydrobiology

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail:elavd@mail.ru

The microflora of the trout trout fish farm "Coastal" was studied from 1981 to 2018. The species composition of the trout microflora does not undergo significant fluctuations over a long period of time. In the species composition of the microbiocenosis of the fish, conditionally pathogenic bacteria of the genus Pseudomonas and Aeromonas are constantly present. Aeromonads insignificantly seeded trout. Bacteria of the genus Pseudomonas will practically seed all the internal organs of the fish and cause a septic process. The detection of sanitary indicative bacteria indicates organic water pollution in the cage line located in the Forel lake

УДК 581.526.325.2

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ АЛЬГОФЛОРЫ ПРУДА ПОПЛАВОК (КАЛИНИНГРАД)

Бугранова Олеся Сергеевна, ведущий инженер кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

В работе впервые приведены результаты исследования альфа-и бета-разнообразия водорослей пруда Поплавок по данным экологического мониторинга 2015-2017 гг. Альгофлора пруда представлена 155 видами со значительным преобладанием зеленых водорослей, космополитов, водорослей, индифферентных к рН среды и алкалифилов, обитающих в планктоне, водорослей, индифферентных к засолению и β -мезосапробов, что в целом отражает сложившиеся экологические условия водоема. Коэффициенты сапробности находились в пределах β -мезосапробной зоны, указывающих на среднюю степень органического загрязнения пруда

Введение

Малые водные объекты г. Калининграда – часть природной среды города, формирующие его ландшафтный облик и выполняющие рекреационную и эстетическую роли.

К одному из водоемов этой категории относится пруд Поплавок (нем. «Zwillings-See» – пруд-близнецы, «Хлебное озеро»), расположенный в Центральном районе города. Пруд был основан немецкими архитекторами в начале XX века для ликвидации подтопления прилегающих территорий, когда в западном пригороде Кёнигсберга строился новый престижный район Амалиенау [1].

В период с 2008 по 2014 гг. по муниципальному заказу была проведена очистка пруда и реконструкция его зоны отдыха. После восстановления водоема и его прибрежной зоны пруд Поплавок стал излюбленным местом отдыха для многих горожан. Пруд также используется для любительского рыболовства. В водоеме обитают караси, плотва, окунь, иногда попадает карп зеркальный, щука. В пруду плавает много уток и лебедей.

Площадь пруда Поплавок составляет 7 га. Размеры западной части водоёма – 200 м в длину и 20-80 м в ширину, восточной части – 160 м в длину и 80 м в ширину. Глубина водоема небольшая – от 1,5 до 3 м [2].

Воды пруда Поплавок слабощелочные, мягкие, средней степени минерализации. Температура вод пруда колеблется от 4 ... 6°C в холодное время года до 20 ... 22°C в теплое. Вода содержит умеренное количество органических веществ, типичное для водоемов зоны смешанных лесов. Перманганатная окисляемость варьирует от средней до слегка повышенной. Годовой ход биогенных элементов, перманганатной окисляемости и кислорода соответствует нормальному сезонному распределению, и в целом их концентрации соответствуют нормативам для рыбохозяйственных

водоемов. Однако концентрация общего железа многократно превышает рекомендованные значения для рыбохозяйственных вод, что обусловлено подземным питанием пруда [3].

Пруд Поплавок, как и многие водоемы г. Калининграда подвергаются значительной антропогенной нагрузке в связи с интенсивным развитием города, которая может привести к загрязнению водоема, нарушению его экологического состояния и эвтрофированию.

В связи с этим возникает необходимость в проведении постоянных наблюдений за состоянием водной экосистемы пруда, в том числе исследований состояния фитопланктона как первичного звена трофической цепи, основного продуцента органического вещества в водоемах, важного фактора формирования качества воды. Водоросли служат также своеобразными индикаторами загрязнения водоемов. Присутствие таких видов водорослей – индикаторов сапробности позволяет судить о качестве воды в водоеме. Экологический мониторинг пруда Поплавок проводится преподавателями, специалистами и студентами кафедры ихтиологии и экологии с 2015 г. [3-7].

Цель данной работы – проведение анализа видового разнообразия фитопланктона пруда Поплавок в рамках экологического мониторинга 2015-2017 гг.

Материал и методика

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, собранные с мая по октябрь 2015-2017 гг. Пробы были отобраны с поверхностного горизонта объемом 0,5 л с трех стандартных станций в рамках общего экологического мониторинга водоема (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема пруда Поплавок с расположением станций мониторинга

За время исследования было собрано и обработано 49 проб. Пробы фиксировали раствором Люголя с добавлением уксусной кислоты и формалина [8 - 9]. Концентрацию проб проводили в лаборатории путем прямой фильтрации последовательно через мембранные фильтры с диаметром пор 5 и 1,2 мкм с использованием насоса Комовского. Количественный подсчет клеток проводили в счетной камере типа «Учинская-2» объемом 0,01 мл по методике, принятой в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН [10]. Определение видовой принадлежности водорослей проводили с использованием микроскопа МИКМЕД 5 по ряду определителей [11-20] Приготовление временных и постоянных препаратов диатомовых водорослей не проводилось.

В качестве критерия системности для альгофлористических исследований применили зависимость Виллиса, который установил, что в хорошо изученных флорах и фаунах распределение числа видов по числу родов является закономерным и графически выражается в виде гиперболы [21].

Стандартное отклонение δ (STDEV) [21] определяли с помощью программы Excel, согласно формуле 1:

$$\delta(STDEV)=[\sum(x - \mu)^2/n]^{1/2}, \quad (1)$$

где x – конкретное значение; μ – средняя арифметическая всего ряда значений; n – общее число значений.

Эколого-географический анализ проводили по данным из определителей [11-20], основываясь на разработанных системах, указанных в [10] и по данным [22]. Показатели сапробности видов приведены по [23-24]. Для оценки степени органического загрязнения применяли метод Пантле-Бука в модификации Сладечека [25]. Индекс органического загрязнения по сообществу водорослей рассчитывали по формуле 2:

$$S = \frac{\sum s \times h}{\sum h}, \quad (2)$$

где S – степень сапробности сообщества водорослей; s – сапробное значение организма-сапробионта; h – частота встречаемости сапробионта в пробе.

Результаты исследования

Альгофлора пруда Поплавок представляет собой вполне изученную флору для анализа ее разнообразия. Список выявленных видов водорослей проявляет системный характер. На рисунке 2 видно, что изученная альгофлора пруда Поплавок вполне подчиняется распределению Виллиса.

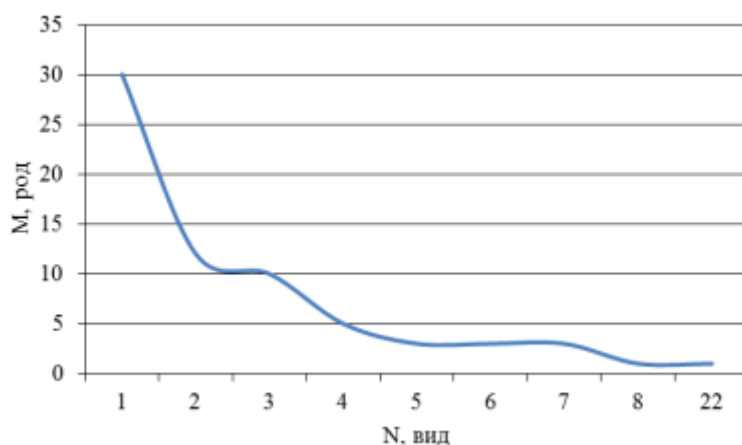


Рис. 2. Зависимость Виллиса для альгофлоры пруда Поплавок

За период исследований в воде пруда Поплавок выявлено 236 таксонов водорослей (155 таксонов определены до вида), принадлежащих к 81 роду, 40 семействам, 24 порядкам, 11 классам и девяти отделам (таблица 1).

Таблица 1

Таксономическая структура фитопланктона пруда Поплавок в 2015-2017 гг.

Отдел	Число					Таксоны, идентифицированные до рода
	классов	порядков	семейств	родов	видов	
Cyanoprokaryota	1	4	7	11	18	13
Euglenophyta	1	1	1	5	18	8
Bacillariophyta	1	2	6	17	13	19
Chrysophyta	2	2	2	4	4	4
Cryptophyta	1	2	1	3	4	2
Xanthophyta	1	1	1	1	1	0
Dinophyta	1	3	3	4	6	2
Chlorophyta	2	7	15	31	83	24
Streptophyta	1	2	4	5	7	9

Структура фитопланктона по годам в целом не отличалась (рисунок 3). Представители отдела зеленых водорослей (*Chlorophyta*) были основным компонентом фитопланктоного сообщества в течение всего периода исследования. Они доминировали по количеству таксонов в целом и составляли в фитопланктоне пруда во все годы наблюдения более 40% видового состава. По видовому разнообразию этого отдела можно выделить семейства *Scenedesmaceae* и *Selenastraceae*, составившие более 20%. Наибольшее количество видов (24 вида) было выделено из рода *Scenedesmus*.

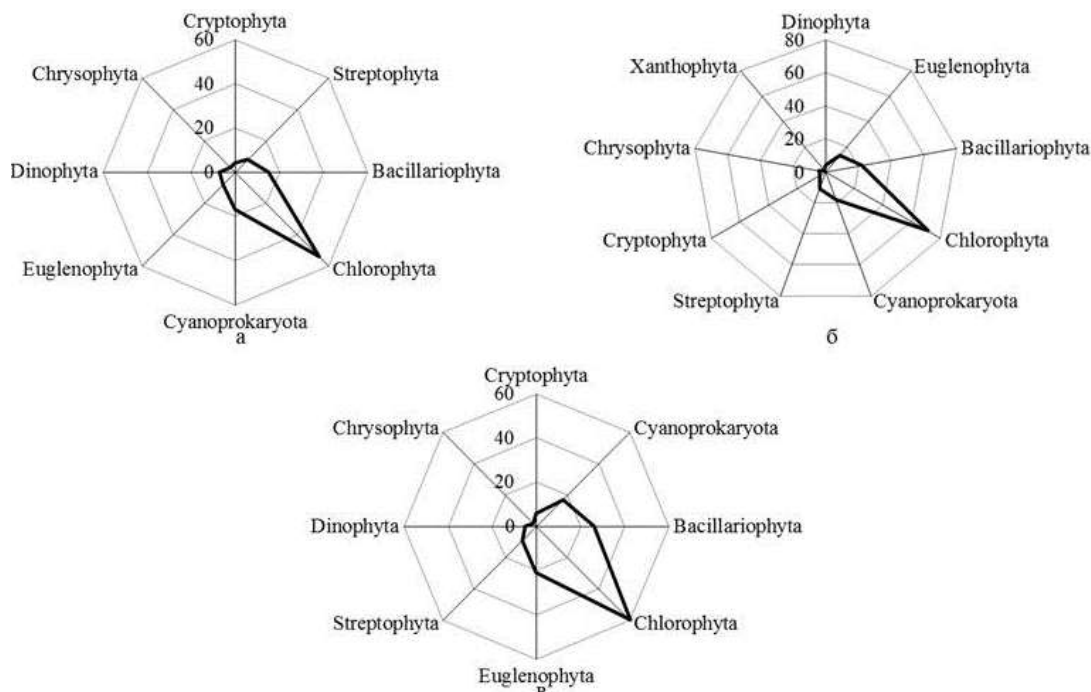


Рис. 3. Звездчатые диаграммы альгофлоры пруда Поплавок в 2015 (а), в 2016 (б) и 2017 гг. (в)

Ко второму крупному отделу водорослей по количеству таксонов были отнесены диатомовые (*Bacillariophyta*). В среднем по годам исследования представители этого отдела составляли 15% от общего видового состава. По видовому богатству отдела следует отметить семейства *Naviculaceae* (34%), *Coscinodiscaceae* (17%) и *Fragilariaceae* (17%), водоросли родов *Navicula* и *Synedra*, составлявшие 17 и 11% соответственно.

Третье место по видовому разнообразию занимали водоросли отдела цианопрокариоты (*Cyanoprokaryota*), которые были представлены 31 таксоном, что составляло 12% видового обилия. Наиболее многочисленными были водоросли из семейств *Anabaenaceae* (6 таксонов), *Merismopediaceae* и *Oscillatoriaceae* (по 3 таксона каждый).

Эвгленовые водоросли (*Euglenophyta*) также были часто встречаемым таксоном в составе альгофлоры пруда Поплавок (11%). Этот отдел был представлен одним семейством *Euglenaceae* и 18 видами. По видовому разнообразию можно выделить роды *Euglena* и *Phacus*, давшие в сумме 50 % видового богатства всего отдела.

Все остальные отделы альгофлоры водоема были представлены малым видовым разнообразием и составляли в сумме за все время наблюдения не более 19 %.

Для выделения отделов, семейств и родов водорослей, определяющих основу альгофлоры пруда, были построены линии тренда.

На рисунке 4 показано равнозначное выделение группы зеленых водорослей, как линией сигмы, так и линией 50% от максимума. Линия 50% показывала, что видовой состав зеленых водорослей наиболее активно вегетировал, а сигма (STDEV) отсекала наиболее развитые экологические группы. Выделение значимой части таксонов в диаграммах распределения было построено для всех видов водорослей (рис. 4, а), а также проведено сравнение изменения структурообразующих отделов по годам (рис. 4, б-г). При общем увеличении разнообразия водорослей в 2016-2017 гг. по сравнению с 2015 г. (рисунок 3) доминирование отделов водорослей, отделенных ли-

ниями STDEV меняется в каждом случае. Это дало основание полагать, что группы водорослей показывали нестабильность условий существования. В 2015 г. преобладали эвгленовые и зеленые водоросли, в 2016 г. – цианопрокариоты и зеленые, в 2017 г. – диатомовые, эвгленовые и зеленые.

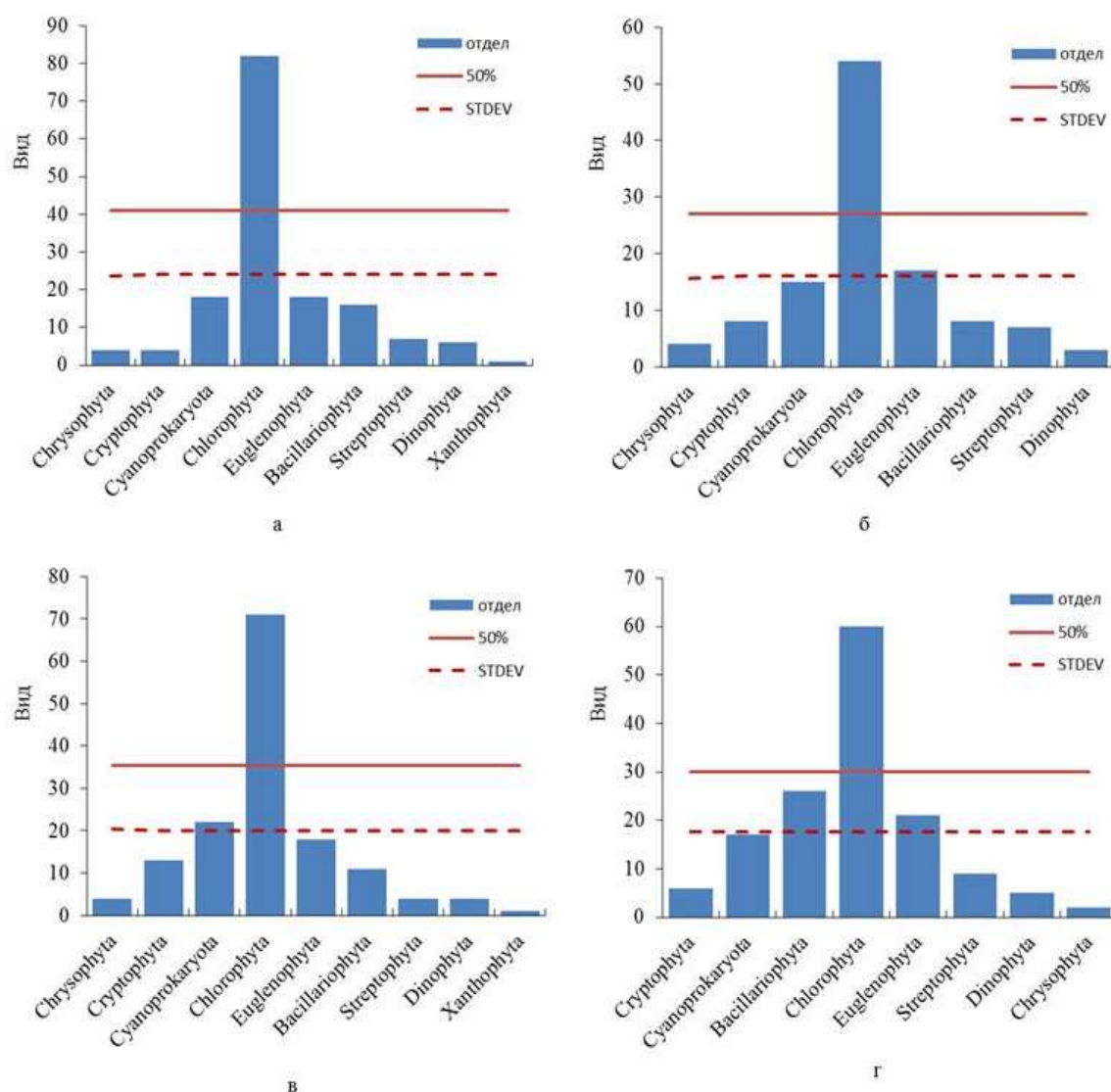


Рис. 4. Выделение значимых таксономических отделов в альгофлоре пруда Поплавок в целом за период исследования (а), в 2015 (б), в 2016 (в) и 2017 гг. (г)

На рисунке 5 приведен системный анализ семейств и родов альгоценоза изучаемого водоема.

Альгофлору пруда формировали следующие 10 семейств (25 % от общего количества семейств) в порядке убывания: Scenedesmaceae (зеленые), Euglenaceae (эвгленовые), Selenastraceae (зеленые), Naviculaceae (диатомовые), Desmidiaceae (стрептофитовые), Hydrodictyaceae (зеленые), Oscillatoriaceae (цианопрокариоты), Chlorellaceae и Oocystaceae (зеленые), Anabaenaceae (цианопрокариоты). К ведущим из них были отнесены: Scenedesmaceae (18% видового обилия) и Selenastraceae (6%) из отдела зеленых водорослей; Euglenaceae (12%) из отдела эвгленовых и Naviculaceae (6%) из отдела диатомовых водорослей, составившие в сумме 42% видового богатства.

Линией сигмы было отсечено более 70 % родов (31 род), из которых 39 % были представлены отделом зеленых, 19 % – цианопрокариот, 16 % – диатомовых, 13 % – эвгленовых, 10 % – стрептофитовых и 3 % – криптофитовых водорослей.

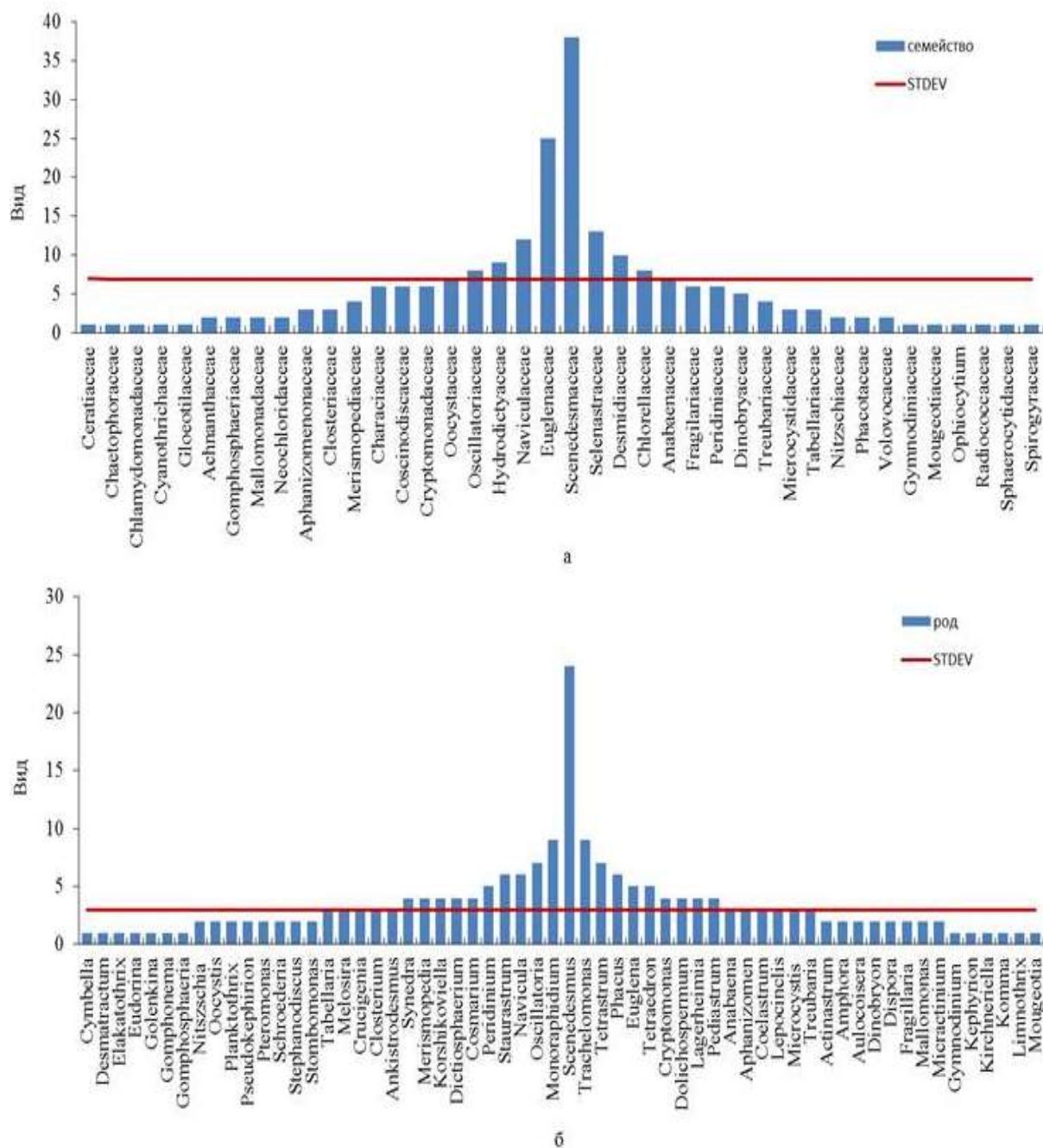


Рис. 5. Значимые таксономические группы водорослей в альгофлоре пруда Поплавок (а – семейства; б – роды)

Результаты эколого-географического анализа флоры водорослей пруда изображены на рисунке 6.

По экопической приуроченности флора пруда представлена бентосными, планктонными, литоральными и планктонно-бентосными организмами. Значимой группой по этому показателю были планктонные организмы, составившие более 80 %. По распространению 97 % водорослей были космополитами, 3 % – бореалами и северо-альпийскими видами. По группам индикаторов галобности распределение видов было следующим: индифференты (значимая группа) составили более 90 %, олигогалобы – 13 %, галофобы и галофилы – в сумме 7 %. Рисунок 6, г отражает распределение видов-индикаторов активной реакции среды. Индифференты (68 %) и алкалофилы (26 %) входили в значимые группы водорослей, ацидофилы были представлены 6 %.

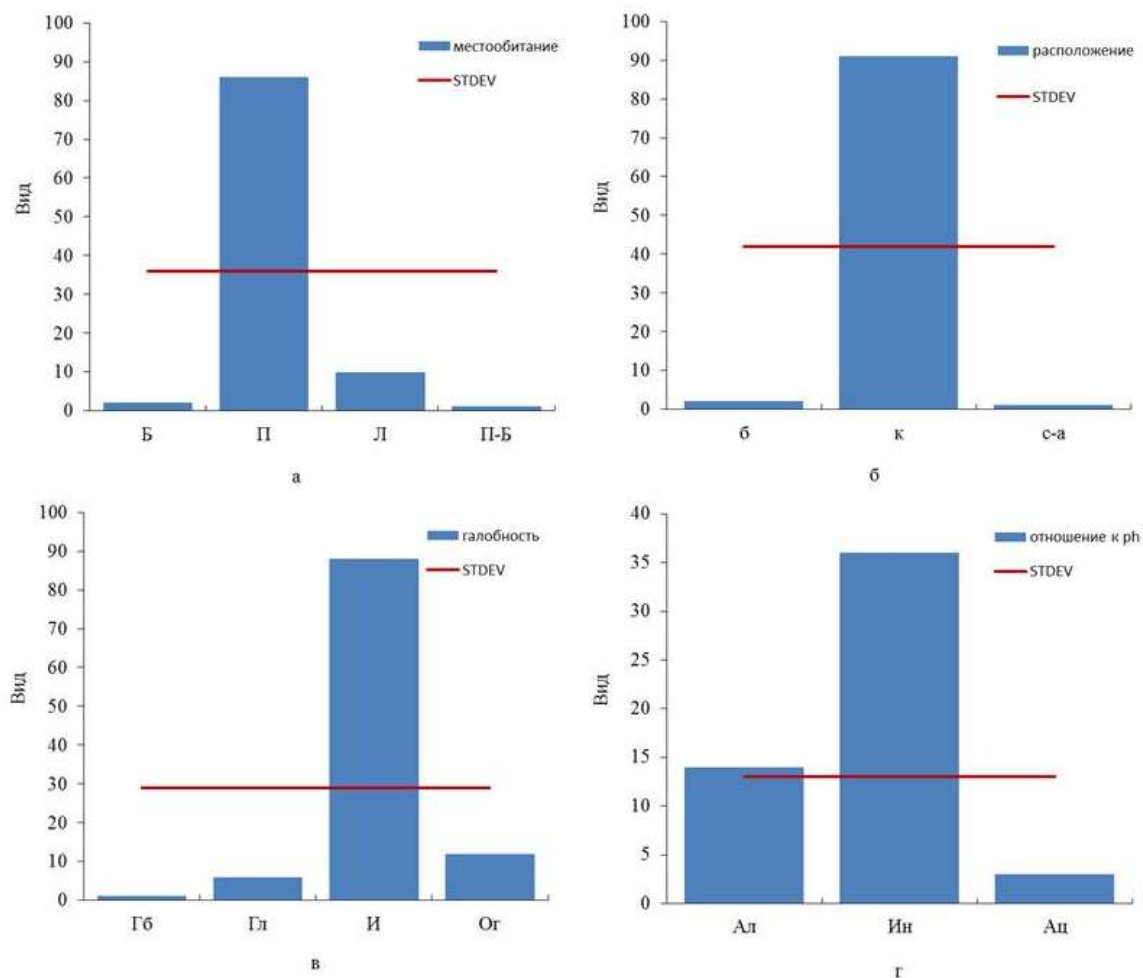


Рис. 6. Эколого-географическая характеристика фитопланктона пруда Поплавок (а – по местообитанию: П – планктонный, Б – бентосный, Л – литоральный, П-Б – планктонно-бентосный; б – по распространению: к – космополитный, б – бореальный, с-а – северо-альпийский; в – по галообности: Ог – олигогалоф, Гб – галофоб, И – индифферент, Гл – галофил; г – по отношению к pH: Ал – алкалофил, Ин – индифферент, Ац – ацидофил)

Индивидуальный индекс сапробности был определен для 77 видов водорослей, выявленных в пруду, что составляло 49 % от общего числа видов. При проведении сапробиологического анализа было установлено, что наибольшим видовым богатством видов - индикаторов сапробности отличался отдел зеленых водорослей (38 %). Доля диатомовых и эвгленовых водорослей составляла по 17 % каждый, цианопрокариот – 13 %, остальных отделов – менее 5 % (рисунок 7).

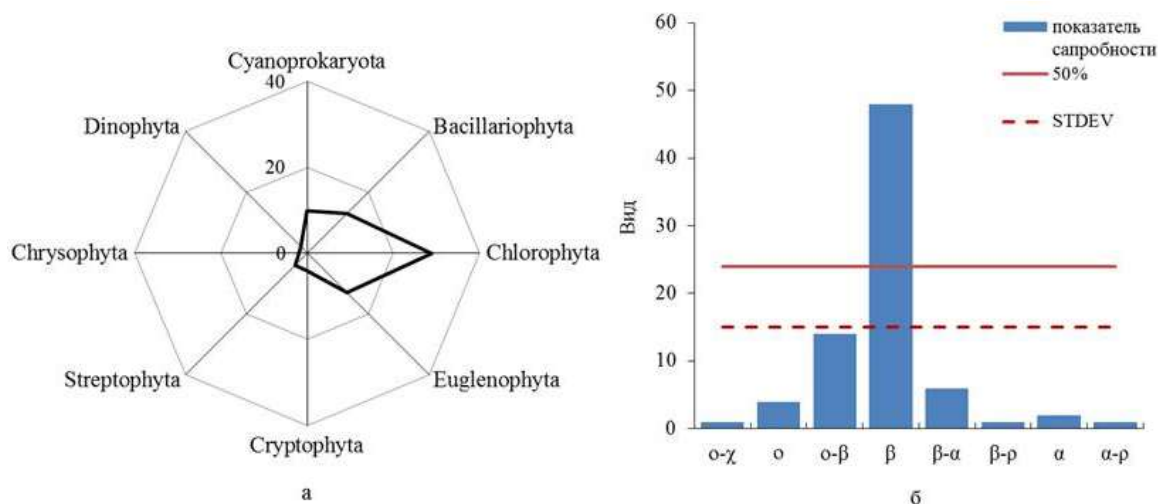


Рис. 7. Сапробиологический анализ фитопланктона пруда Поплавок (а – распределение видов индикаторов по отделам; б – выделение значимых показателей сапробности)

По отношению к концентрации органических веществ в воде состав водорослей-индикаторов на 62 % сформирован β -мезосапробами, 5 % – олигосапробами, 18 % – видами развивающихся в переходной зоне между β -мезо- и олигосапробами. Доля водорослей, характеризующих воды с высокой степенью органического загрязнения (β - α , β - ρ , α , α - ρ) – 13 %, с низкой степенью (σ - χ) – 1 %. Индекс сапробности по Пантле-Бука в модификации Сладечека в разные периоды в среднем по станциям менялся от $1,63 \pm 0,10$ до $2,37 \pm 0,07$.

Заключение

По наблюдениям, проведенным в 2015-2017 гг., в пруду Поплавок выявлено 236 таксонов водорослей из девяти отделов, 11 классов, 24 порядков, 40 семейств и 81 рода. По таксономическим показателям в целом альгофлора водоема характеризовалась как «зелено-диатомово-сине-зеленая» с постоянным участием эвгленовых водорослей, что характерно для многих урбанизированных водоемов [26-29]. В водоемах города создаются идеальные условия для развития этих групп фитопланктона: относительно мелкие глубины, хорошая прогреваемость и высокая освещенность, а также малая проточность или отсутствие проточности.

Наиболее развитыми группами альгофлоры пруда были цианопрокариоты, эвгленовые, диатомовые и зеленые водоросли. Однако только группа зеленых водорослей, согласно линии тренда, активно вегетировала во все годы исследования, а активность вегетации других групп менялась по годам. Это связано с нестабильностью условий существования и требует дополнительного изучения. Из группы зеленых водорослей было выделено 50 % значимых семейств и 39 % структурообразующих родов; диатомовых – 20 % семейств и 16 % родов; цианопрокариот – 10 % семейств и 19 % родов и эвгленовых – 10 % и 13 % соответственно.

В процессе эколого-географического анализа было установлено приуроченность найденных видов водорослей к определенным местообитаниям. Выявленные индикаторные виды на условия среды, такие как pH, галобность и сапробность, в целом отражают сложившиеся экологические условия водоема. Фитопланктон водоема был сформирован преимущественно широко распространенными, планктонными формами, что характерно для стоячих водоемов умеренных широт. Воды пруда имеют среднюю степень минерализации, что обуславливает преобладание в фитопланктоне видов типично пресноводных, иногда встречающихся в слегка солоноватых водах, а слабощелочная среда – индифферентов и видов, обитающих в водах с $\text{pH} \geq 8$. Состав водорослей-индикаторов сапробности на 62 % был образован водорослями, характеризующими воды со средними показателями органического загрязнения (β -мезосапробами). Средние показатели индексов сапробности находились в пределах β -мезосапробной зоны и соответствовали III классу качества воды (умеренно-загрязненная).

Зависимость Виллиса в общем виде соблюдалось для выявленного списка видов, что является результатом отражения специфики микроводорослей континентальных вод. Это одноклеточные микроскопические организмы с высокими темпами размножения и поэтому достаточно большое количество проб дает адекватное виллисовское распределение. Однако на графике зависимости Виллиса гипербола не имеет плавного падения, что свидетельствует о том, что альгофлора водоема подвергалась изучению в течение непродолжительного времени, и не все сборы велись в таксономических целях. Соответственно полнота списка видов альгофлоры пруда Поплавок еще не достигнута, что требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин А.Б. Топонимика Калининграда. Реки и водоемы // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://klgd.ru/city/history/gubin/reservoir.php> (дата обращения 13.07.2019).
2. Цупикова Н.А., Дроздова А.С. Проблемы благоустройства малых городских водоемов на примере пруда Поплавок (г. Калининград) // Научно-исследовательские публикации. – 2016. – № 2 (34). – С. 117-126.

3. Дроздова А.С. Гидрохимическая характеристика пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015-2016 гг. по результатам ежемесячного мониторинга // Молодежный научный форум: Естественные и медицинские науки: электр. сб. ст. по мат. XXXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10(38). // Электрон. дан. Режим доступа URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/10\(38\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_nature/10(38).pdf) (дата обращения: 30.05.2019).
4. Бугранова О.С., Цупикова Н.А., Дроздова А.С. Сезонная динамика развития фитопланктона пруда Поплавок (г. Калининград) в 2015 году // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2017. – Т. 3 – № 69. – С. 18-32.
5. Некоторые результаты экологического мониторинга городских водоемов г. Калининграда в 2015 г. / О.С. Бугранова, Н.А. Цупикова // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития», г. Ишим; 16 марта 2018 г. – Ишим: Изд-во ИПИ им. П. П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2018. – С. 44-47.
6. Мониторинг фитопланктона пр. Поплавок (г. Калининград) в летний период 2015-2016 гг. / О.С. Бугранова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Водные биоресурсы и аквакультуры Юга России", г. Краснодар, 17-19 мая 2018. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018 – 458 с.
7. Экологическое состояние пр. Поплавок (г. Калининград) по показателям развития фитопланктона в 2016 г. / О.С. Бугранова // Материалы IV Всероссийской научной конференции с международным участием «Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге», г. Санкт-Петербург, 24-28 сентября 2018 г. – СПб, 2018. – 490 с.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
9. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
10. Корнева Л.Г. Фитопланктон Рыбинского водохранилища: состав, особенности распределения, последствия эвтрофирования // Современное состояние экосистемы Рыбинского водохранилища. – СПб.: Гидрометеиздат, – 1993. – С. 50–113.
11. Водоросли: справочник / С.П. Вассер, Н.В. Кондратьева, Н.П. Масюк и др. – Киев: Наук. дума, 1989. – 608 с.
12. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып. 2. – М.: Советская наука, 1953. – 652 с.
13. Диатомовые водоросли / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренко и др. // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып.4. – М.: Советская наука, 1951. – 619 с.
14. Киселев И.А. Пирофитовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып.6. – М.: Советская наука, 1954. – 622 с.
15. Кондратьева Н.В. Синьо-зелені водоості – *Cyanophyta*. Клас гормогонієві *Ornogoni-
o*urseae// Визн.прісн.вод УРСР. – Київ, 1968. –452 с.
16. Косинская Е.К. Конъюгаты или сцеплянки. 2. Десмидиевые водоросли:// Флора споровых растений. – Т.5 – вып. 1 – Л.,1960. – 389 с.
17. Матвиенко О.М., Литвиненко Р.М. Пірофітові водоості – *Pyrrophyta*. // Визн.прісн.вод УРСР. – Т.3 – Ч.2. – Київ, 1977. – 412 с.
18. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Зеленые водоросли. Класс Конъюгаты. Порядок Десмидиевые (2) // Определитель пресноводных водорослей СССР. – Вып.11(2). – Л.: Советская наука, 1982. – 620 с.
19. Komarek J., Fott B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung:Chlorococcales / J. Komarek, B. Fott // Die Binnenge-wasser Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Stuttgart, Bd 16: Das Pytoplankton des Susswassers. Systematik und Biologie, 1983. – Т.7 – № 1 –945 p.
20. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae / K. Krammer, H. Lange-Bertalot //Süsswasserflora von Mitteleuropa.Jena, Bd 2/2, Bacillariacea, Epithemiaicea, Surillacea, 1986 – Т.1 – 876 p.
21. Баринава С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Pilies Studio, 2006. – 498 с.

22. Баринаова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. Экологические и географические характеристики водорослей-индикаторов. – Ч II. – М.: ВНИИприроды. 2000. — 150 с.
23. Унифицированные методы исследования качества вод. СЭВ. – Ч. 3. – М., 1977. – 227 с.
24. Левич А.П., Булгаков Н.Г. Индивидуальные сапробности видов фито-, зоопланктона и зообентоса. Базы данных по экологии пресных вод РФ и сопредельных стран / Информационно-аналитическая система «Экологический контроль природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга» EcoGrade // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://ecograde.bio.msu.ru/db/description/saprob/index.html> (дата обращения 25.07.2019).
25. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // *Ergebnisse der Limnol.*, 1973. - № Н. 7. – 218 p.
26. Охалкин А.Г. Юлова Г.А., Старцева Н.А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // *Ботанический журнал*. – 2002. – Т. 87. – № 2. – С. 78-88.
27. Кривина Е. С., Тарасова Н. Г. Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) I. Флористический анализ и эколого-географическая характеристика // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2014. – Т. 16. – №. 5 (5). – С. 1758-1764.
28. Тарасова Н.Г. Фитопланктон Верхнего пруда ботанического сада: таксономический состав и эколого-географическая характеристика // *Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии*. – 2007. – Т. 16. – № 1-2 (19-20) – С. 156-166.
29. Игошкина И. Ю., Баженова О. П. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика водорослей и цианобактерий из планктона водоема природного парка «Птичья гавань» (г. Омск) // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2014. – №. 3 (113) – С. 44-48.

SPECIES DIVERSITY OF THE POPLAVOK POND ALGOFLORE (KALININGRAD)

Bugranova Olesya Sergeevna, leading engineer of Ichthyology and Ecology Department

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

The paper presents the results of the study of the alpha and beta diversity of algae in the Poplavok Pond according to environmental monitoring data 2015-2017. Algoflora of the pond is represented by 155 species with a significant predominance of green algae, cosmopolitans, algae indifferent to pH and alkaliophiles living in plankton, algae indifferent to salination and β -mesosaprobites. It generally reflects the prevailing ecological conditions of the reservoir. The saprobity coefficients remained within the β -mesosaprobic zone, indicating the average degree of organic pollution of the pond

О ПРЕСНОВОДНЫХ АМФИПОДАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Буруковский Рудольф Николаевич, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры ихтиопатологии и гидробиологии;

¹Судник Светлана Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии;

²Гусев Андрей Александрович, ст. научный сотрудник лаборатории гидробиологии

¹ ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, e-mail: burukovsky@klgtu.ru, svetlana.sudnik@klgtu.ru;

²Атлантический филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО»), Калининград, Россия, e-mail: andgus@rambler.ru

В пресных водах Калининградской области обнаружены 12 видов амфипод из 5 семейств. Исходя из анализа данных по распределению пресноводных видов амфипод, обитающих в сопредельных Калининградской области регионах, можно предположить наличие или весьма вероятное вселение в ближайшем будущем в ее воды еще 23 видов. В публикации приводится список видов, места их находок в сопредельных регионах или в водах области, а также ключи для идентификации 35 видов пресноводных амфипод, обитающих в водоемах области или потенциальных вселенцев в них

Амфиподы (Malacostraca: Decapoda: Amphipoda) или бокоплавы – одна из богатейших видами групп среди высших ракообразных морских и пресных вод. По данным Грунера [1], известно более 6000 видов амфипод. В пресных водах России обитают около 600 их видов [2], а в пресных водах Калининградской области, по аналогии с водоемами сопредельных стран (Польша, Германия, Литва), должны обитать, по крайней мере, 23 вида этих ракообразных (столько видов было известно для пресных вод Германии на уровень 2001 г. [3]. Вероятнее всего, список известных видов пресноводных амфипод Европы за прошедшие после выхода из печати упомянутой работы был расширен.

Среди амфипод есть хищники, некрофаги и детритофаги, немногочисленные фильтраторы-седиментаторы. Благодаря этому не только талитрусы, использующие в пищу полуразложившиеся водоросли, захораниваемые в песке пляжей, но и многие другие амфиподы, в первую очередь пресноводные, служащие объектом нашего изучения, играют важнейшую роль в процессах самоочищения водоемов [4]. Следовательно, по своему значению в экосистеме прибрежной зоны водоемов амфиподы чрезвычайно важны, поскольку они – трансформаторы органического вещества в донных сообществах.

Кроме этого, амфиподы, особенно обитающие в пограничных между морем и пресными водами биотопах, – одни из самых лабильных гидробионтов. Они занимают одно из первых мест среди инвазивных видов. Например, в Германии, стране, где исследование амфипод находится на высоком уровне [3,5], из 23 видов, известных ныне, 12 – вселенцы из Северной Америки, Средиземного моря, но, главным образом, это виды Понто-Каспийского происхождения. Они обязаны этим не столько своей эврибионтности, сколько существованию так называемых «инвазивных коридоров». Первый из них – коридор «Дунай–Майн–Центральная Европа». Второй и третий – реки Днестр, Буг – каналы Польши, и Днепр-Припять, опять-таки каналы Польши, смыкающиеся с каналами Германии.

Они возникли в результате того, что все главные реки Европы объединены между собой сухоходными каналами, образовав, в результате, единую сеть от Волги на востоке и до Сены (Франция) – на западе. И, хотя первый вселенец из Понто-Каспия был обнаружен в Германии еще в

1912 г. (*Corophium curvispinum* [3,5]), лавинообразно нарастающий процесс инвазии начался именно благодаря замыканию в 1992 г. этой сети после открытия канала «Дунай-Майн» [3].

Фауна амфипод пресных вод нашего региона изучена явно недостаточно. Налицо лишь в той или иной степени попутные сборы. Поэтому целью данной работы стали анализ собственных сборов амфипод (2019 г.), литературный обзор состава амфипод из регионов, прилегающих к нашей области, для того, чтобы определить круг встреченных в наших водах видов, а также виды, которые могут быть еще встречены. К этому прилагаются ключи для определения встреченных видов, а также видов, которые с высокой вероятностью могут обитать в водоемах нашего региона.

Материалы и методы

Для исследования видового разнообразия амфипод в пресных водоемах Калининградской области использован архивный материал качественных и количественных проб, собранных Гусевым А.А. в 1995–2018 гг., материалы 26 проб, собранные авторами с помощниками (указаны в Благодарностях) в мае-июне 2019 г. в таких водоемах как: реки Преголя (15 проб; г. Калининград, район ул. Ялтинской, старого "Берлинского" моста; г. Гвардейск; исток, г. Черняховск), Дейма (3 пробы; г. Полесск, г. Гвардейск), озера Форелевое и Голубое (5 проб), карьеры у пос. Пушкарёво (2 пробы), пос. Сокольники (1 проба), и сборы (22 пробы) амфипод из реки Неман (7 проб), Скирвите (1 проба), озера Виштынец (9 проб), ручьев и каналов области (5 проб), собранные в период 02.11.2018-24.05.2019 гг. и переданные нам для идентификации Е.В. Кривоусковой («КГТУ»).

Отбор проб осуществляли качественными (гидробиологический сачок ISO 7828, мизидная сетка, скребок) и количественными (дночерпатели Петерсена 0,025 м², ДАК 0,01 м²) орудиями лова. Пробы промывали через сито с размером ячеек 0,4 мм; фиксировали 2-4 % раствором формалина нейтрализованного гидрокарбонатом натрия. Выборку и идентификацию бентосных организмов производили в лабораторных условиях.

Обзор видового состава реальных и потенциальных пресноводных амфипод Калининградской области

Семейство Gammaridae Leach, 1814

1. *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841)

Потенциальный вселенец, т.к. известен в водах Германии; в польской части Вислинского зал., Пуцкой бухте Гданьского залива, реках Висла, Буг, Нотец, Варта, Одер, Нарев, в Мазурских Озерах; реках Беларуси (Сож, Днепр, Припять, Западный Буг) [3,6,7,8,9,10,11,12].

2. *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894)

Потенциальный вселенец, т.к. обитает в солоноватых и пресных водах, обычен в ю.-в. Балтике и Вислинском заливе (в том числе в Калининградском заливе у побережья Балтийской косы, пос. Коса (данные собственных исследований, 2017-2019 гг.)), реках Одер, Буг, Висла, Припять, в Щецинской лагуне, Пуцкой бухте Гданьского залива, реках Припять и Днепр в Беларуси [3,6,10,11,13,14,15,16,17,18,19].

3. *Dikerogammarus bispinosus* Martynov, 1925

Потенциальный вселенец, т. к. обычен в пресных водах Германии [3].

4. *Echinogammarus berilloni* (Catta, 1878)

Потенциальный вселенец, т.к. обитает в пресных водах Германии [3].

5. *Echinogammarus ischnus* (Stebbing, 1899)

Потенциальный вселенец, т. к. известен в Беларуси (реках Припять, Сож, Днепр, Западный Буг), в пресных водах Германии, Польши (реке Висла); в Литве (реке Неман, Куршском заливе) [3,6,12,15,20,21].

6. *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932)

Потенциальный вселенец, т. к. встречается в водах Германии, реке Одер в Польше, реке Днепр в Беларуси [3,10,12].

7. *Echinogammarus stoerensis* (Reid, 1938)

Потенциальный вселенец, т. к. обитает в восточной части Готландского бассейна в устьях рек Польши [6,22,23,].

8. *Chaetogammarus warpachowskyi* Sars, 1897

Реки Калининградской области: Преголя, Неман, Скирвите (пос. Русне) (данные собственных исследований, 2019 г.), Дейма, Шешупе; малые реки, ручьи, озера г. Калининграда (данные Гусева А.А., 2012-2018 гг.), в том числе озеро Шенфлиз [24].

9. *Gammarus fossarum* Koch 1835

Потенциальный вселенец, т. к. обитает в водах Германии и приграничных речках со стороны Польши [3,17,20,23,25].

10. *Gammarus roeselli* Grevais 1835

Потенциальный вселенец, т. к. обитает в пресных водах Германии и Польши (река Висла, реки с медленным течением, озера, каналы; поймы рек в Польше, в том числе в 30 км от государственной границы с РФ) [3,8,15,17,20, 26] .

11. *Gammarus locusta* (Linnaeus, 1758)

Река Преголя (сборы А.А. Гусева).

12. *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939

В пресноводных водоемах Калининградской области найден в озерах г. Калининграда (Форелевое, Голубое) (данные собственных исследований, 2019 г.). Обитает также в юго-восточной части Балтики, Вислинском заливе (сборы А.А. Гусева).

Встречается в пресных водах Германии, в устье реки Одер, реках Висла, Мертвая Висла; Щецинской лагуне, в Пуцкой бухте Гданьского залива, в Финском заливе, в литовской части Куршского залива, в Рижском и Вислинском заливах, в Лиépайском озере, в устье р. Невы [3,6,10,11, 25,26, 27,28,29,30,31,32,33,34].

13. *Gammarus salinus* Spooner, 1947

Потенциальный вселенец области, т.к. встречается в Пуцкой бухте, устьях рек Польши [6,11].

14. *Gammarus zaddachi* Sexton, 1912

Потенциальный вселенец в водоемы Калининградской области, т.к. встречается в пресных водах Германии, в Польше в Пуцкой бухте; в 1912 г. вид был описан в коллекции Кенигсбергского университета [3,6,11,35].

15. *Gammarus duebeni* Lilljeborg, 1851

Реки Приморская, Неман, Шешупе; в водах Польши: в Пуцкой бухте Гданьского залива [6,11,36,37].

16. *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758)

Река Преголя, малые реки, ручьи, каналы (например, у пос. Переславское). Эстуарии рек Неман, Алейка и Чистая; Правдинское водохранилище, озеро Виштынец (данные собственных исследований, 2019 г.; данные Гусева А.А., 2012-2018 гг. и [37, 38, 39,40,41]).

17. *Gammarus lacustris* G.O. Sars, 1863

Озеро Виштынец (сборы Гусева А.А.).

18. *Gammarus varsoviensis* Jazdzewski, 1975

В пресноводных водоемах Калининградской области найден в реке Преголя (данные собственных исследований, 2019 г.; сборы Гусева А.А., 2012-2018 гг.).

Отмечен в реках Беларуси (Неман, Сож, Днепр, Припять, Зап. Буг, Западная Двина); реке Неман в Латвии, реке Даугава, а также в Куршском заливе [12,44].

Семейство Pallaseidae Tachteev, 2001

19. *Pallaseopsis quadrispinosa* (G.O. Sars, 1867)

В пресноводных водоемах Калининградской области найден в озере Виштынец (данные собственных исследований, 2019 г.).

Семейство Pontoporeiidae Dana, 1852

20. *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855)

Потенциальный вселенец, т.к. обитает в пресных водах Германии; в Пуцкой бухте Гданьского залива, в озерах Польши и Беларуси и Литвы, а также в Ладожском озере [3,11,12,42,43,44,45].

Семейство Corophiidae Leach, 1814

21. *Chelicorophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895)

Реки Преголя, Дейма, Неман, Шешупе, Анграпа; малые реки, ручьи Калининградской области (сборы Гусева А.А., [12,36,37,40,41]).

22. *Chelicorophium robustum* (G.O. Sars, 1895)

Потенциальный вселенец, т.к. отмечен водах Беларуси (Сож, Днепр, Припять, Западный Буг) и Германии [12,46,47].

23. *Apocorophium lacustre* (Vanhöffen, 1911)

В нижнем течении реки Преголя (сборы А.А. Гусева).

24. *Corophium multisetosum* Stock 1952

Потенциальный вселенец, т.к. обитает в устьях рек Германии, в Пуцкой бухте Гданьского залива (Польша) [3,6,11].

Семейство Talitridae Rafinesque, 1815

25. *Talitrus saltator* Montagu, 1808

Обитает на почти всех приморских песчаных пляжах области, не подверженных чрезмерной рекреационной нагрузке; на песчаных пляжах пресноводных водоемов пока не найден, но может встречаться у устьев рек, впадающих в море [4,11].

26. *Ctyptorchestia cavimana* (Heller, 1865)

Должен встречаться по побережью устьев рек Вислинского залива Калининградской области, т. к. отмечен на его польских берегах и в Пуцкой бухте Гданьского залива [11,17].

27. *Deshayesorchestia deshayesii* (Audouin, 1826)

Может встречаться в Калининградской области, т.к. обитает на берегах Кильской и Мекленбургской бухт, о-вов Борнхольм, Грэйфсвальде-Бодден, Пуцкой бухты Гданьского залива [4,11].

28. *Platorchestia platensis* (Krøyer, 1845)

Может встречаться на Калининградском побережье, т. к. обитает на берегах Пуцкой бухты Гданьского залива, Кильской и Мекленбургской бухт, залива Грейфвальдер-Бодден, западной Швеции и южной Норвегии [4,11,48].

Семейство Melitidae Bousfield, 1973

29. *Melita palmata* (Montagu, 1804)

Потенциальный вселенец, т. к. обитает в Западной и южной частях Балтийского моря; обычен в Пуцкой бухте Гданьского залива [48,49,50].

Семейство Micrurpodidae Kamaltynov, 1999

30. *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899)

Потенциальный вселенец, т. к. отмечен в эстуарии реки Невы, Ладожском, Чудском, Онежском озерах [5,34,45].

Семейство Pontogammaridae Bousfield, 1977

31. *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894)

В пресноводных водоемах Калининградской области найден в реках Неман, Преголя, Дейма, в озерах г. Калининграда (Форелевое, Шенфлиз), в озере Виштынец, в карьере пос. Пушкарево, ручьях (например, р. Безымянный), малых реках, впадающих в Куршский и Вислинский заливы, в каналах области (данные собственных исследований, 2019 г.), реках Писса, Приморская, Шешупе [17,36,37].

32. *Obesogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894)

Реки Преголя, Дейма, Неман, Шешупе, малые реки, озеро Форелевое, другие мелкие озера (сборы Гусева А.А.).

33. *Obesogammarus obesus* (Sars G.O., 1894)

Потенциальный вселенец, т.к. обитает в пресных водах Германии и в реках Беларуси (Сож, Днепр, Припять) [3,12].

Семейство Crangonyctidae Bousfield, 1973

34. *Synurella ambulans* (F. Müller, 1846)

Питьевые озера и пруды г. Калининграда (сборы Гусева А.А.).

35. *Crangonyx pseudogracilis* Bousfield, 1958

Потенциальный вселенец, так как обитает в пресных водах Финляндии, Германии [5].

Ключ для определения пресноводных амфипод Калининградской области

(для определения встреченных бокоплавов до семейства см. [51])

Ключ для определения бокоплавов из семейства Gammaridae

1. Тело гладкое 2
– Сегменты плеосомы образуют сильные дорсомедиальные выступы ... ***Gammarus roeselli***
Gervais, 1835
2. Длина эндоподита уropодов 3 не превышает четверти длины их экзоподита 3
– Длина эндоподита уropодов 3 составляет половину и более длины их экзоподита 11
3. Тельсон расщеплен полностью, образуя две «чешуйки» 4
– Тельсон расщеплен не полностью 8
4. Антенны 2 (особенно стебель) относительно слабо опушены 5
– Антенны 2 (и стебель, и особенно жгуты) опушены густо, в том числе и выходящими щетинками 7
5. Эпимеральные площадки 2 и 3 снизу образуют оттянутые назад острые углы 6
– Эпимеральные площадки 2 и 3 снизу закруглены ***Echinogammarus stoerensis* Reid,**
1938
6. Задний край базиса торакоподов 5-7 зазубрен 7
– Задний край базиса торакоподов 5-7 гладкий ***Echinogammarus ischnus***
(Stebbing, 1899)
7. Посередине спинной стороны первых двух члеников уросомы располагаются высокие бугорки с почти цилиндрической вершиной, на которой расположены 3-5 шипов и несколько щетинок ***Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894)**
– Выступы посередине спинной стороны первых двух члеников уросомы развиты слабо и на них располагаются по два шипа ***Dikerogammarus haemibaphes* (Eichwald, 1841)**
8. Уросома и торакопод 7 сильно опушены ***Echinogammarus berilloni* (Catta, 1878)**
– Уросома и торакопод 7 не опушены 9
9. Экзоподит уropодов 3 мощно опушен длинными прямыми щетинками и несет несколько шипиков только с наружного края ***Dikerogammarus bispinosus* Martynov, 1925**

- Экзоподит уropодов 3 не опушен длинными прямыми щетинками или опушен завивающимися щетинками, и несет шипики с обоих краев.....10
- 10. Длина антенн составляет примерно половину длины тела. Экзоподит уросомы 3 опушен завивающимися щетинками*Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932)
 - Антенны короткие и толстые; они не превышают 1/3 длины тела; экзоподит уropодов 3 несет по краю только пучки шипов *Echinogammarus warpachowskyi* (G.O.Sars, 1894)
- 11. Третий членик мандибулярного пальца с гребневидной группой щетинок 14
 - Третий членик мандибулярного пальца с нерегулярным распределением щетинок.....12
- 12. На антеннах 2 и торакоподах 7 имеются завивающиеся щетинки; базис торакоподов 7 с длинными щетинками..... *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939
 - Антенны 2 и торакоподы 7 без завивающихся щетинок..... 13
- 13. Уросома с длинными щетинками с несколькими шипами, задний край базиса торакоподы 7 и эпимеральные площадки 2 и 3 дистально с длинными щетинками.....*Gammarus zadachi* Sexton, 1912
 - Уросома без щетинок, лишь с шипами; задний край базиса торакоподы 7 с короткими щетинками, эпимеральные площадки 2 и 3 гладкие или с единственным маленьким шипом
.....*Gammarus salinus* Spooner, 1947
- 14. Коническая железа первого членика антенн 2 изогнута вверх; на плеосоме имеются дорсальные межсегментальные щетинки; эпимеральная площадка 2 образует постеродистальный заостренный выступ..... *Gammarus varsoviensis* Jażdżewski, 1975
 - Коническая железа первого членика антенн 2 прямая, плеосома без дорсальных межсегментальных щетинок.....15
- 15. Эпимеральная площадка 2 постеродистально почти квадратная.....16
 - Эпимеральная площадка 2 постеродистально заострена, выступающая..... 18
- 16. Уросома и тельсон с многочисленными длинными щетинками..... *Gammarus duebeni* Lilljeborg, 1852
 - Уросома и тельсон с немногочисленными короткими щетинками или без них 17
- 17. Эндородит уropодов 3 составляет более 50 % длины экзоподита; мерус, карпус и проподус торакоподов 3 со слабо завивающимися щетинками; антенна 2 самцов с утолщенным жгутом и плотно опушена *Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758)
 - Эндородит уropодов 3 составляет менее 50 % длины экзоподита; торакопод 3 без завивающихся щетинок; антенна 2 самцов с неутолщенным жгутом и без плотного опушения
..... *Gammarus fossarum* Koch, 1836
- 18. Сегменты уросомы с дорсальными вздутиями, усаженными группами шипов
..... *Gammarus locusta* (Linnaeus, 1758)
 - Сегменты уросомы без дорсальных вздутий, и без шипов *Gammarus lacustris* G.O. Sars, 1863)

Ключ для определения бокоплавов из семейства Pontogammaridae

- 1. Коксальная площадка 4 густо окаймлена длинными щетинками.....2
 - На коксальной площадке 4 щетинок нет или имеется одиночные короткие щетинки.....*Obessogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894)
- 2. Сегменты уросомы усажены группами шипов (до 5 шипов в каждой группе)
..... *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894)
 - Сегменты уросомы без шипов, лишь с одиночными щетинками
..... *Obesogammarus obesus* (G.O.Sars, 1894)

Ключ для определения бокоплавов из семейства Corophiidae

- 1. Сегменты уросомы слиты между собой..... *Apocorophium lacustre* (Vanhöffen, 1911)
 - Сегменты уросомы не слиты между собой, хорошо сегментированы.....2
- 2. Дактилус гнатоподов 2 с зубцом.....3

- Дактилус гнатоподов 2 без зубца.....*Corophium multisetosum* Stock, 1952
- 3. Четвертый членик стебелька антенны 2 с отчетливым зубцом.... *Chelicorophium robustum* (G.O. Sars, 1895)
- Четвертый членик стебелька антенны 2 без отчетливого зубца.....*Chelicorophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895)

Ключ для определения бокоплавов из семейства Talitridae

- 1 Экзоподиты уropодов 1 имеют зубец лишь на конце, и не имеют зубцов по краю экзоподита *Platorchestia platensis* Krøyer, 1845
- Экзоподиты уropодов 1 всегда имеют зубцы и на конце, и вдоль края экзоподита.....2
- 2 Торакоподы 2 и 3 у обоих полов с ложными клешнями..... 3
- Торакоподы 2 и 3 у обоих полов простые..... 4
- 3 Мерусы и карпусы торакоподов 8 у взрослых самцов сильно уплощены и расширены; торакоподы 3 самок без тонких постеродистальных лопастей на мерусе *Orchestia gammarellus* (Fallas, 1766)
- Мерусы и карпусы торакоподов 8 у взрослых самцов не уплощены и не расширены; торакоподы 3 самок с маленькими, тонкими постеродистальными лопастями на мерусе *Cryptorchestia cavimana* (Pallas, 1766)
- 4 Торакоподы 3 самцов большие и вооружены ложными клешнями, внутренний край ладони прямой; стебель и ветви уropодов 3 с шипами; тельсон с шипами, его длина равна ширине..... *Deshayeschorchestia deshayesii* (Audouin, 1826)
- Торакоподы 3 обоих полов без ложных клешней; уropоды 3 за исключением единственного длинного концевой шипа лишь несут щетинки; ширина тельсона больше его длины; тельсон мясисто утолщенный..... *Taltrus saltator* (Montagu, 1808)

Ключ для определения бокоплавов из семейства Pontogammaridae

- 1. Коксальная площадка 4 густо окаймлена длинными щетинками.....2
- На коксальной площадке 4 щетинок нет или имеются одиночные короткие щетинки.....*Obessogammarus crassus* (G.O. Sars, 1894)
- 2. Сегменты уросомы усажены группами шипов (до 5 шипов в каждой группе) *Pontogammarus robustoides* (G.O. Sars, 1894)
- Сегменты уросомы без шипов, лишь с одиночными щетинками *Obesogammarus obesus* (G.O.Sars, 1894)

Благодарности

В сборе материалов по амфиподам для данной работы принимали участие Гумен А.В., Кобяков К.А., Бауэр М.Г., Подзорова А.А., Панкратов Е.М., Панкратова К.М. и Панкратов М.В. А.Н. Дитрих прислала нам из Германии новейшую литературу по амфиподам Балтийского моря и его водосборного бассейна. Е.В. Кривопускова, «КГТУ», передала нам для идентификации пробы амфипод из ряда пресных водоемов области. Авторы выражают всем свою искреннюю признательность за помощь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gruner H.-E. Stsamm Arthropoda// Lehrbuch der Speziellen Zoologie. Bd. I. Wirbellose Tiere. 4. Teil: Arthropoda (ohne Insecta) – Jena, 1993 – Gustav Fischer Verlag, S. 341– 442.
2. Тахтеев В.В., Сидоров Д.Д. Разнообразие и распределение амфипод континентальных вод Северной Евразии. // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сб. лекций и докладов Международной школы-конференции. – 2012. – ИБВВ РАН, Борок. – С.102– 107.

3. Eggers T.O., Martens A. A key to the freshwater Amphipoda (Crustacea) of Germany // *Lauterbornia*. – 2001. Bd. 42.– 68 p.
4. Дитрих А.Н., Джабраилова Г.М. Экология морской блохи (*Talitrus saltator* Montagu, 1808) на побережье юго-восточной Балтики. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО КГТУ, 2007. – 173 с.
5. Zettler M., Zettler A. 2017. Amphipoda. Die Tierwelt Deutschlands. – 83. Teil. – ConchBooks. – 845 s.
6. Jazdzewski K., Konopacka A., Grabowski M. Four Ponto-Caspian and one American gammarid species (Crustacea, Amphipoda) recently invading Polish waters // *Contributions to Zoology*. – 2002. – Vol. 71. – № 4. – P. 115–122.
7. Wawrzyniak-Wydrowska B., Gruszka P. Population dynamics of alien gammarid species in the River Odra estuary // *Hydrobiologia*. – 2005. – Vol. 539. – № 1. – P. 13–25// Электрон. данные. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-004-3081-6> (дата обращения 24.04.2019).
8. Grabowski M., Jazdzewski K., Konopacka A. Alien Crustacea in Polish waters – Amphipoda // *Aquatic Invasions*. – 2007. – № 2 – P. 25–38.
9. Dobrzycka-Krahel A., Rzemyskowska H. First records of Ponto-Caspian gammarids in the Gulf of Gdansk (southern Baltic Sea) // *Oceanologia*. – 2010. – Vol. 52. – № 4. – P. 727–735.
10. Rachalewski M., Konopacka A., Grabowski M., et al. *Echinogammarus trichiatus* (Martynov, 1932) – a new Ponto-Caspian amphipod invader in Poland with remarks on other alien amphipods from the Oder river // *Crustaceana*. – 2013. – Vol. 86. – № 10. – P. 1224–1233. DOI: 10.1163/15685403-00003228.
11. Janas U., Kendzierska H. Benthic non-indigenous species among indigenous species and their habitat preferences in Puck Bay (southern Baltic Sea) // *Oceanologia*. – 2014. – Vol. 56. – № 3. – P. 603–628. DOI:10.5697/oc.56-3.603.
12. Макаренко А.И., Вежновец В.В. Биотопическая приуроченность чужеродных и нативных видов разноногих ракообразных (Amphipoda, Crustacea) в условиях водоемов Беларуси // *Журн. Белорус. гос. ун-та. – Экология*. – 2018. – № 4. – С. 29–41.
13. Konopacka A. Inwazyjne skorupiaki obunogie (Crustacea, Amphipoda) w wodach Polski // *Przegląd Zoologiczny*. – 2004. – № 48.– P. 141–162
14. Jazdzewski K., Konopacka A., Grabowski M. Recent drastic changes in the gammarid fauna (Crustacea, Amphipoda) of the Vistula River deltaic system in Poland caused by alien invaders // *Diversity and Distributions*. – 2004. –Vol. 10. – P. 81–87.
15. Grabowski M., Jazdzewski K, Konopacka A. Alien Crustacea in Polish waters – Amphipoda. *Aquatic Invasions*. – 2007. – № 2. – P. 25–38.
16. Mastitsky S.E., Makarevich O.A. Distribution and abundance of Ponto-Caspian amphipods in the Belarussian section of the Dnieper River // *Aquatic Invasions*. – 2007. – № 2. – P. 39–44.
17. Гусев А.А., Гусева Д.О., Рудинская Л.В. Чужеродные виды Malacostraca и Mollusca в водах Калининградской области // *Актуальные проблемы гидробиологии и ихтиологии* (6 декабря 2011 г. Казань, Россия). – Казань: Изд-во “Казанский университет”, 2012. – С. 25–28.
18. Гусев А.А., Рудинская Л.В. Фауна зообентоса юго-восточной части Балтийского моря (Гданьский бассейн) в разные периоды исследований // *Труды АтлантНИРО. Новая серия*. – 2017. –Т. 1. – № 3.– С. 33–64.
19. Gusev A.A., Guseva D.O., Sudnik S.A. New record of the Ponto-Caspian gammarid *Dikergammarus villosus* (Sowinsky, 1894) in the southeastern part of the Baltic Sea (Kaliningrad oblast, Russia) // *Russian Journal of Biological Invasions*. – 2017. – Vol. 8.– № 3. – P. 218–225.
20. Jazdzewski K. Range expansions of some gammaridean species in the European inland waters caused by human activity // *Crustaceana*. – 1980. – Vol. 6 (Suppl.). – P. 84–107.
21. Arbačiauskas K. Amphipods of the Nemunas River and Curonian Lagoon, the Baltic Sea basin: where and which native freshwater amphipods persist? // *Acta Zoologica Lituanica*. – 2008. – P. 10–16// Электрон. данные. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.478/v10043-008-0002-3> (дата обращения 24.04.2019).
22. Barnes R.S.K. The brackish-water fauna of the Northwestern Europe. Cambridge: University Press, 1994. – 185 p.

23. Гусев А.А., Рудинская Л.В. Современный видовой состав зообентоса Вислинского залива и его сравнение с аналогичными данными 20-х годов XX века. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 годах. Т. 1. – Балтийское море и заливы // Труды АтлантНИРО. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2014. – С. 100-122.
24. Максименко А.С. Макрозообентос прибрежной зоны четырех водоемов г. Калининграда: выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению подготовки Водные биоресурсы и аквакультура. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО КГТУ, 2016. – 54 с.
25. Rudolph K. Erstnachweis des Amphipoden *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 (Crustacea: Gammaridea) im Peenestrom und Achterwasser (südliche Ostseeküste) // Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern. – 1994. – Bd. 37. – № 2. – S. 23–29.
26. Jazdzewski K., Konopacka A., Grabowski M. Four Ponto-Caspian and one American gammarid species (Crustacea, Amphipoda) recently invading Polish waters // Contributions to Zoology. – 2002. – Vol. 71. – № 4. – P. 115–122.
27. Strode E., Berezina N.A., Kalnins M. et al. New records of the amphipods *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 and *Pontogammarus robustoides* G.O. Sars, 1894 in Latvian waters of the Baltic Sea // Bio-Invasions Records. – 2013. – Vol. 2. – Issue 1. – P. 63–68.
28. Szaniawska A., Łapucki T., Normant M. The invasive amphipod *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939, in Puck Bay // Oceanologia. – 2003. – Vol. 45. – P. 507–510.
29. Pienimäki M., Helavuori M., Leppäkoski E. First findings of the North American amphipod *Gammarus tigrinus* Sexton, 1939 along the Finnish coast // Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica. – 2004. – Vol. 80. – P. 17–19.
30. Ezhova, E., Żmudzinski, L., Maciejewska, K. Long-term trends in the macrozoobentos of the Vistula Lagoon, southeastern Baltic Sea: species composition and biomass distribution // Bulletin Sea Fisheries Institute. – 2005. – Vol. 164. – № 11. – P. 55–73.
31. Kotta, J. *Gammarus tigrinus* arrived in the Gulf of Riga in July 200. // ICES Report of Benthos Ecology Working Group, 19-22 April 2005. – 2005. – 14 p.
32. Wawrzyniak-Wydrowska, B., Gruszka, P. Population dynamics of alien gammarid species in the River Odra estuary // Hydrobiologia. – 2005. – Vol. 539. – № 1 // Электрон. данные. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-004-3081-6> (дата обращения 24.04.2019).
33. Daunys, D., Zettler, M.L. Invasion of the North-American amphipod (*Gammarus tigrinus* Sexton, 1939) into the Curonian Lagoon, south-eastern Baltic Sea // Acta Zoologica Lituanica. – 2006. – Vol. 16. – № 1. – P. 20–26.
34. Berezina, N.A. Changes in aquatic ecosystems of the north-western Russia after introduction of Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus* // In: Gherardi F. (ed.), Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats. – Netherlands: Springer, 2007. – P. 479–493.
35. Sexton, E.W. Some brackish-water Amphipoda from the mouths of the Weser and the Elbe, and from the Baltic // Proceedings of the Zoological Society of London. – 1912. – № 2. – P. 656–665.
36. Гусев, А.А., Гусева, Д.О., Рудинская, Л.В. Предварительные итоги изучения зообентоса предустьевых участков некоторых рек Калининградской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2014. – Т. 23. – № 2. – С. 61–71.
37. Масюткина, Е.А. Оценка экологического состояния водных объектов калининградской области на основе структурно-функциональных и индикаторных свойств зообентос: дис. ... канд. биол. наук. – Калининград, 2018. – 186 с.
38. Мордухай-Болтовская, Э.Д. Иванов, П.И., Машинец, И.П. Зоопланктон и зообентос озера Виштынецкого // Труды КТИ. – 1971. – Вып. 26. – С. 38–53.
39. Шибеева, М.Н., Масюткина, Е.А., Матвеева, Е.П. Видовое разнообразие зообентоса и биоиндикация внутренних водоемов Калининградской области // Известия КГТУ. – 2010. – № 19. – С. 172.
40. Шибеева, М.Н., Кривопускова, Е.В., Мычкова, А. В., Масюткина, Е.А. Видовой состав зоопланктона и зообентоса в зоне мониторинга рек Неман и Шешупе как показатель фоновой сапробности // IV науч.-практ. конф. с междунар. участием «Экологическая и радиационная безопасность объектов атомной энергетики». Под ред. М.И. Орловой, Е.Е. Ежовой. – Калининград: Издательский Дом «РОСТ-ДООАФК». – 2017. – С. 116–120.

41. Шибаева, М.Н., Кривоускова, Е.В., Мычкова, А.В. и др. Оценка фонового экологического состояния р. Неман и р. Шешупе в пределах возможного воздействия от деятельности Балтийской АЭС по гидробиологическим показателям // Региональная экология – 2018. – Т. 1. – № 51. – С. 96–107.
42. Григялис, А.И. Бентосные ледниковые реликтовые ракообразные, обнаруженные в ледниковых озерах Литовской ССР в 1952–1978 гг. // Труды АН Литовской ССР. – 1980. – Сер. В. – Т. 2. – № 90. – С. 69–76.
43. Żmudzinski, L. Retreat of *Pallasiola quadrispinosa* (G. O. Sars) and *Monoporeia affinis* (Lindström) from the Polish lakes // Polish Archives of Hydrobiology. – 1995. – Vol. 42. – № 4. – P. 401–407.
44. Arbačiauskas, K. The distribution and local dispersal of Ponto-Caspian Peracarida in Lithuanian fresh waters with notes on *Pontogammarus robustoides* population establishment, abundance and impact // Oceanological and Hydrobiological studies. – 2005. – Vol. 34. – P. 93–111.
45. Berezina, N.A., Zhakova, L.V., Zaporozhets, N.V. et al. Key role of the amphipod *Gmelinoides fasciatus* in reed beds of Lake Ladoga // Boreal Environment Research. – 2009. – № 14. – P. 404–414.
46. Bernerth, H., Stein S. *Crangonyx pseudogracilis* und *Corophium robustum* (Amphipoda) zwei neue einwanderer im hessischen Main sowie erstnachweis für Deutschland von *C. robustum* // Lauterbornia. – 2003. – Bd. 48. – S. 57–60.
47. Berthold, E., Kaiser, I., Weitere Funde von *Crangonyx pseudogracilis* und *Chelicocorophium robustum* (Amphipoda) im Main // Lauterbornia. – 2004. – Bd. 50. – S. 15–17.
48. Köhn, J., Gosselk, F. Bestimmungsschlüssel der Malakostraken der Ostsee // Mitteilungen aus dem Zoologische Museum in Berlin. – 1989. – Bd. 65. – S. 3–114.
49. Atlas of Polish marine area bottom habitats: Environmental valorization of marine habitats // Gic-Grusza G., Kryla-Straszewska L., Urbański J., et al. (eds.). – Gdynia: Broker-Innowacji, 2009. – 179 p.
50. Żmudziński, L. Animals world of the Baltic sea (in Polish) – Warszawa: Wydawnictwa szkolne i pedagogiczne, 1990. – 196 pp.
51. Буруковский, Р.Н. Определитель бокоплавов (Crustacea, Amphipoda) Балтийского моря // VI междунар. Балтийский морской форум (3–6 сентября 2018 г.): материалы. – 2018. – Т. 3. – Ихтиопатология и гидробиология. – Электронное издание. – Калининград: Издательство БГАРФ. – С.194–205.

ABOUT FRESHWATER AMPHIPODES OF THE KALININGRAD REGION

¹Burukovsky Rudolf Nikolaevitch, Doctor of the Science, Professor,
Professor Department Ichthyopatolgy and Hydrobiology;

¹Sudnik Svetlana Alexandrovna, Phd, Assistant professor Department Ichthyopatolgy
and Hydrobiology;

²Gusev Andrey Alexandrovich, Senior Researcher, Laboratory of Hydrobiology

¹Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: burukovsky@klgtu.ru, svetlana.sudnik@klgtu.ru;

²Atlantic branch of the Federal State Budget Scientific Institution
“Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography” (“AtlantNIRO”),
Kaliningrad, Russia, e-mail: andgus@rambler.ru

In the fresh waters of the Kaliningrad region, 12 amphipod species from 5 families were found. Based on the analysis of data on the distribution of freshwater amphipod species living in the regions adjacent to the Kaliningrad region, we can assume the presence or very likely invasion of another 23 species in our region's waters near future. The publication provides a list of species, their finds in adjacent regions or in the waters of the region, as well as keys for identification 35 species of freshwater amphipods inhabiting the region's waters or potential invaders in them

ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЫЧКОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Володина Виктория Викторовна, канд. биол. наук, заведующая лабораторией
ихтиопатологии;

Менькова Анна Витальевна, научный сотрудник;

Воронина Елена Александровна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник;

Конькова Анна Владимировна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник;

Терпугова Надежда Юрьевна, мл. научный сотрудник;

Галяутдинова Екатерина Рафаэлевна, мл. научный сотрудник;

Баубекова Динара Гайдаровна, ведущий инженер

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
г. Астрахань, Россия, e-mail: kaspnirh@mail.ru

Приведены материалы паразитологических и микробиологических исследований бычковых рыб, выловленных в северной части Каспийского моря в 2018 г. Выявлено девять видов паразитов, в летний период у 1,6 % рыб диагностирован эргазилез. В осеннее время зарегистрировано снижение общей зараженности рыб на фоне обеднения видового разнообразия паразитоценозов. Микробные ассоциации органов и тканей бычковых рыб летом и осенью были схожими и представлены грампозитивными и грамотрицательными формами с доминированием представителей сем. Enterobacteriaceae. Большая часть выявленных бактерий обладала высокой ферментативной активностью и антибиотикорезистентностью. Полученные результаты свидетельствуют о неудовлетворительном ихтиопатологическом состоянии обследованных рыб

Введение

Большинство морских рыб Каспийского моря, относящихся к сем. Gobiidae, являются эндемиками. Бычковые рыбы – обитатели придонного слоя воды, не совершают большие миграции, а ведут оседлый, малоподвижный образ жизни, поэтому в большей степени подвержены воздействию среды обитания. В связи с этим представители ихтиофауны этого семейства могут служить своего рода индикаторами состояния водной экосистемы. Установлено, что изменения окружающей среды, вызванные, в первую очередь, хозяйственной деятельностью человека, создают благоприятные условия для трансформации одно- и многоклеточных паразитарных форм, что обуславливает жесткий отбор видов, идущих по пути приспособления к экстремальным условиям среды [1, с. 479-482].

Эпизоотическая оценка экосистемы в целом и ее отдельно взятых биоценозов является важной задачей ихтиопатологического мониторинга. Широкое распространение паразитов и микроорганизмов, в том числе патогенных для рыб, свидетельствуют о возможности использования критериев «зараженность» и «контаминация» в качестве индикаторов объективной оценки санитарно-гигиенического состояния гидроэкосистемы.

В связи с этим, в 2018 г. были проведены паразитологические и микробиологические исследования бычковых рыб, обитающих на акватории северной части Каспийского моря.

Материал и методы

При проведении полного паразитологического анализа обследовали внутренние органы и покровы тела бычковых рыб. Исследование проводили летом и осенью, всего обследовано

178 бычков. Сбор, фиксацию и обработку материала проводили по общепринятой методике [2, 121 с.]. Видовую диагностику паразитов осуществляли по соответствующим определителям [3, 776 с.; 4, 583 с.] с использованием стереоскопических микроскопов МБС-10 и биологических микроскопов «Микмед-1» и «Олимпус».

При паразитологических исследованиях учитывали стандартные показатели: экстенсивность инвазии (ЭИ); интенсивность инвазии (ИИ); индекс обилия (ИО).

Для определения таксономического состава микроорганизмов, выделенных из органов и тканей бычковых рыб, осуществляли постановку накопительных культур [5, 608 с.] на среде Клодницкого. Для выделения чистых культур использовали метод поверхностного посева на плотные питательные среды. Для выявления чистоты культуры изучали культуральные и морфологические свойства выделенных бактерий [5, 608 с.; 6, 364 с.]. Идентификацию микроорганизмов проводили с использованием следующих определителей: «Определитель бактерий Берджи» [7, 791 с.], «Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий» [8, 799 с.].

Результаты исследований и обсуждение

Анализ данных показал, что органы и ткани бычковых рыб были инвазированы следующими паразитарными формами, относящимися к различным таксономическим группам: *Glugea* sp. (Microsporidia: Glugeidae), *Cryptocotyle concava* (Trematoda: Heterophyidae), *Anisakis schupakovi* (Nematoda: Anisakidae), *Contracaecum microcephalum* (Nematoda: Anisakidae), *Cucullanus sphaerocephalus* (Nematoda: Cucullanidae), *Cucullanellus minutus* (Nematoda: Cucullanidae), *Eustrongylides excisus* (Nematoda: Dioctophymidae), *Rhabdochona gnedini* (Nematoda Rhabdochonidae), *Ergasilus* sp. (Crustacea: Ergasilidae).

Отмечена высокая зараженность рыб - 80,33 % летом и 63,25% осенью. Наиболее широкое разнообразие видового состава зарегистрировано в осенний период – 9 видов паразитов, летом – 7 (таблица 1). Наиболее разнообразно в паразитоценозах был представлен класс Nematoda. Несмотря на характерные циклы развития и биологические особенности представителей этого класса, заражение ими рыб во всех случаях происходит по пищевым цепям. Поэтому уровень заражения го-бирид преимущественно зависит от частоты встречаемости организмов, передающих инвазию, в их пищевом рационе. Так, внедрение паразита, осуществляется двумя путями. Активное заражение происходит через зоопланктонных ракообразных - первых промежуточных хозяев. Для донных рыб этот тип передачи инвазии не играет существенной роли, так как зоопланктонные организмы в пищевом рационе бычков практически не встречаются. Второй вариант – «пассивное переселение» - в этом случае заражение происходит при поедании инвазированной рыбы. Поскольку последний путь заражения для бычковых рыб также исключен, очевидно, что присутствие морских и эвригалинных нематод *A. schupakovi*, *C. microcephalum*, *E. excisus* в паразитофауне бычковых рыб носило случайный характер и в первую очередь зависело от попадания инвазированных объектов в рацион рыб. Следует отметить, что для представителей сем. Anisakidae и Dioctophymatidae бычки являются промежуточными хозяевами.

Таблица 1

Показатели зараженности бычковых рыб, выловленных на акватории Каспийского моря

Название паразита	Локализация	лето			осень		
		ЭИ, %	СИИ, экз.	ИО, экз.	ЭИ, %	СИИ, экз.	ИО, экз.
<i>Glugea</i> sp.	Полость кишечника	4,92	35,67	1,75	14,53	63,00	9,15
<i>Cryptocotyle concava</i>	Жабры	1,64	16,00	0,26	4,27	5,80	0,25
<i>Anisakis schupakovi</i>	Полость тела (серозные оболочки паренхиматозных органов)	1,64	1,00	0,02	0,85	2,00	0,02
<i>Contracaecum microcephalum</i>	Полость тела (серозные оболочки паренхиматоз-	0,00	0,00	0,00	2,56	1,33	0,03

Название паразита	Локализация	лето			осень		
		ЭИ, %	СИИ, экз.	ИО, экз.	ЭИ, %	СИИ, экз.	ИО, экз.
	ных органов)						
<i>Cucullanus sphaerocephalus</i>	Полость кишечника	52,46	7,63	4,00	30,77	4,25	1,31
<i>Cucullanellus minutus</i>	Полость кишечника	8,20	2,60	0,21	6,84	2,75	0,19
<i>Eustrongylides excisus</i>	Полость тела (серозные оболочки паренхиматозных органов)	1,64	3,00	0,05	3,42	1,25	0,04
<i>Rhabdochona gnedini</i>	Полость кишечника	0,00	0,00	0,00	0,85	1,00	0,01
<i>Ergasilus sp.</i>	Жабры	57,38	12,17	6,98	23,08	3,28	1,97

В отличие от круглых червей сем. Anisakidae и Dioctophmatidae, нематоды п./отр. *Cucullanata* заражают рыбу перорально на стадии личинки II и внедряются в слизистую желудочно-кишечного тракта, где растут и развиваются до личинок III стадии и, только после этого, мигрируют в просвет кишечника рыбы [9, 22 с.]. Выявленный возрастной состав круглых червей п./отр. *Cucullanata* указывает на наличие постоянной циркуляции инвазии *C. sphaerocephalus* и *C. minutus* у гобии на исследованном участке.

Следует отметить, что нематод *C. sphaerocephalus* и *C. minutus* у бычков регистрировали чаще, чем *A. schupakovi*, *C. microcephalum*, *E. excisus*. В своем развитии кукуллянтаты не связаны с промежуточными хозяевами (в отличие от анизакид, «зоны активного заражения» которыми ограничены ареалами обитания промежуточных хозяев). Их пространственное распространение в водоеме происходит с током воды на стадиях яйца и свободноживущей личинки. При этом заражение рыб осуществляется в процессах питания и дыхания, а параллельное увеличение в питании гобии неподвижной и/или мало подвижной пищи способствует стабильной инвазированности *C. sphaerocephalus* и *C. minutus*, так как повышается вероятность захвата осевших на дно личинок этих круглых червей [10, с. 21-24].

Выявлено, что паразитоценозы бычковых рыб были подвержены сезонным трансформациям, что закономерно. Так, снижение инвазированности бычков однолетними моноксенными нематодами *C. sphaerocephalus* и ракообразными *Ergasilus sp.* от лета к осени обусловлено сменой генераций этих паразитов. Уменьшение степени зараженности рыб связано как с завершением биологического цикла гельминтов, так и условиями среды обитания, способствующими активному или пассивному развитию паразитов. Основным фактором, влияющим на продолжительность периода, в течение которого происходит полная смена поколений паразитов, является температура воды. В связи с этим осенью пополнение паразитоценозов ракообразными вследствие биологических особенностей (однолетний моноксенный эктопаразит) было слабым и не компенсировало их элиминации, в целом, не позволив развиваться инвазионному заболеванию в осенний период. Пополнение паразитоценозов рыб однолетними и многолетними червями происходило неравномерно, однако сохранялась общая тенденция снижения их численности от лета к осени. Исключение составили *E. excisus*, *C. concava* и *Glugea sp.*, уровень инвазии которыми увеличился в осенний период в 2,0, 2,6 и 3,0 раза, соответственно. Подобный рост инвазии указывал на разносторонний спектр питания этих рыб в совокупности с благоприятными условиями развития паразитов.

Как и в случае с *C. sphaerocephalus*, *C. minutus*, составлявшие «ядро» паразитоценозов гобии, ракообразные *Ergasilus sp.* оставались постоянными сочленами паразитарного сообщества бычков. Максимальными показателями зараженности рачками р. *Ergasilus* характеризовались бычки в летний период. Экстенсивность инвазии к осени снизилась в 2,5 раза, достигнув 23,08 %. Подобная сезонная динамика закономерна, и обусловлена гидротермическим режимом, влияющим на развитие паразитических рачков.

Следует отметить, что паразит любой систематической группы при определенных условиях может стать причиной инвазионного заболевания у рыб и привести к летальному исходу. Так, в летний период при массовом поражении жаберного аппарата у 1,6 % обследованных рыб зарегистрированы признаки крастацидоза (эргазилеза). Интенсивность инвазии при заболевании превышала 140 рачков/рыбу.

Больные эргазилезом особи характеризовались повышенным ослизнением жабр, стазом сосудов, очаговой гиперемией и некротическими изменениями тканей дыхательного аппарата. Лепестки в зоне прикрепления паразитических ракообразных были либо сильно повреждены, либо разрушены. Вокруг зоны прикрепления ракообразного развивался мощный локальный отек. Печень рыб в большинстве случаев имела мозаичную окраску и «рыхлую» структуру, сосуды печени были повышено кровенаполнены, в верхней части органа развивались очаги гиперемии (мелкие и средние), в единичных случаях вершина печени была полностью гиперемирована. Селезенка - уплотнена, повышено кровенаполнена. Почки - увеличены в головном отделе, в отдельных случаях каудальный отдел почек был оводнен. Патологических процессов, сопряженных с паразитированием других видов паразитов в органах гобиид ни в одном из обследованных районах отмечено не было, то есть они сосуществовали с хозяевами на уровне бессимптомного паразитоносительства.

В целом паразитарное сообщество бычков формировалось моно – и поликсенными специфичными и эвриксенными паразитами. В осенний период видовой состав паразитофауны был более разнообразен. Сезонные флуктуации паразитарной составляющей связаны с эколого-биологическими особенностями паразитов и их хозяев, а также с гидролого-гидрохимическим режимом. Трансформации качественного состава фауны паразитов бычковых рыб происходили за счет малочисленных видов (*C. microcephalum* и *R. gnedini*), зараженность которыми обусловлена численностью инвазированных промежуточных хозяев I и II порядков в спектре питания бычков.

Параллельно проведенные микробиологические исследования 2018 г. показали, что в общем из внутренних органов и тканей бычковых рыб были изолированы следующие микроорганизмы: *Corynebacterium* sp., *Kurthia* sp., *Micrococcus* sp., *Planococcus* sp., *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *S.intermedius*, *S. xylosus*, *Citrobacter* sp., *Citrobacter freundii*, *Enterobacter* sp., *Proteus* sp., *P.vulgaris*, *Klebsiella* sp., *Acinetobacter* sp., *A. lwoffii*, *Pseudomonas* sp., *Ps. aeruginosa*, *Ps. putida*, *Aeromonas* sp., *Vibrio* sp., *V. fischeri*, *Alcaligenes* sp., *Flavobacterium* sp., *F. odoratum*. Процентное соотношение основных таксономических групп бактерий, выделенных из внутренних органов и тканей рыб летом, представлено на рисунке 1.

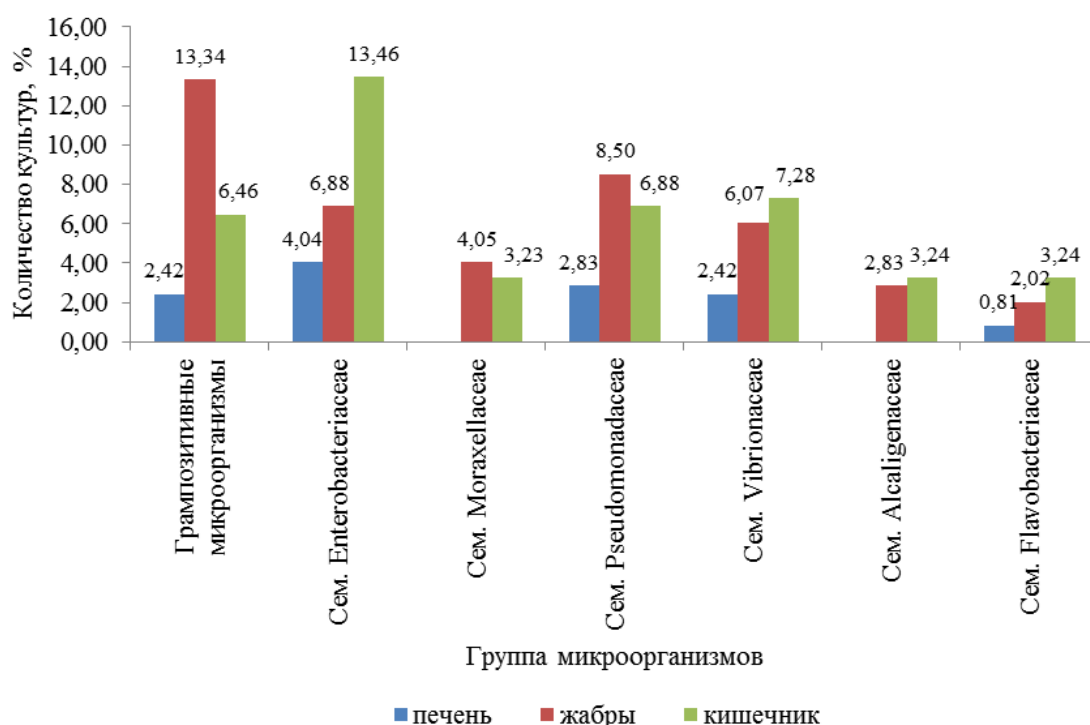


Рис. 1. Биоразнообразие микробиоты внутренних органов бычков, выловленных в летний период 2018 г.

Во всех обследованных биотопах кишечника бычков преобладали представители сем. Enterobacteriaceae (13,46 %). Вибрионы, доля которых составляла 7,28 % всех изолятов,

субдоминировали в микробных ассоциациях желудочно-кишечного тракта. Третьими по частоте встречаемости были псевдомонады, значительно уступающие своей численностью доминирующему семейству (в 1,9 раза). Грамположительные микроорганизмы по количеству случаев выделения регистрировали на четвертом месте, а их удельный вес несущественно уступал псевдомонадам. Алкалигенесы, флавобактерии и ацинетобактеры изолировали из проб кишечника единично, а их суммарная численность не превышала 9,71 % всех идентифицированных культур. Следует отметить, что отдельные представители изолированных бактерий являются условно-патогенными микроорганизмами с высокой выживаемостью в окружающей среде и способностью проникать и персистировать в макроорганизме, инициируя, при определенных условиях, инфекционные процессы. [11, 108 с.].

В микробных ассоциациях жабр преобладали грамположительные микроорганизмы и псевдомонады. Энтеробактерии отмечали на третьем месте, вибрионы по частоте встречаемости были четвертыми. Остальные представители микроценозов жаберного аппарата регистрировали значительно меньшим числом изолятов.

Контаминация печени рыб была минимальной, однако, принимая во внимание, что в норме печень рыб должна быть стерильна, бактериальное обсеменение данного органа носило скорее эндогенный характер, поскольку у всех исследованных рыб отмечена полная видовая идентичность микроорганизмов, выделенных из печени и кишечника.

В осенний период групповое соотношение бактерий, выделенных из внутренних органов бычков, несколько изменилось, а качественный состав стал разнообразнее (рисунок 2).

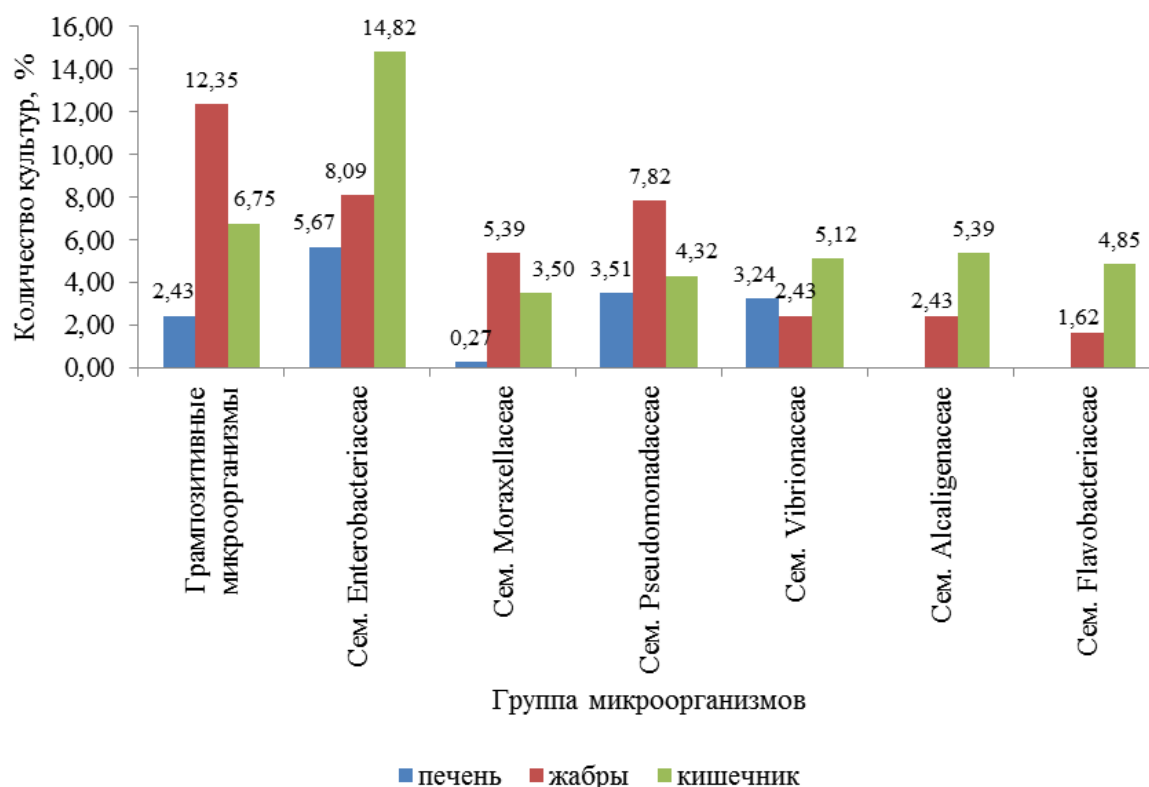


Рис. 2. Биоразнообразие микробиоты внутренних органов бычков, выловленных в осенний период 2018 г.

Наибольшим многообразием микробных сообществ характеризовался кишечник. В составе его бактериоценозов, аналогично летним данным, преобладали энтеробактерии (14,82% всех изолятов) – типичные представители микробиоты желудочно-кишечного тракта. Грамположительные микроорганизмы, несколько увеличив свою численность, вытеснили вибрионов с их ниши, заняв субдоминирующее положение. Грампозитивные бактерии относятся больше к транзитной микрофлоре бычковых рыб и, учитывая особенности питания последних, увеличению численности вышеуказанных микроорганизмов способствовало скорее повышение их

концентрации в донных отложениях от лета к осени и высокая концентрация в воде в оба периода исследований. Удельный вес вибрионов, в свою очередь, снижался от лета к осени (с 7,28 до 5,39 %) дополнительно способствуя повышению доли грамположительной микрофлоры за счет снижения конкурентоспособности. Тенденция сезонных изменений численности псевдомонад была идентична таковой вибриофлоры. Остальные микроорганизмы изолировали значительно реже.

В бактериоценозе жабр, по-прежнему, превалировала грамположительная группа микроорганизмов. Доля представителей сем. Enterobacteriaceae несколько возросла от лета к осени, что, при одновременном снижении численности псевдомонад, позволило энтеробактериям занять субдоминирующее положение.

Доля выделенных бактерий печени по отношению ко всей изолированной микробиоте незначительно увеличилась, также произошло перераспределение процентного соотношения бактерий внутри микробных ассоциаций.

У всех микроорганизмов, изолированных от рыб сем. Gobiidae, дополнительно определяли наличие способности синтезировать различные ферменты, как факторы патогенности: ДНК-азу, лецитиназу, протеазу и гемолизин (таблица 2).

Таблица 2

Факторы патогенности микроорганизмов, изолированных из органов и тканей бычков

Исследуемые бактерии	Количество культур, проявляющих активность, %			
	ДНК-азная	Гемолитическая	Лецитиназная	Протеолитическая
Грампозитивные микроорганизмы	-	14,75	15,17	12,00
Сем. Enterobacteriaceae	1,04	2,29	1,92	2,96
Сем. Moraxellaceae	1,56	-	9,54	6,41
Сем. Pseudomonadaceae	-	2,44	1,56	7,22
Сем. Vibrionaceae	3,68	2,10	2,70	0,78
Сем. Flavobacteriaceae	0,78	0,78	-	1,56
Сем. Alcaligenaceae	-	4,32	0,78	3,66

Наиболее часто у микроорганизмов регистрировали лецитиназную и гемолитическую активности (до 15,17 и 14,75 %). Протеазу в различной степени синтезировали представители всех обследованных таксономических групп микроорганизмов. Гемолитическую активность также проявляли все выделенные группы бактерий, за исключением ацинетобактеров. Среди всех протестированных микроорганизмов лецитиназу не синтезировали только флавобактерии. Наиболее активными продуцентами всех определяемых ферментов были представители сем. Vibrionaceae. У грамположительных микроорганизмов, псевдомонад и алкалигенесов регистрировали ферментативную активность в отношении всех изученных групп веществ (за исключением расщепления ДНК клеток).

Ввиду того, что выделенные бактерии относились к группе условно-патогенных микроорганизмов, наличие факторов патогенности дополнительно повышает их потенциальную опасность для гидробионтов. Протеолитическая и лецитиназная активности позволяют бактериям проникать в клетки организма-хозяина, что, как правило, приводит к развитию инфекционного процесса. Микроорганизмы, проявляющие гемолитическую активность, способны разрушать клетки крови – эритроциты, а ДНК-азная активность позволяет бактериям разрушать генетический материал, что является причиной гибели клеток организма-хозяина [12, 215 с.].

Все изолированные бактерии протестировали на степень устойчивости к ряду антимикробных препаратов, результаты по антибиотикорезистентности выделенных микроорганизмов представлены в таблице 3.

**Чувствительность микроорганизмов, изолированных из органов и тканей бычков
к антибиотикам в 2018 г.**

Антибиотики	Количество культур, %		
	резистентные	чувствительные	высокочувствительные
Гентамицин	12,25	15,94	71,81
Офлоксацин	20,42	33,77	45,81
Тетрациклин	29,53	34,82	35,65
Ципрофлоксацин	25,83	17,37	56,8
Стрептомицин	24,91	26,52	48,57
Левомецитин	31,30	17,51	51,19
Имипенем	23,74	27,75	48,51
Эритромицин	48,36	18,19	33,45
Фурадонин	50,34	17,1	32,56
Ампициллин	56,51	20,05	23,44

Антибиотиком, к которому проявляло устойчивость наибольшее число изолятов, был ампициллин (56,51 % культур), препарату антимикробного действия устойчивость к которому проявляло наименьшее количество микроорганизмов, соответствовал гентамицин (12,25 %).

Следует отметить, что у отдельных микроорганизмов наблюдали одновременную устойчивость больше чем к половине протестированных антибиотиков. У небольшого числа исследованных видов бактерий уже через 12 часов наблюдалось появление многочисленных устойчивых клонов и зарастание зон торможения роста. Это указывало на значительную гетерогенность популяции вышеуказанных микроорганизмов в отношении исследованных антибиотиков и присутствие в популяции одного вида форм с разной степенью устойчивости. Приобретение резистентности микроорганизмами демонстрирует их эволюционную изменчивость под воздействием факторов внешней среды.

Заключение

Высокий уровень зараженности паразитическими копеподами с проявлением клинических форм крустацеоза летом 2018 г. указывал на сохранение высокого эпизоотического потенциала *Ergasilus sp.* и активное функционирование природных очагов инвазии на акватории северной части Каспийского моря, что позволяет оценить ихтиопатологический статус обследованных рыб как неблагоприятный. В тоже время снижение общей зараженности, отсутствие признаков инвазионных заболеваний свидетельствует о некотором улучшении состояния бычковых рыб по паразитологическим показателям к осени.

Видовой состав микробных ассоциаций обследованных органов и тканей бычков, выловленных на акватории северной части Каспийского моря, характеризовался наличием условно-патогенных и санитарно-показательных микроорганизмов. Установлено, что бактерии обладали высокой ферментативной активностью и антибиотикорезистентностью. Такие микроорганизмы представляют высокую опасность для гидробионтов, так как наличие факторов патогенности облегчает проникновение бактерий во внутренние органы рыб, что может вызвать инфекции бактериальной природы у гидробионтов, а антибиотикорезистентность указывает на высокую мутационную изменчивость и адаптивные свойства изученных микроорганизмов. В случае нарушения экологической обстановки, большинство выделенных микроорганизмов, обладая маркерами патогенности и устойчивостью к антибиотикам, могут проявить свои вирулентные свойства в отношении гидробионтов. По совокупности результатов, полученных в 2018 г., ихтиопатологическое состояние бычковых рыб на обследованной акватории оценено как неудовлетворительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куперман Б. И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Паразитология. – 1992. – В. 26. – № 6. – С. 479 – 482.
2. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И. Е. Быховская-Павловская. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1985. – 121 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб СССР/Быховская-Павловская И.Е., Гусев А.В., Дубинина М.Н., и др./Под общ. рук. Быховского Б.Е. - Москва-Ленинград: Изд-во Академии наук СССР, 1962.- 776 с.
4. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные. (Под ред. Бауера О.Н.). - Л.: Наука, 1987.- 583 с.
5. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студ. вузов / А. И. Нетрусов и др. – М: Академия, 2005.– 608 с.
6. Методы водной микробиологии. Родина А.Г. – М.: Изд-во «Наука», 1965. – 364 с.
7. Вейант Р., Мосс У., Уивер Р., Холлис Д., Джордан Дж., Кук Э., Дейншвар М. Определитель нетривиальных патогенных грамотрицательных бактерий (аэробных и факультативно анаэробных). - М.: Мир, 1999. - 791 с.
8. Определитель бактерий Берджи/ Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, и др. - Пер. с англ. В 2-х т. - М.: Изд-во Мир, 1997.- 799 с.
9. Вялова М.А. Онтогенез *Cucullanus cirratus* Muller, 1777 (Nematoda: *Cucullanata*): автореф. дис.... канд. биол. наук.- Москва, 1979. - 22 с.
10. Квач Ю.В. Скребни (*Acanthocephala*) отдельных видов бычковых рыб (*Gobiidae*) Одесского залива и лиманов северо-западной части Черного моря // Экология моря. - 2002.- Вып. 61.- С. 21-24.
11. Ларцева Л.В. Микрофлора рыб и других гидробионтов. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – 108 с.
12. Кисленко В.Н. Колычев Н.М., Суворина О. С. Ветеринарная микробиология и иммунология Ч. 3. Частная микробиология / ред. Е. В. Ярных, 2007. – 215 с.

INTIOPATOLOGICE RATING GOBY FISH THE NORTHERN PART OF THE CASPIAN SEA

Volodina Viktoriya Viktorovna, Candidate of Biology, Head of the Laboratory of Ichthyopathology;

Menkova Anna Vitalievna, Researcher;

Voronina Elena Aleksandrovna, Candidate of Biology, Senior Researcher;

Konkova Anna Vladimirovna, Candidate of Biology, Senior Researcher;

Terpugova Nadezhda Yurevna, Junior Researcher;

Galyautdinova Ekaterina Rafaelevna, Junior Researcher;

Baubekova Dinara Gajdarovna, Leading Engineer

Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Astrakhan, Russia, e-mail: kaspnrh@mail.ru

These materials parasitological and microbiological studies of goby fish taken in the Northern part of the Caspian sea in 2018 Identified nine species of parasites in the summer at 1.6 % of fish diagnosed ergasilus. In the fall season was the reduction of the overall infection rate of the fish on the background of the depletion of species diversity of parasitocenosis. Microbial associations of organs and tissues of bovine fish in summer and autumn were similar and represented by gram-positive and gram-negative forms with the dominance of representatives Enterobacteriaceae. Most of the identified bacteria had high enzymatic activity and antibiotic resistance. The results indicate an unsatisfactory ichthyopathological condition of the examined fish

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ РЕКИ ПРЕГОЛЯ

Герб Марика Армановна, научный сотрудник;
Володина Александра Анатольевна, научный сотрудник;
Уткина Яна Васильевна, лаборант

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
г. Москва, Россия, e-mail: marger75@mail.ru, volodina.alexandra@gmail.com

Приводятся сведения о видовом составе растительных сообществ водной флоры нижнего течения реки Преголя в многолетнем аспекте. Антропогенные преобразования берегов в Калининграде после 2015 г. отразились на прибрежно-водной растительности. Некоторые описанные ранее растительные сообщества выпали. Сейчас наблюдается период постепенного восстановления растительности, однако структура сообществ значительно упростилась. Состав флоры реки остался прежним, но доля участия видов в сообществах изменилась. Выявлены тенденции увеличения участия в растительном покрове реки турионовых видов и нитчатых водорослей

Введение

Вдоль реки Преголи, протекающей почти через всю Калининградскую область (длина 123 км), расположено множество населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Это, безусловно, отражается на экологическом состоянии реки. Участок р. Преголи в нижнем течении находится в промышленной зоне г. Калининграда и подвержен сильному антропогенному загрязнению.

В период 2013-2018 гг. в рамках подготовки г. Калининграда к проведению футбольных матчей FIFA-2018 произошла существенная техногенная трансформация береговой зоны и русла реки в г. Калининграде: строительство стадиона на острове Октябрьский, реконструкция и бетонирование набережных, строительство и реконструкция мостов, отсыпка берегов. Это привело к изменению прибрежной территории и донных биотопов, а масштабное гидротехническое строительство обусловило трансформацию береговой зоны, в частности, прибрежно-водная растительность почти полностью была сведена в районе проведенных работ.

Цель проводимого исследования – описание многолетних изменений видового состава и структуры растительных сообществ устьевой области и нижнего течения реки Преголи.

Материалы и методы

Материалом для статьи послужили результаты полевых исследований прибрежно-водной растительности, проводимых в летние сезоны 1999 - 2019 гг. в устьевой зоне и нижнем течении реки Преголи (Рис.1). Участки реки в г. Калининграде (рукава Старая и Новая Преголя) детально обследованы в 1999 г., 2006-2007 гг., 2011-2012 гг., 2013-2019 гг. Прибрежно-водная растительность исследовалась как с берега, так и с воды в соответствии с принятыми методиками [1,2] на 15 гидробиологических станциях Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова (АО ИО РАН) (Рис.1) и на других участках реки. Всего заложено 28 пробных площадей, сделано более 80 геоботанических описаний.



Рис. 1. Район исследований в р. Преголя и сетка гидробиологических станций АОИОРАН

Учитывались только водные и прибрежно-водные высшие растения, растущие на покрытом водой грунте. Классификация экологических групп дана по В.Г. Папченкову [3], с некоторыми изменениями. При выделении ассоциаций применяли доминантный подход; названия формаций и других высших синтаксонов даны в традициях доминантной системы [4].

Результаты и обсуждение

По данным Я.В.Уткиной (Парфеновой) гигрофильная флора (гидрофиты, гелофиты и околоводные растения) нижнего течения р. Преголя насчитывает около 140 сосудистых растений из 91 рода и 44 семейств: споровые представлены 2 видами, однодольные – 48 видов; двудольные – 90 видов [5]. В 2013 г. в коллективной монографии АО ИО РАН [6], был опубликован список гигрофильной флоры нижнего течения р. Преголя, где указывается 138 видов: 128 видов сосудистых растений из 48 семейств и 82 родов; 2 вида мохообразных и 7 видов макроводорослей. Отдел Magnoliophyta содержит 118 видов (однодольные – 51 вид; двудольные – 76 видов), отдел Polypodiophyta и Equisetophyta – по 3 вида. Ведущими по числу видов оказались: сем. Cyperaceae (13), Poaceae (9), Polygonaceae (8), Potamogetonaceae (8), Asteraceae и Ranunculaceae (по 5) [6]. Это составляет около 52 % гигрофильной флоры Калининградской области.

В городе Калининграде и его окрестностях, вследствие интенсивного антропогенного преобразования берегов под промышленные зоны и судоходство, а также из-за проведения регулярных дноуглубительных работ видовое разнообразие и экологический состав флоры устьевого участка р. Преголя отличается от флоры реки в целом. Выявлено, что на устьевом участке реки произрастает всего 64 вида прибрежно-водных и водных растений, в том числе 8 видов макроводорослей, что составляет 46 % от всей гигрофильной флоры нижнего течения р. Преголя. Такой обедненный видовой состав вполне закономерен для трансформированного участка реки. Растительность представлена 5 классами формаций, описано 13 растительных ассоциаций. Однако основную роль в растительном покрове реки на этом участке имеют всего пять растительных ассоциаций.

Многолетние тенденции изменений водной растительности реки в г. Калининграде за более чем 30-летний период, выявленные на основе наблюдений, полевых исследований и опроса местных жителей г. Калининграда, представлены в Табл.1.

Отмечаемый в центре г. Калининграда в период с 2006 г. типичный β -мезасапробный и мезотрофный вид – рдест блестящий (*Potamogeton lucens*) к 2012-2013 гг. увеличил свое участие

в зарастании реки [7]. Эти изменения мы связываем с улучшением качества водной среды реки из-за приостановления ряда промышленных предприятий на территории г. Калининграда в предшествующий этому период. Однако, в 2019 г. *P. lucens* стал встречаться значительно реже с небольшой долей участия в водных сообществах, а на некоторых участках реки исчез вовсе.

Таблица 1

Динамика растительных сообществ реки Преголи в черте г. Калининграда

1980-е гг.	1999 -2000 гг.	2012-2013 г.	2019 г.
Вода с выраженным запахом сероводорода Водная растительность в черте г. Калининграда отсутствует	Начало восстановления водной растительности, появление роголистниковых, рдестовых, кубышко- кувшинковых сообществ с небольшим проективным покрытием	Развитые сообщества водных растений с большим проективным покрытием с доминированием мезотрофных и мезосапробных видов	Снижение обилия или исчезновение некоторых многолетних видов в сообществах на участках вблизи о. Октябрьский в рукавах Старой и Новой Преголи. Увеличение обилия однолетних видов, свойственных эвтрофным, бета-мезосапробным водам

Наиболее изменчивы в межгодовом аспекте по числу видов в разных участках реки гидрофиты (водные растения), что вполне закономерно и связано с изменениями качества воды. Растения уреза воды (гелофиты) и гидрогелофиты являются наиболее стабильными, например, гелофит *Phragmites australis* (тростник южный) встречается на всем протяжении нижнего течения реки.

Участок берега реки вдоль острова Октябрьский был существенно изменен из-за строительства стадиона. На набережной ген. Трибуца и ген. Карбышева также были проведены работы по благоустройству берегов. На значительном протяжении прибрежной части реки была сведена прибрежная растительность, построена набережная с бетонными стенами. Ранее на этих участках реки встречались пояса из тростника. Они примыкали к берегу вместе с поясом растений с плавающими листьями (кубышка желтая, кувшинка белая и чисто-белая) с сопутствующими рдестово-рогозовыми ассоциациями с примесью плейстофитов (плавающие на поверхности растения). Сейчас многие прибрежно-водные сообщества (тростника, ежеголовника, стрелолиста, кубышко-кувшинковые и рдестовые ассоциации), описанные нами ранее [6] исчезли в связи с преобразованием берегов. В 2019 г. вдоль этих берегов от предыдущих сообществ остались разрозненные фрагменты растительности, представленные в основном роголистником погруженным и макрородослями и небольшими участками ранее обширного пояса кубышек. Противоположные от острова берега реки, в целом, сохранили структуру растительных сообществ и видовой состав.

Комплекс типичных видов остался прежним, за некоторыми небольшими исключениями: *P. australis*, *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum*; *Lemna minor*, *L. gibba*, *Spirodela polyrhiza*; *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*. Локально встречаются: *P. lucens*, *P. crispus*. *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium erectum*, *Sagittaria sagittifolia*. Обилие последнего вида заметно сократилось с 2013 г.. В последние годы отмечается увеличение доли плейстофитов в сообществах на участках реки в центральной части г. Калининграда, портовой территории и промзоны в его окрестностях. Это: *L. minor*, *S. polyrhiza*, *Hydrocharis morsus-ranae*, а в устьевой области реки – *Lemna gibba*. Например, летом 2019 г. отмечено, что рясковые свободно плавали в реке, образуя обширные полосы на поверхности всей реки в центре города. Выявлено также более интенсивное развитие нитчатых водорослей (*Rhizoclonium riparium*, *Cladophora glomerata*) по сравнению с 2012-2013 гг..

В 2019 г. в черте города водная растительность была представлена маловидовыми сообществами, в основном кубышково-роголистниково-рясковыми и рдестовыми. Эти сообщества не образовывали широких поясов (до 1,5–3 м), имели фрагментарный характер зарастания, примыкают к бетонированным набережным. На участках реки выше и ниже преобразованных берегов и зоны воздействия от строительных работ, растительный покров, в целом, сохранил свою прежнюю структуру и состав, но в них увеличилось обилие плавающих и прикрепленных к водным растениям зеленых нитчатых водорослей.

Выводы

За период наблюдений (с 1999 г.) выявлена тенденция к зарастанию макрофитами р. Преголя в черте г. Калининграда, что указывает на улучшение качества воды.

В состав гигрофильной флоры нижнего течения и устьевой зоны реки Преголя входит 138 видов.

Антропогенные преобразования берегов в связи с благоустройством г. Калининграда и строительством стадиона на о. Октябрьский вызвали изменения в распределении, составе и структуре прибрежно-водных сообществ в черте г. Калининграда.

Наиболее заметным изменением в структуре водной растительности в эстуарной части реки Преголи является увеличение доли рясковых и нитчатых водорослей, что свидетельствует о повышении трофности воды.

В целом, состав флоры реки остался прежним, однако доля участия видов в сообществах изменилась. Сократилось обилие в сообществах рдеста блестящего (*P. lucens*), стрелолиста (*S. sagittifolia*), камыша озерного (*S. lacustris*) и ежеголовника прямого (*S. erectum*). Вдоль бетонированных набережных сведена прибрежная растительность, участвующая в процессах самоочищения реки, фрагментированы пояса кувшинок *N. alba* + *N. candida* и кубышки желтой *N. lutea*.

Максимальное разнообразие отмечено в растительных сообществах реки выше городской черты и достигает восьми-десяти видов, в то время как в г. Калининграде – от двух до пяти видов.

В 2019 г. наблюдались процессы восстановления растительности вдоль трансформированных берегов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Калининградской области в рамках научного проекта № 19-45-390006.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Л., 1981. – 278 с.
2. Папченков В. Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Среднего Поволжья. – Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. – 214 с.
3. Папченков В. Г. Различные подходы к классификации растений водоемов и водотоков // Материалы VI Всероссийской школы-конференции по водным макрофитам «Гидробиотика 2005» (пос. Борок, 11-16 октября 2005 г.). – Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. – С. 16–23.
4. Шенников А. П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛУ им. А.А. Жданова, 1964. – 447 с.
5. Парфенова Я. В. Эколого-географический анализ сосудистых растений р. Преголя (Калининградская область, Россия) // Материалы I (IX) Международной конференции молодых ботаников в Санкт-Петербурге, г. Санкт-Петербург, 21-26 мая 2006 г. СПб., 2006. С. 55–56.
6. Герб М. А., Володина А. А. Растительность и флора р. Преголя / В кн.: Биологические сообщества реки Преголя (Вислинский залив, Балтийское море). – Е.Е.Ежова, ред. – Калининград: изд-во «Смартбукс», 2013 – С. 66–88.
7. Герб М. А. Экологический анализ водной флоры нижнего течения реки Преголя // Известия КГТУ. – 2014. – № 32. – С. 162–169.

LONG-TERM CHANGES IN THE VASCULAR VEGETATION OF THE ESTUARY PART OF THE PREGOLYA RIVER

Gerb Marika Armanovna, senior researcher;
Volodina Alexandra Anatolievna, PhD, senior researcher;
Utkina Yana Vasilievna, laboratory technician

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Kaliningrad, Russia, email: marikegerb@gmail.com, volodina.alexandra@gmail.com

The species composition of plant communities of the aquatic flora of the lower reaches of the Pregol River in different years is given. After 2015, anthropogenic changes in the coast occurred in the city of Kaliningrad. This greatly affected on the semi-aquatic vegetation of the river. Some plant communities that were described earlier fell out. Now begins a period of gradual restoration of aquatic vegetation. The composition of the river flora has remained the same. The proportion of species in communities has changed

УДК 619;614/31:637

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ТОВАРНОЙ РЫБЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Головина Нина Александровна, д-р биол. наук, профессор;
Головин Павел Петрович, канд. биол. наук, доцент;
Романова Наталья Николаевна, канд. биол. наук, доцент

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Московская обл., Дмитровский р-он, п. Рыбное, Россия, e-mail:kafvba@mail.ru;
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийского институт
рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИИПРХ»),
Московская обл., Дмитровский р-он, п. Рыбное, Россия

Представлены современные требования к ихтиопатологическому мониторингу рыбоводных предприятий и законодательная база контролирующих органов, позволяющая своевременно выявлять экологические, ветеринарные и санитарно-эпидемиологические нарушения при выращивании товарной рыбы в Российской Федерации

Введение

Существующий в настоящее время в мире дисбаланс между потенциалом аквакультуры и фактическим рыбным рынком пробудил в Европейском Союзе (ЕС) политические инициативы для усиления аквакультуры. В настоящее время в нашей стране разрабатывается «Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2030 года», которая предполагает вырастить около 400 тыс. т. товарной рыбы, включая 150 тыс. т. в индустриальном лососеводстве, что позволит обеспечить национальную продовольственную безопасность, достигнуть среднелюдское потребление рыбы и рыбопродуктов в объеме 22-27 кг/чел. в год, а показателя самообеспечения величины 80-90 % [1]. Такое внимание государства к развитию аквакультуры идет параллельно с совершенствованием нормативно-правовой базы, включая требования по обеспечению санитарной безопасности выращиваемой продукции.

Целью настоящей работы является анализ требований и нормативно-правовой базы ветеринарно-санитарного контроля при выращивании товарной рыбы в Российской Федерации.

Материал и методика исследования

В работе применен методологический подход к анализу нормативно-правовой базы по аквакультуре, ветеринарии и продовольственной безопасности РФ, направленной на повышение эффективности работы предприятий аквакультуры. Используются архивные материалы лаборато-

рии ихтиопатологии филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИ-ПРХ») собранные в рамках выполнения НИР по мониторингу эпизоотического состояния рыбных предприятий. Кроме того, при анализе данных была также использована литературные источники и результаты информационного поиска в глобальной сети Интернет на сайтах, содержащих информацию об эпизоотическом состоянии предприятий по воспроизводству водных биоресурсов и товарному выращиванию рыбы.

Результаты исследований и их обсуждение

Ихтиопатология – как самостоятельная наука сформировалась из ветеринарии [2] и направлена на охрану здоровья рыб (водные биоресурсы) и контроль за средой их обитания, используя вирусологические, микробиологические, микологические, паразитологические, иммуно-физиологические, токсикологические и эпизоотологические методы исследования. Свою деятельность она реализует в соответствии с законом Российской Федерации от 14 мая 1993 г. N 4979-1 "О ветеринарии" [3].

2 июля 2013 г. в РФ принят №148 Федеральный закон «Об аквакультуре»[4]. В нем выделяются следующие виды товарной аквакультуры (товарного рыбоводства): 1) пастбищная аквакультура; 2) индустриальная аквакультура; 3) прудовая аквакультура. Товарная аквакультура (товарное рыбоводство), в том числе марикультура, может осуществляться как с использованием водных объектов, так и без их использования, то есть в установках с замкнутым водообеспечением.

Объектами искусственного разведения в пресных водах России являются представители 48 видов рыб. В промышленном рыбоводстве в настоящее время культивируется 29 пород, кроссов и типов, а также 9 одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых рыб. Применительно к каждому объекту аквакультуры разработаны технологии рыборазведения, которые включают раздел меры борьбы с возможными заболеваниями.

Эпизоотическая ситуация по заболеваниям культивируемых рыб в рыбоводных предприятиях РФ нестабильная и весьма напряженная. Одной из важных черт современной ихтиопатологии является ее практическая направленность [5]. При разработке мер по оптимизации ихтиопатологических исследований, повышение их эффективности, схем мониторинговых исследований положен принцип использования современных способов диагностики болезней рыб и мер борьбы с ними, учитывается опыт отечественной и мировой аквакультуры [6, 7,8].

В глобальном масштабе контроль за заболеваниями гидробионтов осуществляет Особая комиссия по водным животным при Международном эпизоотическом бюро (МЭБ), которая регламентирует список болезней в отношении которых необходим эпизоотический контроль. Болезни, предложенные к включению в список, должны отвечать всем соответствующим параметрам, установленным по каждому критерию, а именно: А) Последствия; В) Распространение и С) Диагностика [7].

В соответствии с ветеринарным Кодексом водных животных (Aquatic animal code,) 2009 г., с учетом последней редакции 2014 г., [8], включающим общие рекомендации по борьбе с болезнями и контроль за здоровьем водных животных, за перевозками, зонирование и компартментализацию, рекомендации по дезинфекции, и др., в РФ вступили в силу ряд нормативно-правовых актов [9]:

- приказ Минсельхоза № 62 от 09.03.2011 г. «Перечень заразных и иных болезней животных»;

- приказ Минсельхоза России от 19 декабря 2011 г. N 476 "Об утверждении перечня заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин)";

- приказ Минсельхоза России от 14 декабря 2015 г. N 635 «Об утверждении ветеринарных правил проведения регионализации территории Российской Федерации» (таблица 1).

Сравнение международного и российских перечней особо опасных болезней рыб

Болезни рыб	Перечень заразных и особо опасных болезней животных (рыб) Приказ Минсельхоза № 476, от 19.12.2011	Перечень заразных и иных болезней животных (рыб) Приказ Минсельхоза № 62 от 09.03.2011	Перечень заразных болезней животных по которым проводится регионализация территории РФ. Приказ Минсельхоза № 635 от 14.12.2015	Список МЭБ. Aquatic animal code, 2014
Эпизоотический гематопозитический некроз	-	-	+	+
Инфекционный некроз гемопоэтической ткани	+	+	+	+
Весенняя виремия карпов	+	+	+	+
Вирусная геморрагическая септицемия	+	+	+	+
Инфекционная анемия лососевых	-	+	+	+
Эпизоотический язвенный синдром	-	-	+	+
Иридовирусная болезнь красного морского окуня	-	-	+	+
Герпесвирус карпа кои	-	-	+	+
Альфовирусные инфекции лососей	-	-	-	+
Гиродактилез	-	+	+	+
Филометроидоз карповых	+	+	-	-
Бранхиомикоз карповых, лососевых, сиговых	+	+	+	-
Миксобактериозы лососевых, осетровых	+	+	+	-
Ботриоцефалез карповых	+	+	+	-
Бактериальная почечная болезнь	-	+	-	-
Инфекционный некроз поджелудочной железы лососевых	+	+	+	-
Псевдомоноз	+	+	+	-
Аэромонозы лососевых, карповых	+	+	+	-
Воспаление плавательного пузыря карповых	+	+	+	-
ИТОГО	11	14	16	10

Примечание: «-» болезни нет в Перечне; «+» болезнь есть в Перечне

Большое количество разнородных Перечней болезней гидробионтов в РФ вносит путаницу в работу ветеринарных лабораторий и рыбоводных хозяйств. Проводимые рыбохозяйственными научно-исследовательскими институтами исследования по ихтиопатологическому мониторингу рыбоводных предприятий, с учетом требований МЭБ. Приоритетными направлениями данных исследований остается разработка современных средств диагностики болезней рыб, включая экспресс-методы. Выполнение этих разработок позволяет внести в Департамент ветеринарии МСХ РФ предложения по подготовке единого Перечня особо опасных (карантинных) болезней рыб, по которому проводится регионализация территории РФ и в случае выявления заболевания на хозяйствах аквакультуры будет налагаться карантин.

С 1 июля 2018 г. вступила в силу автоматизированная система «Меркурий» предназначенная для электронной сертификации поднадзорных Госветнадзору грузов, отслеживания пути их

перемещения по территории Российской Федерации в целях создания единой информационной среды для ветеринарии, повышения биологической и пищевой безопасности [10].

Другой не менее важной стороной ихтиопатологических исследований является разработка и внедрение препаратов для борьбы с болезнями рыб.

В этой части разрабатываемые законодательные акты РФ учитывают требования ЕС и Евроазиатского экономического союза (ЕАЭС). Так 10 октября 2011 Приказом №357 Министерства сельского хозяйства Утвержден порядок осуществления мониторинга безопасности лекарственных препаратов для ветеринарного применения, регистрации побочных действий, серьезных нежелательных реакций, непредвиденных нежелательных реакций при применении лекарственных препаратов для ветеринарного применения и предоставления информации об этом [9].

Проблема применения ветеринарных препаратов стала обостряться с вступлением в силу (от 1 января 2015) договора Евразийского экономического союза (ЕАЭС), в который входит Россия. По правилам ЕАЭС при регистрации ветеринарных препаратов необходимо пройти проверку регистрационного досье экспертными учреждениями. В России таковыми являются Россельхознадзор и ВГНКИ (Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов). Ведение реестра возложено на Федеральную службу по ветеринарному и фитосанитарному надзору [11].

В связи с разработкой национального законодательства в области обращения ветеринарных лекарственных средств, кормовых добавок, дезинфицирующих средств и т.д. [11], многие из ранее рекомендованных препаратов в России, не могут быть использованы для лечения рыб. Это касается органических красителей бриллиантового зеленого (оксалата) и фиолетового «К» и использующих в качестве профилактических обработок рыбы, а последний и для обработки инкубируемой икры. В настоящее время в реестр для борьбы с болезням рыб включено 15 препаратов (таблица 2) и только 10 могут быть использованы при товарном выращивании рыбы.

В настоящее время стоит вопрос о пересмотре и приведению к единообразию принятых Таможенным союзом ЕАЭС [12] стандартов в соответствие с международными стандартами, руководящими директивами и рекомендациями Европейской Комиссии по вопросам здравоохранения и защиты прав потребителей [13]. В частности, в ее обращении поставлены вопросы о снижении максимально допустимого уровня для антибиотиков тетрациклиновой группы в пищевой продукции, о запрете использования хлорамфеникола (левомицетина), нитрофуранов, нитроимидазолов и малахитового зеленого при производстве пищевых продуктов, о методологии Таможенного союза для установления МДУ остаточных количеств ветеринарных лекарственных препаратов, о гармонизации нормативов МДУ остаточных количеств пестицидов в пищевой продукции с Кодексом Алиментариус или нормативами ЕС, а также о пересмотре допустимых уровней тяжелых металлов, радионуклидов, нитратов и микробиологических показателей в различной пищевой продукции. Решением совета ЕАЭК от 30.11.2016 г. №157 «Единые карантинные фитосанитарные требования к подкарантинной продукции на таможенной границе и таможенной территории ЕАЭС» вступили в силу с 1 января 2018 г.[12].

Таблица 2

**Список препаратов, зарегистрированных в России для применения в аквакультуре
(на 01.01.2018 г.)**

№	Препараты	Примечания
1.	Антибак 100	Д.В.- ципрофлоксацин. Антибиотик (с кормом)
2.	Антибак 250	-/- (в воду)
3.	Антибак 500	-/- (в воду)
4.	Антибак ПРО*	Д.В.- энрофлоксацин, метронидазол (с кормом)
5.	Флубактин® 10%	Д.В.- флюмеквин, из группы фторхинолов (с кормом)
6.	Феномикс	Д.В.- фенасал. Антигельминтик (с кормом)
7.	Микросал	Д.В.- фенасал. Антигельминтик (с кормом)
8.	Крустацид	Д.В.- дифлубензурон. Против аргулюсов и лерней у карповых рыб (с кормом)

№	Препараты	Примечания
9.	Филомед	Д.В.- нилверм. Против филометр (с кормом)
10.	СУБ-ПРО	Пробиотик (с кормом) на основе <i>Bacillies subtilis</i>
11.	Бифидум-СХЖ®	Пробиотик (с кормом) на основе <i>Bifidobacterium bifidum</i>
12.	Антипар*	Д.В.- формалин, малахитовый зеленый (в воду)
13.	Тетра Медика Дженерал Тоник*	Д.В.- метиленовый синий, этакридинлактат, акрифлавин. Против плавниковый гнили, эктопаразитарных заболеваний
14.	Тетра Медика Контрайк*	Д.В.- малахитовый зеленый, формалин, карбинола гидрохлорид. Против эктопаразитарных заболеваний
15.	Тетра Медика ФунгиСтоп*	Д.В.- серебро коллоидное, колидон, метаниловый желтый. Против грибковых и бактериальных инфекций

Примечание: *) - только в декоративном рыбоводстве; Д.В. – действующее вещество

Усиление деятельности контролирующих органов позволяет своевременно выявлять экологические, ветеринарные и санитарно-эпидемиологические нарушения. Это означает, что в аквакультуре основное внимание должно уделяться рыбоводно-мелиоративным профилактическим мероприятиям, разработке и использованию экологически чистых препаратов (вакцин, биологически активных веществ, иммуностимуляторов и др.), позволяющим выращивать здоровую, экологически чистую, безопасную рыбную продукцию. Российская ихтиопатология нацелена на выполнение задач, поставленных стратегией развития аквакультуры с учетом требований нормативно-правовой базы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://fish.gov.ru/files/documents/files/proekt-strategiya-2030.pdf>
2. Ляйман Е.М. Курс болезней рыб.- М.:Высшая школа. -1966. -325 с.
- 3.. Закона Российской Федерации от 14 мая 1993 г. N 4979-1 "О ветеринарии"// Электронный ресурс. Режим доступа URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182654/ (дата обращения 13.07.2015)
- 4.. Закон Российской Федерации от 2 июля 2013 г. № 148 «Об аквакультуре» //Электронный ресурс. Режим доступа URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_148460/ (дата обращения 28.05. 2019)
5. Анализ эпизоотической ситуации и организация ихтиопатологического мониторинга на предприятиях аквакультуры России /Головин П.П., Романова Н.Н., Головина Н.А., Юхименко Л.Н. // Вопросы рыболовства. – 2012. – Т.13. – №3 (51). – С. 530 - 537.
- 6.: Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. М.: Отдел маркетинга АМБ-агро. - Ч.1., 1998. - 310 с.
7. Международное эпизоотическое бюро // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://www.gproxx.com/http://www.fsvps.ru/fsvps/links/oie/structure.html>.
- 8.. Кодекс водных животных Aquatic animal code, 2014, 2016// Электронный ресурс. Режим доступа URL: http://www.fao.org/fi/static-media/MeetingDocuments/WorkshopAMR/presentations/02_Gochez_Alvorenga.pdf
9. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). Список опубликованных правовых актов // Электронный ресурс. Режим доступа URL: http://www.consultant.ru/document/cons_dochttp://publication.pravo.gov.ru/signatoryauthority/foiv150
10. Россельхознадзора /Автоматизированная_система_Меркурий // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://help.vetrif.ru/wiki>
11. Государственный реестр ветеринарных препаратов // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://reestrinform.ru/reestr-veterinarykh-preparatov-rf.html> (дата обращения 25.12.2018)
12. Евроазиатский таможенный союз // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <https://www.alta.ru/tamdoc/16sr0157/> (дата обращения 01.07.2017)

13. Европейская Комиссия по вопросам здравоохранения и защиты прав потребителей // Электронный ресурс. Режим доступа URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/depsanmer/consumer_rights/Pages/default.aspx (дата обращения 04.07.2019)

THE UP-TO-DATE STATE OF THE VETERINARY AND SANITARY CONTROL AT COMMERCIAL FISH REARING IN THE RUSSIAN FEDERATION

Golovina Nina Alexandrovna, Doctor of Biological Sciences, Professor,
Head of the Department of Aquaculture;

Golovin Pavel Petrovich, Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor at the Department of Aquaculture;

Romanova Natalia Nikolaevna, Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor at the Department of Aquaculture

Dmitrov Fish Industry Technological Institute (Branch) of the Federal State Budget Educational
Institution of the Higher Education "Astrakhan State Technical University",

Dmitrov, Russia, e-mail: kafvba@mail.ru;

Branch on Freshwater Fisheries FSBSI (Federal State Budget Scientific Institution) "VNIRO"
(VNIIPRKh"), Dmitrov, Russia

The up-to-date requirements to the ichthyopathological monitoring of fish-farming enterprises, as well as the legislative basis of the controlling organs, allowing to reveal ecological, veterinary and sanitary-epidemiological disruptions at commercial fish rearing in the Russian Federation, have been provided

УДК 597.554.3-12 (282.247.41+262.81)

К ВОПРОСУ ОБ ОПУХОЛЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ У КАРПОВЫХ РЫБ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

¹Грушко Мария Павловна, д-р биол. наук, профессор кафедры
«Гидробиология и общая экология»;

¹Федорова Надежда Николаевна, д-р биол. наук, профессор кафедры
«Гидробиология и общая экология»;

²Володина Виктория Викторовна, канд. биол. наук, заведующая лабораторией
ихтиопатологии;

²Воронина Елена Александровна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник;

²Конькова Анна Владимировна, канд. биол. наук, ст. научный сотрудник;

²Терпугова Надежда Юрьевна, мл. научный сотрудник

¹ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия, mgrushko@mail.ru;

²Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»),
Астрахань, Россия, e-mail: kaspnirh@mail.ru

Онкомониторинг ихтиофауны является одним из критериев оценки качества водной среды. С целью диагностики патологий были проведены гистологические исследования неоплазм, зарегистрированных на поверхности тела сазана и леща. Выявлено, что опухоли карповых рыб

локализовались как на поверхности тела, так и во внутренних органах. В работе показаны особенности новообразований у волжских рыб. Очевидно, что выявление онкологических заболеваний у рыб обусловлено как снижением иммунорезистентности организма, так и негативным действием среды обитания гидробионтов

Введение

Патология и болезни рыб являются одним из показателей состояния экосистемы. Они отражают морфологические изменения, которые возникают при воздействии на организм стрессирующих факторов. Под патологией подразумевается отклонение признаков организма. Болезни же, согласно теории общего адаптационного синдрома, есть неправильно направленная и чрезвычайно интенсивная адаптационная реакция организма [1, 121 с.].

Живые организм, в том числе рыбы, способны воспринимать различные концентрации веществ и реагировать на их воздействие [2, 222 с.]. Методология биотестирования, основанная на исследовании патологий и болезней, позволяет регистрировать негативные влияния естественных и антропогенных факторов раньше, чем многие инструментальные методы [3, 288 с.].

В настоящее время антропогенный прессинг может привести к ухудшению среды обитания морских и пресноводных экосистем и вызвать ряд негативных процессов, в частности, распространение среди рыб заболеваний, которые принимают эпизоотический характер. Поэтому ихтиопатологические исследования являются важной частью экологического контроля, который позволяет получить своевременную информацию об эпизоотической ситуации в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне. В связи с этим, целью данной работы явилось проведение онкологического мониторинга карповых рыб, в частности, дифференциация внешних патологий.

Материал и методы

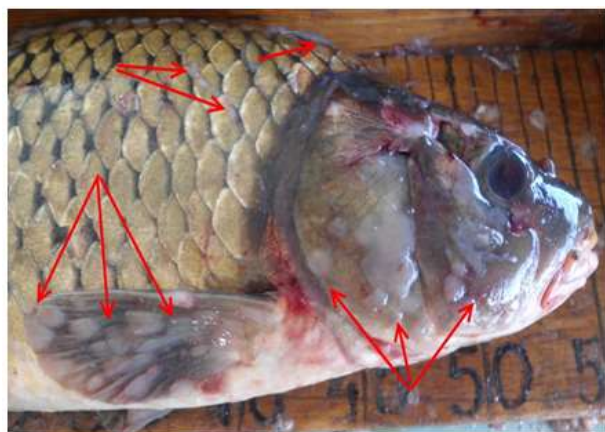
Объектами исследований являлась половозрелая часть популяции леща (*Abramis brama*) и сазана (*Cyprinus carpio*). Отбор проб осуществляли с апреля по октябрь 2017-2018 гг. в дельте Волги. С целью выявления онкологических заболеваний проведено клиническое обследование 1189 экз. сазана и 12904 экз. леща. Образцы патологически измененных тканей отбирали для гистологического исследования.

Пробы фиксировали 10 % нейтральным формалином. Обработку гистологического материала проводили в соответствии со стандартными методиками [4, 304].

Результаты исследований и обсуждение

При проведении исследований установлено, что чаще опухолевыми заболеваниями был подвержен сазан (1,59 % в 2017 г. и 1,79 % в 2018 г.). Неоплазмы у леща выявлены в 0,04 % и 0,11 % случаев в 2017 г. и 2018 г. соответственно. Новообразования регистрировали как во внутренних органах карповых рыб, так и на поверхности тела и на жаберных лепестках.

Клинический анализ показал, что у сазана опухоли имели бледно-розовую окраску, локализация была разнообразной: на плавниках (преимущественно грудных) – 60,9 %; чешуе - 21,7 %; брюшной поверхности - 9,8 %; мягких тканях головы – 5,4 %, на жаберных лепестках - 2,2 % (рисунки 1). Размеры разрастаний варьировали от 0,5×0,5 см до 3,0×3,0 см.



а



б

Рис. 1. Новообразования невыясненной этиологии у сазана: разрастания на поверхности тела и плавниках (а); на голове (б)

Поверхность наростов характеризовалась хорошо выраженной сосудистой сеткой. При визуальной оценке у рыб с новообразованиями отсутствовали признаки истощения, особи имели вид, соответствующий физиологической норме. При вскрытии брюшной полости внутренние органы были без видимых патологий.

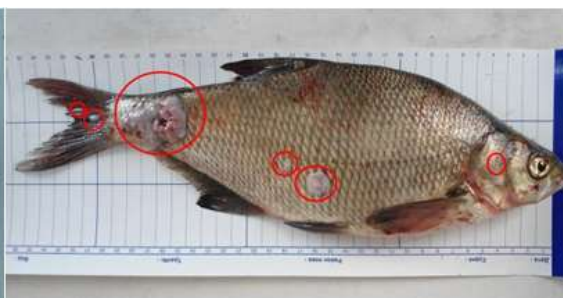


Рис. 2. Новообразований невыясненной этиологии у леща: на чешуе, жаберных крышках (а); на поверхности тела и плавниках (б);

У леща неоплазмы были отмечены на поверхности тела (с обеих сторон), на чешуе, жаберных крышках, на плавниках, а также во внутренних органах – на гонадах (рисунок 2). Разрастания имели разные размеры, как небольшие (1×3 и 1×1 мм), регистрируемые преимущественно на плавниках и гонадах, так и крупные (17×9 и 16×16 мм), отмечаемые, главным образом, на боковой поверхности тела. Цвет опухолевидных новообразований варьировал от бледно-розового до красного.

Гистологический анализ позволил дифференцировать структуру новообразований. Так, в большинстве случаев опухоли, обнаруженные на поверхности тела у обследованных особей сазана и леща, были отнесены к базалиоме и фибросаркоме (таблица 1).

Таблица 1

Ранжировка опухолей у карповых рыб

Вид рыбы	Вид опухоли	Локализация неоплазм	Долевое распределение (% от числа всех выявленных неоплазм)	
			2017 г.	2018 г.
Сазан	Базалиома	Поверхность тела	50,0	37,5
	Фибросаркома	Поверхность тела, жабры	50,0	50,0
	Рабдомиома	Поверхность тела	0,0	12,5
Лещ	Базалиома	Поверхность тела	33,3	0,0
	Фибросаркома	Поверхность тела	66,7	16,7
	Фолликулома	Гонады	0,0	83,3

Микроскопически эпителиальный рак у карповых рыб представлял собой разрастание эпителиальных структур эпидермиса и разделенных тонкими прослойками соединительной ткани. Базально-клеточный рак (базалиома) – опухоль с местным деструктирующим ростом, она не дает метастазов, имела вид глубоких язв или бляшек. Опухоль состояла из мелких округлых или овальных клеток. Клетки располагались тяжами или гнездами, внедряясь в нижележащие ткани (дерму) (рисунок 3). Отмечались участки веретенообразных клеток. Число клеточных слоев редко сокращалось от 30 до 50.

Гистологическая картина была мозаична: от участков с выраженной дифференцировкой, похожих на аденокарциному, до анаплазированных структур, которые могли встречаться во многих случаях обнаружения данной опухоли. Опухоль в виде язвы обычно распространяется до мышечной ткани, в которую проникали клетки опухоли, или разрушенной дермы. Кроме того, был отмечен отек опухолевой ткани и деструкция подлежащей соединительной ткани дермы и мышечной ткани.

По краям язв можно находились клетки эпидермиса, которые локализовались поверх опухолевых клеток, но уже утратили обычное расположение слоями, ядра их находились в состоянии пикноза, тогда как ядра опухолевых клеток интенсивно делились. Базальная мембрана отсутствовала.

В опухоли находились относительно крупные кровеносные сосуды, плотно заполненные форменными элементами крови. Внутри опухолевых эпителиальных тяжей наблюдались многочисленные мелкие кровоизлияния и некрозы. Наружная зона новообразований была гиперемирована за счет многочисленных сосудистых разрастаний типа капиллярных ангиом.

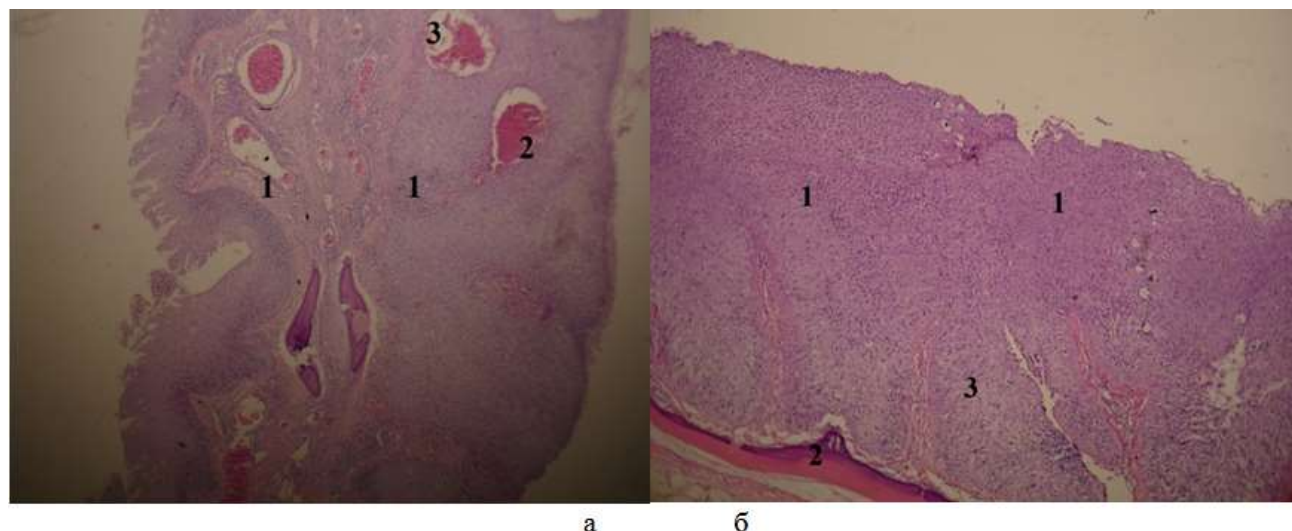


Рис. 3. Гистологическая структура неоплазм: базалиома у сазана 1-соединительнотканые прослойки; 2- кровеносный сосуд; 3-некроз (а); базалиома у леща 1-клетки опухоли; 2- кровеносный сосуд; 3-некротизированный участок (б)

Фибросаркома на срезах имеет вид множественных узелков. Состоит из незрелых фибробластоподобных клеток с малым количеством коллагеновых волокон. Узлы состоят из незрелых полиморфных клеток. Эта опухоль обладает злокачественностью и дает метастазы (низкодифференцированная фибросаркома). Под узлами – отек и значительный некроз подлежащей соединительной мышечной ткани. Многочисленные узлы отделены друг от друга тонкими соединительноткаными прослойками (рисунок 4). Внутри узлов большое количество крупных кровеносных сосудов, в полостях которых находились форменные элементы крови. Стенки сосудов инфильтрированы лимфоцитами. Ткань опухоли отека. Отмечены сильно вакуализированные клетки, имеющие смещенное к периферии ядро. Ядро округлое, с многочисленными укороченными выростами. Вакуоли очень вытянутые с прозрачными пространствами. Между ними выявлены мелкие округлые гранулы и структурные образования, имеющие оболочку.

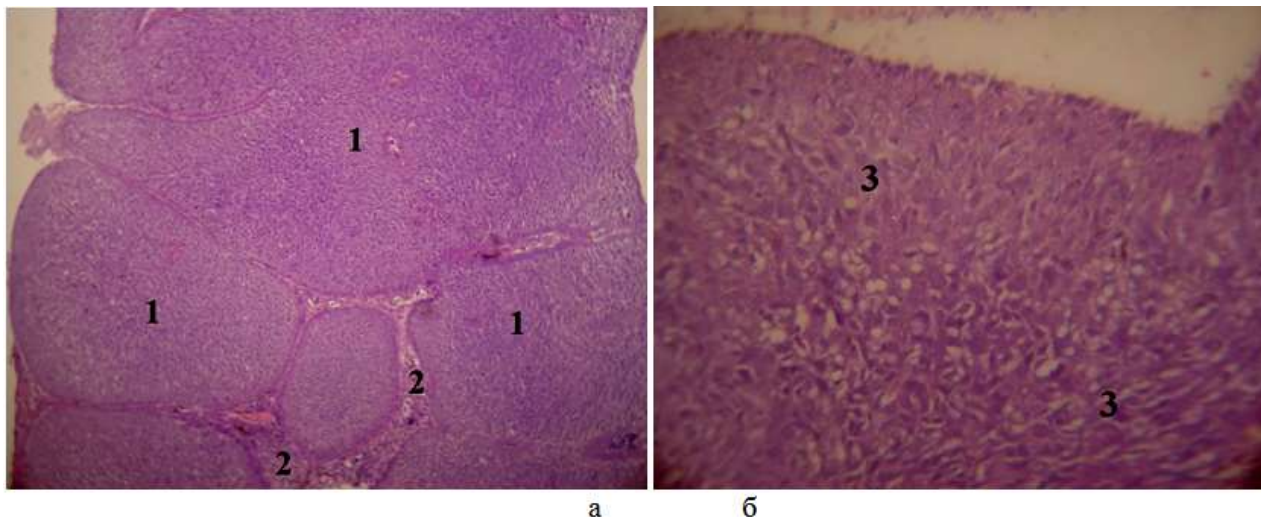


Рис. 4. Фибросаркома у леща: узлы (1); соединительнотканые прослойки (2); незрелые полиморфные клетки (3)

Помимо базалиомы и фибросаркомы, у сазана выявлена также и рабдомиома. Это доброкачественная опухоль из поперечно-полосатых мышц. Гистоструктура ткани была представлена скелетными мышцами; мышечные волокна характеризовались отечностью, выявлены участки с фрагментацией волокон и их некрозом (рисунок 5). На срезах обнаружены участки ткани с крупными мономорфными округлыми или полигональными клетками, имеющими эозинофильную цитоплазму. Ядра достаточно крупные, пузырьковидные, как правило, с четкими нуклеолами. Также выявлены более мелкие клетки с овальными или веретенообразными ядрами и скудной цитоплазмой; встречаются тонкие фиброзные перегородки. В цитоплазме клеток обнаруживают гликоген. Поперечная исчерченность определяется с трудом, в основном в вытянутых лентовидных клетках. Фигуры митоза отсутствуют.

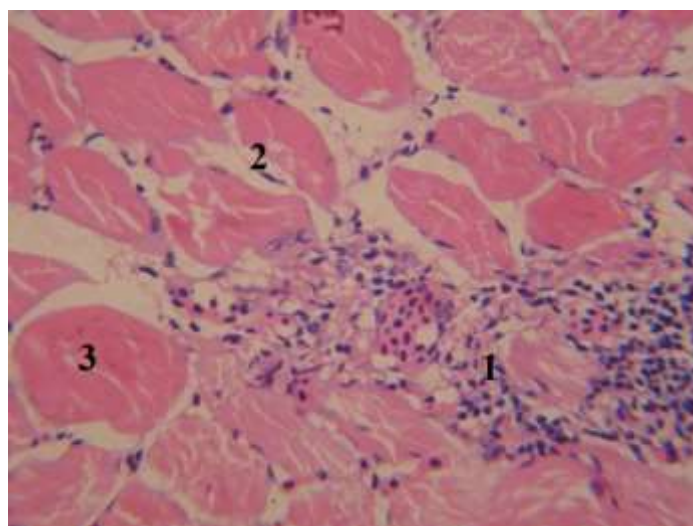


Рис. 5. Гистологическая структура рабдомиомы: 1-инфильтрация лимфоцитами; 2- некроз; 3-мышечные волокна

Самый редкий тип онкологического заболевания – фолликуломатоз был выявлен у леща только в 2018 г. При патологоанатомическом вскрытии выявлено, что новообразование было локализовано на гонадах, имело плотную консистенцию белого цвета, размером не более 10 мм (рисунок 6). Контур неоплазмы был неровный.

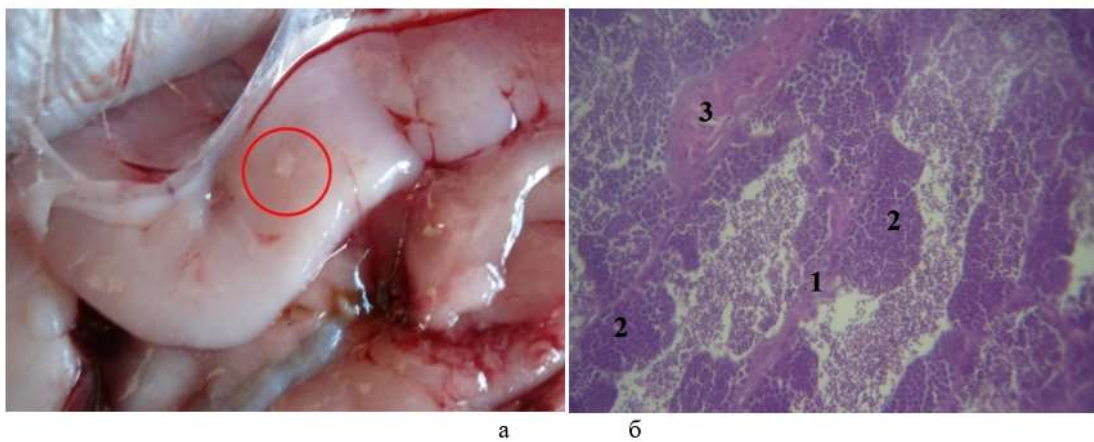


Рис. 6. Фолликулома у леща: внешний вид опухоли (а); гистоструктура на срезе 1-соединительнотканые тяжи; 2- «гнезда»; 3- гранулеза (б)

Гистологический анализ показал, что опухолевидное образование имело доброкачественную этиологию. Фолликулома или гранулокистозная опухоль имела вид узла на яичнике, структура - бугристая, с очагами многочисленных кровоизлияний и мелких некрозов. Основным элементом опухоли являлись мелкие округлые клетки, имеющие базофильное ядро и очень тонкий ободок светлой цитоплазмы (рисунок 6). Источник опухолевого роста - гранулеза.

При ихтиопатологическом обследовании онкобольных рыб выявлено: внутренние органы и мышечная ткань были дряблыми; у 50,00 % рыб значительно увеличены печень и селезенка; желудочно-кишечный тракт был заполнен пищевыми массами (на 60-75 %).

Таким образом, при проведении онкомониторинга промысловой части популяции у карповых рыб выявлены новообразования, имеющие разную локализацию. Гистологический анализ позволил дифференцировать выявленные патологии. Наибольшей распространенностью характеризовались базалиома и фибросаркома, зарегистрированные у сазана и леща. Рабдомиома и фолликулома отмечены у карповых рыб реже. За период наблюдений частота встречаемости рыб с новообразованиями варьировала от 0,04 % у леща до 1,79 % у сазана. Очевидно, что развитию онкологического процесса способствовало снижение иммунорезистентности организма на фоне негативного воздействия комплекса абиотических и биотических факторов.

Заключение

Классификации опухолей основываются на данных об их морфогенезе, тканевой принадлежности с учетом гистологического строения. Морфологические и электронно-микроскопические исследования опухолевых клеток показали, что нет единой опухолевой клетки, существует ряд опухолей, которые являются производными клеток организма, в которых сохраняются черты исходных тканей и их отдельные структурно-функциональные особенности.

В процессе выполнения работы была подтверждена правомерность применения гистологического метода для диагностики опухолевых разрастаний эпителия кожи. Результаты исследований показали, что в ряде случаев в патологичных тканях зарегистрированы признаки усиленной функциональности клеток, связанной с активным ростом опухоли, указывающий на злокачественность процесса.

Общеизвестно, что опухолевый рост может быть следствием воздействия на организм комплекса абиотических и биотических факторов. Развитие болезни может провоцировать также снижение иммунитета вследствие неблагоприятного экологического состояния водоема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Селье Г. На уровне целого организма. – М.: Наук, 1972. – 121 с.
2. Ильницкий А.П., Королев А.А., Худолей В.В. Канцерогенные вещества в водной среде. – М.: Наука, 1993. – 222 с.

3. Мелехова О.П., Егорова Е.И., Евсеева Т.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
4. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Гистология с основами гистологической техники. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.

TO THE QUESTION OF THE TUMOR DISEASES IN CARP FISHES IN THE VOLGO-CASPIAN REGION

¹Grushko Mariya Pavlovna, Doctor of Biology, Assistant Professor;
Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology;

¹Fedorova Nadezhda Nikolayevna, Doctor of Medicine, Professor;
Professor of the Department of Hydrobiology and General Ecology;

²Volodina Viktoriya Viktorovna, Candidate of Biology,
Head of the Laboratory of Ichthyopathology;

²Voronina Elena Aleksandrovna, Candidate of Biology, Senior Researcher;

²Konkova Anna Vladimirovna, Candidate of Biology, Senior Researcher;

²Terpugova Nadezhda Yurevna, Junior Researcher

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, e-mail: mgrushko@mail.ru;

²Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Astrakhan, Russia, e-mail: kaspnrh@mail.ru

The monitoring of fish fauna is one of the criteria for assessing the quality of the aquatic environment. In order to diagnose pathologies, histological studies of neoplasms recorded on the surface of the carp and bream were carried out. It was revealed that carp fish tumors were localized both on the surface of the body and in the internal organs. The work shows the features of tumors in the Volga fish. It is obvious that the detection of oncological diseases in fish is due to both a decrease in the immunoresistance of the organism and the negative effect of the habitat of hydrobionts

УДК 595.36:574.57

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ АМФИПОД (AMPHIRODA: CRUSTACEA) В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

¹ Гусев Андрей Александрович, ст. научный сотрудник лаборатории гидробиологии;

² Гусева Дарья Олеговна, заведующий учебно-научной лабораторией гистологии,
кафедра ихтиопатологии и гидробиологии

¹Атлантический филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО»),
Калининград, Россия, e-mail: andgus@rambler.ru;

²ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: daria.guseva@klgtu.ru

На основании литературных данных описывается история изучения амфипод в Калининградской области, начиная с конца XIX в., – по настоящее время. Приводятся основные результаты исследований видового состава амфипод, особенностей их биологии и экологии в юго-восточной Балтике, Вислинском, Куриском заливах, пресных водоемах Калининградской области

Амфиподы – одна из самых многочисленных групп высших ракообразных, широко представленная в морских и континентальных водах. Они являются важной частью бентосных и планктонных сообществ, входят в состав пищи многих видов рыб и птиц. Несмотря на это, специальных исследований, посвященных биологии и экологии этой группы в Калининградской области, практически нет. В юго-восточной части Балтийского моря, Вислинском, Куршском заливах и во внутренних водоемах Калининградской области амфипод чаще изучали лишь как часть сообществ зообентоса.

Юго-восточная часть Балтийского моря

Первые упоминания об амфиподах на территории нынешней Калининградской области появились в работе К. Мёбиуса [1], который исследовал фауну беспозвоночных Балтийского моря. На побережье Восточной Пруссии им были обнаружены 4 вида бокоплавов: *Corophium longicorne* (= *volutator*), *Pontoporeia femorata*, *Gammarus locusta*, *Talitrus locusta* (= *saltator*). В данной работе автор приводит и краткую характеристику биотопа некоторых видов [1]. В 1899 г. А. Селиго [2] публикует список видов ракообразных Восточной Пруссии, который включает 12 видов как морских, так и пресноводных амфипод.

Видовой состав амфипод как части сообществ макрозообентоса Юго-Восточной Балтики у побережья Калининградской области с 1920 гг. представлен работах российских, литовских, польских ученых [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 и др.]. Большой вклад в изучение зообентоса юго-восточной части Балтийского моря внесли сотрудники АтлантНИРО и Атлантического отделения Института океанологии [18, 19, 20, 21].

А.А. Гусев и О.А. Урбанович [19] при изучении зообентоса в Калининградской зоне Балтийского моря обнаружили 7 видов амфипод: *Corophium volutator*, *Gammarus locusta*, *Gammarus salinus*, *Gammarus zaddachi*, *Leptocheirus pilosus*, *Monoporeia affinis*, *Pontoporeia femorata*.

В работе О.В. Кочешковой с соавторами [22] отмечено, что *Corophium volutator* является доминирующим видом на глубине 12 м и субдоминирующим на глубинах 21-25 м. Приводятся данные по его принадлежности к выделенным донным сообществам, численность и биомасса у побережья Куршской косы.

В период с 2001 г. отмечено проникновение двух инвазионных видов: *Gammarus tigrinus* и *Dikerogammarus villosus* [21, 23, 24]. В работе А.А. Гусева с соавторами [23] обсуждаются возможные пути проникновения и факторы, способствующие интенсификации процесса распространения этого вида на акватории юго-восточной части Балтийского моря. Предполагается, что в ближайшее время возможно интенсивное распространение *Dikerogammarus villosus* в Вислинском заливе и затем, возможно, его инвазия в речные системы Калининградской области. В публикации Н. Молчановой и Е. Ежовой [24] приводятся данные о распространении, встречаемости, занимаемом биотопе *Dikerogammarus villosus* в российской части юго-восточной Балтики, батиметрическое распределение, размерный и половой состав. На сегодняшний день *Dikerogammarus villosus* постоянно встречается на достаточно большом участке российского побережья Гданьского залива, а его современное распространение, пути и векторы инвазии, прогнозы дальнейшего распространения в восточной Балтике остаются предметом исследований [25].

Несмотря на довольно длительную историю изучения зообентоса юго-восточной Балтики данные об особенностях биологии, экологии отдельных видов амфипод ограничены работами А.Н. Дитрих и Г.М. Джабраиловой [26, 27, 28] по морской блохе *Talitrus saltator*, по материалам которых была опубликована монография [29].

В 2018 г. был опубликован ключ для определения бокоплавов Балтийского моря в целом и его юго-восточной части [30] и учебное пособие атлас-определитель морских и солоноватоводных амфипод Калининградской области [31].

Вислинский залив

Первые исследования видового состава зообентоса Вислинского залива были начаты еще в конце XIX века. Их обобщил и провел дополнительные работы по изучению донной фауны залива

в 1910-х годах Е. Ванхёффен [32, 33]. Им был найден и описан новый для залива солоноватоводный вид *Apocorophium lacustre*. Кроме того, в списке обнаруженных амфипод были представлены еще три вида: *Gammarus zaddachi*, *Leptocheirus pilosus*, отнесенные к морским/солоноватоводным формам, и *Gammarus locusta*.

Работы по исследованию зообентоса залива продолжились в 1920-х гг. А. Виллер [34] разделил фауну залива на четыре группы. Среди обнаруженных им ракообразных находилось три вида амфипод: *Gammarus locusta*, принадлежащий к стеногалинным солоноватоводным формам, *Gammarus zaddachi* и *Apocorophium lacustre*, относящиеся к эвригалинным солоноватоводным формам. Ф. Рих [35] исследовал литоральные сообщества поли- и мезогалинной зоны Вислинского залива и обнаружил шесть видов бокоплавов: *Gammarus locusta*, *Gammarus zaddachi*, *Leptocheirus pilosus*, *Apocorophium lacustre* – в полигалинной зоне; *Gammarus zaddachi*, *Gammarus pulex*, *Apocorophium lacustre*, *Chelicorophium curvispinum* – в мезогалинной зоне. А. Селиго [36] приводит пять видов: широко распространенный солоноватоводный *Gammarus zaddachi*, более редкие *Gammarus pulex*, *Gammarus locusta*, солоноватоводные *Apocorophium lacustre* и *Leptocheirus pilosus*, встречающиеся в заливе спорадически. Отдельно следует упомянуть работу А. Виллера [37], в которой подробно исследована физиология питания, описаны способы добывания и измельчения пищи, особенности пищеварения у *Gammarus pulex*.

В послевоенные годы исследования зообентоса Вислинского залива активно проводили ученые из КТИРПиХ (ныне КГТУ) и АтлантНИРО [38, 39, 40, 41, 42]. Г.И. Аристовой [39] обнаружено девять видов бокоплавов: *Gammarus locusta*, *Gammarus zaddachi*, *Gammarus pulex*, *Chelicorophium curvispinum*, *Corophium volutator*, *Apocorophium lacustre*, *Cryptorchestia cavimana*, *Monoporeia affinis*, *Leptocheirus pilosus*. Три вида, *Gammarus zaddachi*, *Corophium volutator* и *Apocorophium lacustre*, встречались в открытой части залива [38, 42].

После 2000 г. на фоне усиления процессов инвазий чужеродных видов, исследования зообентоса Вислинского залива, в том числе и фауны амфипод, стали проводиться активнее.

В работе Е.Е. Ежовой с соавторами [43] приводятся многолетние данные по видовому составу, численности и биомассе макрозообентоса, в составе которого было обнаружено уже 15 видов амфипод. Отмечаются значительные изменения в видовом составе в течение XX века, увеличение видового разнообразия гаммарид в 1990-е гг. и доминирование инвазивных видов над нативными в некоторых участках лагуны. Последние несколько десятилетий успешно натурализовались, широко распространились и заняли ключевые позиции в донных сообществах *Pontogammarus robustoides*, *Obessogammarus crassus*, *Gammarus tigrinus*, *Dikerogammarus haemobaphes* (в российской части единичные особи) и *Dikerogammarus villosus*. К числу чужеродных видов также относятся *Chelicorophium curvispinum*, *Cryptorchestia cavimana* [44].

А.А. Гусев и Л.В. Рудинская [45] при исследовании видового состава зообентоса Вислинского залива обнаружили 16 видов амфипод, относящихся к 6 семействам.

Исследования биологии и экологии отдельных видов амфипод Вислинского залива на современном этапе также немногочисленны. В публикации Е.Е. Ежовой и Н.С. Молчановой [46] приведены данные о встречаемости амфибионтного вида *Cryptorchestia cavimana*, особенностях биотопа, численности и размерах. Е.А. Боровикова с соавторами [47] проводила генетическое исследование популяции вселенца *Dikerogammarus villosus* Вислинского залива с целью установить возможную донорскую популяцию и принадлежность к одной из двух генетических линий, расселение которых происходит по водоемам Европы. Данные о размерном составе *Dikerogammarus villosus* в Вислинском заливе содержатся в работе А. Гумен [48].

Куршский залив

Первые, доступные нам сведения о зообентосе Куршского залива содержатся в работе Л. Шидата [49], где рассматривается видовой состав, распределение, экология основных форм планктона и бентоса Куршского залива. Были встречены два вида бокоплавов: *Gammarus zaddachi* в мезо- и полигалинной зонах и *Chelicorophium curvispinum* во всех зонах залива.

В 1960-х гг. изучением донной фауны Куршского залива занималась Г.И. Аристова [50]. В составе зообентоса она обнаружила 3 вида амфипод: *Gammarus locusta*, *Chelicorophium curvispinum* и *Corophium volutator*.

О.М. Потютко [51] в составе зообентоса литоральной зоны обнаружил 4 вида амфипод: *Obessogammarus crassus* (массовый вид в литоральной зоне), *Chaetogammarus warpachowskyi* (многочисленный в прибрежной части залива, встречен на всех типах грунта), *Chelicorophium curvispinum* и *Corophium volutator*. Для отдельных видов в данной работе приводится зоогеографическая характеристика и некоторые особенности экологии.

В работе Е.Е. Ежовой и Ю.Ю. Полуниной [44] обсуждается проблема инвазий чужеродных видов. Так, одним из первых и наиболее успешных вселенцев в Куршский залив в XX веке, наряду с моллюском *Dressena polymorpha* были амфиподы *Chelicorophium curvispinum*. С 1960-х гг. в заливе обитают *Pontogammarus robustoides* и *Obessogammarus crassus*. В настоящее время степень освоения залива чужеродными видами и их роль в экосистеме заметно меньше, чем в XX веке. За прошедшие 40 лет успешно натурализовался только *Gammarus tigrinus*. К числу чужеродных видов относится также *Chaetogammarus warpachowskyi*.

Пресные водоемы

Данных о бокоплавах в пресных водоемах Калининградской области немного. В ряде статей содержатся, в основном, списки видов, обитающих в том или ином водоеме.

Работы по изучению зообентоса некоторых внутренних водоемов Калининградской области с 1970-х гг. проводят сотрудники КТИРПиХ-КГТУ. Э.Д. Мордухай-Болтовская с соавторами [52, 53] и Г.Х. Щербина [54] занимались изучением фауны оз. Виштынецкое, в составе которой обнаружили один вид амфипод. По данным Э.Д. Мордухай-Болтовской с соавторами [52], это *Gammarus pulex*, а Г.Х. Щербина [54] переопределил его и указал точное видовое название *Gammarus lacustris*. Работы М.Н. Шибасовой [55, 56] посвящены изучению зообентоса малых рек Калининградской области. В реках ими были найдены *Corophium* sp., *Gammarus locusta*, *Gammarus oceanicus*, *Gammarus pulex*, *Gammarus* sp. Однако мы ставим под сомнение нахождение в пресных водоемах двух видов из рода *Gammarus* – *Gammarus locusta* и *Gammarus oceanicus*. Вероятно, имели место ошибки при идентификации видов.

Исследования макрозообентоса р. Неман в 1970-х гг. проводила И.Б. Ягминене [57]. На территории Калининградской области на различных участках р. Неман обнаружены *Pontogammarus robustoides*, *Chaetogammarus warpachowskyi*, *Chaetogammarus ischnus*, *Chelicorophium curvispinum*, *Obessogammarus crassus*. В более поздних исследованиях бентосных сообществ р. Неман в районе строящейся Балтийской АЭС, а также р. Шешупе сообщается, что субдоминирующим видом является солоноватоводная амфипода *Gammarus locusta* [58, 59]. Данный факт, по нашему мнению, также можно считать ошибкой в идентификации. Наиболее вероятно, это были инвазионные амфиподы *Pontogammarus robustoides*.

Исследования биологических сообществ р. Преголя с середины 1990-х гг. проводят сотрудники Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН [60, 61]. В нижнем течении (0–9 км от устья) было обнаружено 2 вида, в Старой и Новой Преголе (10–16 км от устья) – 7 видов, в среднем течении, включая р. Дейма – 6 видов бокоплавов [61]. В 2000-х гг. С.Г. Чепуриной [62] в бентосных сообществах р. Лава были обнаружены амфиподы семейства *Corophiidae*, которых с высокой долей вероятности можно отнести к виду *Chelicorophium curvispinum*.

Данные об амфиподах внутренних водоемов также содержатся в некоторых работах А.А. Гусева, в том числе с соавторами [63, 64, 65, 66].

При изучении зообентоса предустьевых участков некоторых рек Калининградской области было обнаружено 6 видов амфипод, относящихся к 2 семействам [64].

Исследованы численность, биомасса, размерный состав реликтового вида *Pallaseopsis quadrispinosa* в оз. Виштынецкое [65]. В 2017 г. был зарегистрирован новый для озера вид амфипод *Pontogammarus robustoides*, при этом отмечено почти полное вытеснение аборигенного вида *Gammarus lacustris* [66].

Наиболее точный на сегодняшний день список видов и распространение бокоплавов, зарегистрированных в различных водоемах Калининградской области, опубликован в работе А.А. Гусева с соавторами [63]. В основе данной публикации лежат материалы, собранные в 1995–2011 гг. (реки, ручьи, каналы, озера, пруды, водохранилища, Вислинский (Калининградский) и Куршский заливы, Балтийское море). Бокоплавы были представлены 26 видами (47% от общего числа видов высших раков), наибольшие число видов было у семейства Gammaridae – 12 видов.

В настоящее время в водах Калининградской области обитает 26 видов амфипод, которые относятся к 17 родам из 9 семейств (табл. 1).

Таблица 1

Список видов амфипод разнотипных водоемов Калининградской области (жирным шрифтом выделены инвазионные виды)

Группа, вид	Пресные водоемы	Вислинский залив	Куршский залив	Балтийское море
Тип Arthropoda von Siebold, 1848				
Класс Malacostraca Latreille, 1802				
Отряд Amphipoda Latreille, 1816				
Семейство Hyperiidae Dana, 1853				
1. <i>Hyperia galba</i> (Montagu, 1813)				+
Семейство Corophiidae Leach, 1814				
2. <i>Apocorophium lacustre</i> (Vanhöffen, 1911)	+	+	+	
3. <i>Chelicorophium curvispinum</i> (G.O. Sars, 1895)*	+	+	+	
4. <i>Corophium volutator</i> (Pallas, 1766)		+	+	+
5. <i>Leptocheirus pilosus</i> Zaddach, 1844		+		+
Семейство Bathyporeiidae d'Udekem d'Acoz, 2011				
6. <i>Bathyporeia pilosa</i> Lindström, 1855		+		+
Семейство Pontoporeiidae Dana, 1852				
7. <i>Monoporeia affinis</i> (Lindström, 1855)		+		+
8. <i>Pontoporeia femorata</i> Krøyer, 1842				+
Семейство Gammaridae Latreille, 1802				
9. <i>Chaetogammarus warpachowskyi</i> Sars, 1895*	+	+	+	
10. <i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)*		+		
11. <i>Dikerogammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)*		+	+	+
12. <i>Gammarus duebeni</i> Lilljeborg, 1851		+	+	+
13. <i>Gammarus lacustris</i> G.O. Sars, 1863	+	+	+	
14. <i>Gammarus locusta</i> (Linnaeus, 1758)		+		+
15. <i>Gammarus oceanicus</i> Segerstråle, 1947		+	+	+
16. <i>Gammarus pulex</i> Linnaeus, 1758	+	+	+	
17. <i>Gammarus salinus</i> Spooner, 1942		+		+
18. <i>Gammarus tigrinus</i> Sexton, 1939*	+	+	+	+
19. <i>Gammarus varsoviensis</i> Jazdzewski, 1975	+	+		
20. <i>Gammarus zaddachi</i> Sexton, 1912		+	+	+
Семейство Pallaseidae Tachteew, 2001				
21. <i>Pallaseopsis quadrispinosa</i> (G.O. Sars, 1867)	+			
Семейство Pontogammaridae Bousfield, 1977				
22. <i>Obesogammarus crassus</i> (Sars, 1894)*	+	+	+	
23. <i>Pontogammarus robustoides</i> (Sars, 1894)*	+	+	+	
Семейство Crangonyctidae Bousfield, 1973				
24. <i>Synurella ambulans</i> (F. Müller, 1846)	+			
Семейство Talitridae Rafinesque, 1815				
25. <i>Cryptorchestia cavimana</i> (Heller, 1865)*		+		+
26. <i>Talitrus saltator</i> (Montagu, 1808)				+
Итого	11	21	13	15

Примечание: * - инвазионные виды

К последним публикациям по амфиподам пресных вод Калининградской области относится подробная сводка Р.Н. Буруковского с соавторами (наст. том), которая содержит список видов, места их обнаружения на территории области и сопредельных государств, ключи для идентификации 35 видов пресноводных амфипод, уже обитающих в водоемах области и потенциальных вселенцев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Möbius K. Die faunistische Untersuchungen. Die wirbellosen Thiere der Ostsee // Jahresbericht der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für das Jahr 1871. – Berlin, 1873. – Jahrg. 1. – S. 97-144.
2. Seligo A. Westpreussische Krebsthiere // Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig N.F. – 1899. – Bd. 10. – H. 1. – S. 60-63.
3. Апполов А.Б. Некоторые результаты исследований макробентофауны в Восточной Балтике в 1986-1988 гг. // Актуальные проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых ученых. – М.: Изд-во ВНИРО, 1990. – С. 40-58.
4. Костричкина Е.М., Каляя М.А. Распределение, сезонная и многолетняя динамика зообентоса в Балтийском море // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря: сб. науч. тр. – Рига: Авост, 1980. – Вып. 15. – С. 118-129.
5. Лукшенас Ю.К. Распределение зоогеографических комплексов донных беспозвоночных южной части Балтийского моря // Океанология. – 1967. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 665-671.
6. Лукшенас Ю.К. Биоценозы и трофические группировки донных беспозвоночных южной части Балтийского моря // Океанология. – 1969. – Т. 9. – Вып. 6. – С. 1078-1086.
7. Ярвекюльг А.А. Донная фауна восточной части Балтийского моря: состав и экология распределения. – Таллинн: Валгус, 1979. – 382 с.
8. Demel K. Zbiorowiska zwierzęce na dnie morza polskiego // Sprawozdanie Komisji Fizjograficznej Akademii Umiej. – 1925. – T. 61. – S. 113-146.
9. Demel K. Wykaz bezkręgowców i ryb Bałtyku naszego // Fragmenta Faunistica Musei Zoologici Polonici. – 1933. – T. 2. – No. 13. – S. 121-136.
10. Janas U., Kendzierska H. Benthic non-indigenous species among indigenous species and their habitat preferences in Puck Bay (southern Baltic Sea) // Oceanologia. – 2014. – Vol. 56. – No 3. – P. 603-628.
11. Jażdżewski K. Kilka uwag o faunie dennej Zatoki Puckiej // Przegląd Zoologiczny. – 1962. – T. 4. – No 4. – S. 286-290.
12. Jażdżewski K. *Gammarus inaequicauda* Stock in the Baltic Sea // Crustaceana. – 1970. – Vol. 19. – No 2. – P. 216-217.
13. Jażdżewski K., Konopacka A., Grabowski M. Native and alien Malacostracan Crustacea along the Polish Baltic Sea coast in the twentieth century // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2005. – Vol. 34. – Supp. 1. – P. 175-193.
14. Olenin S. Benthic zonation of the Eastern Gotland Basin, Baltic Sea // Netherlands Journal of Aquatic Ecology. – 1997. – Vol. 30. – No 4. – P. 265-282.
15. Szaniawska A. Baltic Crustaceans. – Cham, Switzerland: Springer, 2018. – 199 p.
16. Warzocha J. Classification and structure of macrofauna communities in the southern Baltic // Archive of Fishery and Marine Research. – 1995. – Vol. 42. – No 3. – P. 225-237.
17. Żmudziński L. Zoobenthos Zatoki Gdanskiej // Prace Morskiego Instytutu Rybackiego. – 1967. – T. 14. – Ser. A. – S. 47-80.
18. Рудинская Л.В. Макрозообентос в районе Самбийско-Куршского плато Балтийского моря // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2001-2002 гг. Т. 2. Балтийское море: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2002. – С. 58-69.
19. Гусев А.А., Урбанович О.А. Видовой состав и экологическая характеристика макрозообентоса в калининградской зоне Балтийского моря в сентябре 2001 года // Промыслово-

биологические исследования АтлантНИРО в 2002-2003 годах. Т.2. Экология гидробионтов: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2004. – С. 4-19.

20. Ежова Е.Е., Спиридо О.В. Макрозообентос прибрежных вод Юго-восточной Балтики // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (Проект программы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»): сб. науч. тр. – Апатиты: Изд-во КЦН РАН, 2007. – Вып. 2. – С. 507-516.

21. Гусев А.А., Рудинская Л.В. Фауна зообентоса юго-восточной части Балтийского моря (Гданьский бассейн) в разные периоды исследований // Труды АтлантНИРО. – 2017. – Том 1. – № 3. – С. 33-64

22. Kocheshkova, O., Ezhova, E., Dorokhov, D., Dorokhova, E., Benthic communities and habitats in the near shore zone of the Curonian Spit (the south-eastern part of the Baltic Sea) // Baltica. – 2014. – Vol.27. – Special Issue. – P. 45-54.

23. Гусев А.А., Гусева Д.О., Судник С.А. Новая регистрация Понто-Каспийской гаммариды *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) в юго-восточной части Балтийского моря (Калининградская область, Россия) // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2017. – № 2. – С. 28-37.

24. Molchanova N., Ezhova E. *Dikerogammarus villosus* (Amphipoda, Gammaridae) in the south-eastern Baltic Sea // Invasion of alien species in Holarctic: The V International Symposium: book of abstracts, Russia, Uglich-Borok, 25-30 September 2017. – Yaroslavl, 2017. – P. 75.

25. Rapid expansion and facilitating factors of the Ponto-Caspian invader *Dikerogammarus villosus* within the eastern Baltic Sea / D. Minchin, K. Arbačiauskas, D. Daunys et al. // Aquatic Invasions. – 2019. – Vol. 14. – No 2. – P. 165–181.

26. Анисимова А.Н. Биология морской блохи, *Talitrus saltator* (Crustacea, Amphipoda), Самбийского полуострова (Калининградская обл., Россия) // Зоологический журнал. – 2004. – Т. 83. – № 6. – С. 668-673.

27. Дитрих А.Н. Экология морской блохи (*Talitrus saltator montagu*, 1808) на побережье юго-восточной Балтики: дисс. ... канд. биол. наук. – Калининград, 2005. – 145 с.

28. Джабраилова Г.М. О питании морской блохи *Talitrus saltator* (Montagu 1808) (Crustacea, Amphipoda, Talitridae) Самбийского полуострова и Куршской косы (Калининградская обл., Россия) // Проблемы ихтиопатологии и гидробиологии. Первые шаги в науке: сб. магистерских и аспирантских научных работ. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – С.14-27.

29. Дитрих А.Н., Джабраилова Г.М. Экология морской блохи (*Talitrus saltator* Montagu, 1808) на побережье юго-восточной Балтики. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО КГТУ, 2007. – 173 с.

30. Буруковский, Р.Н. Определитель бокоплавов (Crustacea, Amphipoda) Балтийского моря // VI Международный Балтийский морской форум (3-6 сентября 2018 г.) [Электронный ресурс]: в 6 томах. Т. 3. Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: VI Междунар. научн. конф.: материалы. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. – С.194-206.

31. Буруковский Р.Н., Судник С.А. Атлас-определитель амфипод (CRUSTACEA, AMPHIPODA) юго-восточной Балтики и эстуариев Калининградской области: учебное пособие. – Калининград, 2018. – 106 с.

32. Vanhöffen E. Beiträge zur Kenntnis der Brackwasserfauna im Frischen Haff // Sitzungsbericht der Gesellschaft naturforschender Freunde. – 1911. – No. 9. – S. 399-405.

33. Vanhöffen E. Die niedere Tierwelt des Frischen Haffs // Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. – 1917. – No. 2. – S. 113-147.

34. Willer A. Studien über das Frische Haff. I. Die allgemeinen hydrographischen und biologischen Verhältnisse des Frischen Haffes // Zeitschrift für Fischerei und deren Hilfswissenschaften. – Neudamm, Berlin, 1925. – Bd.23. – Heft 3. – S. 317-349.

35. Riech F. Beiträge zur Kenntnis der litoralen Lebensgemeinschaften in der poly- und mesohalinen Region des Frischen Haffes // Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. – Königsberg, 1926. – Bd. 65. – H. 1. – S. 32-47.

36. Seligo A. Änderungen in der Zusammensetzung der Tierwelt des Frischen Haffes // Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie. – 1926. – No.3. – S. 434-443.
37. Willer A. Untersuchungen zur Kenntnis der Ernährungsphysiologie von *Gammarus pulex* L. // Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. – Leipzig, Berlin, 1922. – Jg. 63. – S. 60-96.
38. Аристова Г.И. Бентос Вислинского залива // Труды АтлантНИРО. – 1965. – Вып. 14. – С. 40-49.
39. Аристова Г.И. Бентос Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря и его значение в питании рыб: дисс. ... канд.биол.наук. – Л., 1973. – 287 с.
40. Крылова О.И. Функционирование планктона и бентоса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря в связи с их экологическими различиями: дисс. ... канд.биол.наук. – Калининград, 1984. – 224 с.
41. Науменко Е.Н., Хлопников М.М., Рудинская Л.В. Потоки энергии в экосистеме Вислинского (Калининградского) залива Балтийского моря // Журнал Сибирского Федерального Университета. Сер.: Биология. – 2012. – № 5(2). – С. 184-202.
42. Рудинская Л.В. Влияние солености воды на структуру сообщества донных беспозвоночных в Вислинской лагуне Балтийского моря // Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана. Т. 1. Пресноводная гидробиология: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2000. – С. 50-58.
43. Ezhova E., Żmudziński L., Maciejewska K. Long-term trends in the macrozoobenthos of the Vistula Lagoon, southeastern Baltic Sea. Species composition and biomass distribution // Bulletin of the Sea Fisheries Institute. – 2005. – Vol. 1 (164). – P. 55-73.
44. Ежова Е.Е., Полунина Ю.Ю. Инвазии чужеродных видов беспозвоночных в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парк «Куршская коса»: сб. науч. тр. – Калининград: БФУ им. И. Канта, 2011. – Вып.7. – С. 25-37.
45. Гусев А.А., Рудинская Л.В. Современный видовой состав зообентоса Вислинского залива и его сравнение с аналогичными данными 20-х годов XX века // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2010-2013 годах. Том 1. Балтийское море и заливы: сб. науч. тр. – Калининград, 2014. – С.100-122.
46. Ежова Е.Е., Молчанова Н.С. О встречаемости видов раков *Asellus aquaticus*, *Idotea chelipes*, *Lekanesphaera rugicauda*, *Jaera albifrons* (Isopoda) и *Orchestia cavimana* (Amphipoda, Talitridae) в Вислинском заливе Балтийского моря // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Международной школы-конференции, Борок, 5–9 ноября 2012 г. – Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. – С.186-187.
47. Особенности генетического полиморфизма популяции чужеродного рачка *Dikerogammarus villosus* (Amphipoda: Gammaridae) из Вислинского залива (Балтийское море) / Е.А. Боровикова, Е.Е. Ежова, Ю.И. Малина и др. // Актуальные проблемы изучения ракообразных: сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, Борок, 17-20 мая 2018 г. – Ярославль: Издательское бюро «Филигрань», 2018. – С. 10-11.
48. Гумен А.В. Некоторые черты биологии амфиподы *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) (Amphipoda, Gammaridae) в водах Вислинского залива (Балтийская коса, Калининградская область) в 2018 г. // Материалы 69-й Междунар. науч.-техн. конф. Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 22-26 апреля 2019 г. – Астрахань: Изд-во «АГТУ», 2019. – 3 с.
49. Szidat L. Beiträge zur Faunistik und Biologie des Kurischen Haffs // Schriften der Physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. – Königsberg, 1926. – Bd. 65. – H. 1. – S. 6-32.
50. Аристова Г.И. Бентос Куршского залива // Труды АтлантНИРО. – 1965. – Вып. 14. – С. 19-39.

51. Потютко О.М. Фаунистическая характеристика бентоса литоральной зоны южного побережья Куршского залива Балтийского моря // Зоологический журнал. – 2008. – Т. 87. – № 10. – С. 1180-1191.
52. Мордухай-Болтовская Э.Д., Иванов П.И., Машинец И.П. Зоопланктон и зообентос озера Виштынецкого // Биология рыб и водных беспозвоночных морских и внутренних водоемов: сб. науч. тр. / КТИРПиХ. – Калининград, 1971. – Вып. 26. – С. 38-53.
53. Мордухай-Болтовская Э.Д., Цыганков В.Ю., Щербина Г.Х., Герасимов Ю.В. Биомасса и продукция зоопланктона и зообентоса в озерах Калининградской области (Виштынецком, Островном и Камышовом) в 1976-1977 гг. // Биология и физиология рыб и водных беспозвоночных: сб. науч. тр. / КТИРПиХ. – Калининград, 1980. – Вып. 91. – С. 48-56
54. Щербина Г.Х. Таксономический состав и сапробиологическая значимость донных макробеспозвоночных различных пресноводных экосистем Северо-Запада России // Экология и морфология беспозвоночных континентальных вод. – Махачкала: Изд-во Наука ДНЦ, 2010. – С. 426-466.
55. Шибаева М.Н. Видовой состав зообентоса малых рек Калининградской области // Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана Т.1. Пресноводная гидробиология: сб. науч. тр. – Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2000. – С. 58-73.
56. Шибаева М.Н., Масюткина Е.А., Матвеева Е.П. Видовое разнообразие зообентоса и биоиндикация внутренних водоемов Калининградской области // Известия КГТУ. – 2010. – № 19. – С. 172-179.
57. Ягминене И.Б. Антропогенное воздействие на количественное и качественное развитие макрозообентоса нижнего участка р. Нямунас // Труды Академии наук Литовской ССР. Серия В. – 1979. – Т. 1. – Вып. 85. – С. 65-73.
58. Матвеева Е.П., Масюткина Е.А., Шибаева М.Н. Характеристика фонового состояния бентосного сообщества в зоне возможного воздействия Балтийской АЭС // Известия КГТУ. – 2011. – № 22. – С. 51-58.
59. Зоопланктон и зообентос р. Неман в районе строящейся Балтийской АЭС / Д.В. Кулаков, М.Е. Макушенко, Е.А. Верещагина и др. // Вода: химия и экология. – 2014. – № 11. – С. 70-76.
60. Ежова Е.Е., Павленко М.В. Сообщества макрозообентоса в нижнем течении р. Преголи // Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона. – Калининград: Изд-во КГУ, 2001. – С. 69–74.
61. Биологические сообщества реки Преголя (бассейн Вислинского залива, Балтийское море) / под ред. Е.Е. Ежовой. – Калининград: изд-во «Смартбукс», 2013. – 246 с.
62. Чепурина С.Г. Характеристика некоторых бентосных сообществ реки Лава (Калининградская область) // Современные проблемы паразитологии, зоологии и экологии: материалы I и II международных чтений, посвященных памяти и 85-летию со дня рождения С.С. Шульмана. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. – С. 338-347.
63. Высшие раки (Malacostraca) водоемов Калининградской области / А.А. Гусев, Е.Е. Ежова, Д.О. Гусева и др. // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Международной школы-конференции, Борок, 5–9 ноября 2012 г. – Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. – С. 170-173.
64. Гусев А.А., Гусева Д.О., Рудинская Л.В. Предварительные итоги изучения зообентоса предустьевых участков некоторых рек Калининградской области // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии: сб. науч. тр. – 2014. – Т. 23. – № 2. – С. 61-71.
65. Gusev A.A. About the Finding of *Pallasiola quadrispinosa* (G.O. Sars, 1867) (Gammaridae: Amphipoda) in Lake Vishtynetskoye (Kaliningrad Region) // Inland Water Biology. – 2013. – Vol. 6. – No. – 4. P. 362–364.
66. Гусев А.А., Гусева Д.О. Инвазия понто-каспийской гаммариды *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894) в озеро Виштынецкое (Калининградская область) // Актуальные проблемы изучения ракообразных: сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, Борок, 17-20 мая 2018 г. – Ярославль: Издательское бюро «Филигрань», 2018. – С. 14-15.

THE HISTORY OF AMPHIPODS RESEARCH (AMPHIPODA: CRUSTACEA) IN KALININGRAD REGION

¹ Gusev Andrey Alexandrovich, Senior Researcher, Laboratory of Hydrobiology;

² Guseva Daria Olegovna, Head of educational and scientific laboratory of histology, Department Ichthyopathology and Hydrobiology

¹ Atlantic branch of the Federal State Budget Scientific Institution

“Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography” (“AtlantNIRO”), Kaliningrad, Russia, e-mail: andgus@rambler.ru;

² Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia, e-mail: daria.guseva@klgtu.ru

Based on the literature data, the history of amphipods research in the Kaliningrad region since the end of the XIX century to the present time is described. The main results of studies of the species composition, biology and ecology of amphipods in the south-eastern Baltic Sea, Vistula and Curonian lagoons, fresh waters of the Kaliningrad region are presented

УДК 639.311.4.09(470.26)(06)

ПАРАЗИТОФАУНА РЯПУШКИ (COREGONUS ALBULA LINNAEUS, 1759) ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО В 2016 И 2018 ГОДАХ

Евдокимова Елизавета Борисовна, доцент, канд. биол. наук;

Архиповский Сергей Николаевич, бакалавр;

Заостровцева Софья Константиновна, доцент, канд. биол. наук;

Авдеева Елена Витальевна, профессор, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: sergej950612@yandex.ru, zaostrov@klgtu.ru,

elena.avdeeva@klgtu.ru

Проведен полный паразитологический анализ ряпушки озера Виштынецкого в 2016 и в 2018 годах. Обнаружено четыре вида паразитов: микроспоридия Henneguya zschokkei, цестода Prothocephalus exiguus, паразитические ракообразные Ergasilus briani и Argulus foliaceus. Отмечена высокая зараженность ряпушки цестодой Prothocephalus exiguus и паразитическим ракообразным Ergasilus briani. Небольшой видовой состав паразитов, по всей вероятности, связан с обитанием ряпушки на краю своего ареала

Введение

Изучение паразитофауны рыб входит обязательным компонентом в комплекс рыбохозяйственных исследований. Все изменения в составе паразитофауны рыб указывают на наличие в водоеме изменений, зачастую еще не улавливаемых другими методами исследований.

Многие паразиты представляют для рыб достаточно серьезную угрозу. Часто встречаются виды, которые оказывают на своих хозяев заметное патогенное воздействие, вплоть до гибели [1].

Материал и методика

Исследование паразитофауны ряпушки проводилось в конце июня 2016 и 2018 годов. Объем материала – 202 экземпляра ряпушки (107 экз. – в 2016 и 95 экз. – в 2018 годах) длиной от 9 до

16 см. Орудие лова – ряпушковые ставные сети. При изучении паразитофауны ряпушки использовали метод полного паразитологического анализа, разработанный В.А. Догелем и его эколого-паразитологической школой [2]. Вскрытие проводилось только живой рыбы. После определения видового состава паразитов с помощью Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР [5,6], вычислялись экстенсивность, интенсивность инвазии и индекс обилия.

Озеро Виштынецкое расположено в юго-восточной части Калининградской области в Нестеровском районе. Это крупнейший пресноводный водоем в области: площадь зеркала составляет 16,6 км², объем воды около 258 млн км³. Форма озера вытянутая – с северо-северо-запада на юго-юго-восток, длина 9,1 км, наибольшая ширина 4,2 км, длина береговой линии 25 км, максимальная глубина 54 м [3]. Вода озера характеризуется низким уровнем минерализации (190–270 мг/л), гидрокарбонатно-кальциевая, мягкая [4].

Полученные результаты

Исследования паразитофауны ряпушки Виштынецкого озера проводились с 1982 года [1]. За этот период времени у ряпушки было обнаружено 7 видов паразитов, относящихся к классам *Myxosporidia*, *Infusoria*, *Cestoda*, *Hirudinea*, *Bivalvia* и *Crustacea* [1]. В начале 2000-х годов после того, как в 2001 году в озеро была завезена партия рипуса со стороны Литовской Республики в целях акклиматизации, на ряпушке найдена миксоспоридия *Henneguya zschokkei*, опасный паразит для лососевых и сиговых рыб. Мониторинг зараженности ряпушки озера Виштынецкого тремя видами паразитических организмов (*Henneguya Zschokkei*, *Proteocephalus exiguus*, *Ergasilus briani*) проводится с 2009 года.

В период наших исследований обнаружено только четыре вида (таблица 1).

Таблица 1

Паразитофауна ряпушки озера Виштынецкого в 2016 и 2018 гг.

Годы наблюдений		2016				2018			
Паразит	Локализация	Зараженность				Зараженность			
		ЭИ, %	ИИ, экз		ИО, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз		ИО, экз.
			от	до			от	до	
<i>Henneguya zschokkei</i>	мускулатура	8,41%	-	-	-	4,21%	-	-	-
<i>Proteocephalus exiguus</i>	желудочно-кишечный тракт	96,26%	0	266	61,57	100%	3	169	21,05
<i>Ergasilus briani</i>	жабры	95,33%	1	274	31,08	92,63%	0	24	12,20
<i>Argulus foliaceus</i>	поверхность тела	0,93%	0	1	-	1,05%	0	2	-

Примечание. ЭИ – экстенсивность инвазии; ИИ – интенсивность инвазии; ИО – индекс обилия.

Миксоспоридия *Henneguya zschokkei* (Gurley, 1894) – образует крупные белые овальные цисты, достигающие размеров 3 × 2 мм и окруженные плотной оболочкой из соединительной ткани хозяина. Споры овальные, с закругленным передним концом и суживающимся задним, постепенно переходящим в хвостовые отростки.

Длина спор 10–14, ширина 7–11, толщина 6, длина хвостовых отростков 26–40, длина полярных капсул 3,7–6, их диаметр 2,3–3 мкм [5].

Динамика экстенсивности инвазии ряпушки данным видом миксоспоридии на протяжении ряда лет выглядит следующим образом (рис. 1):

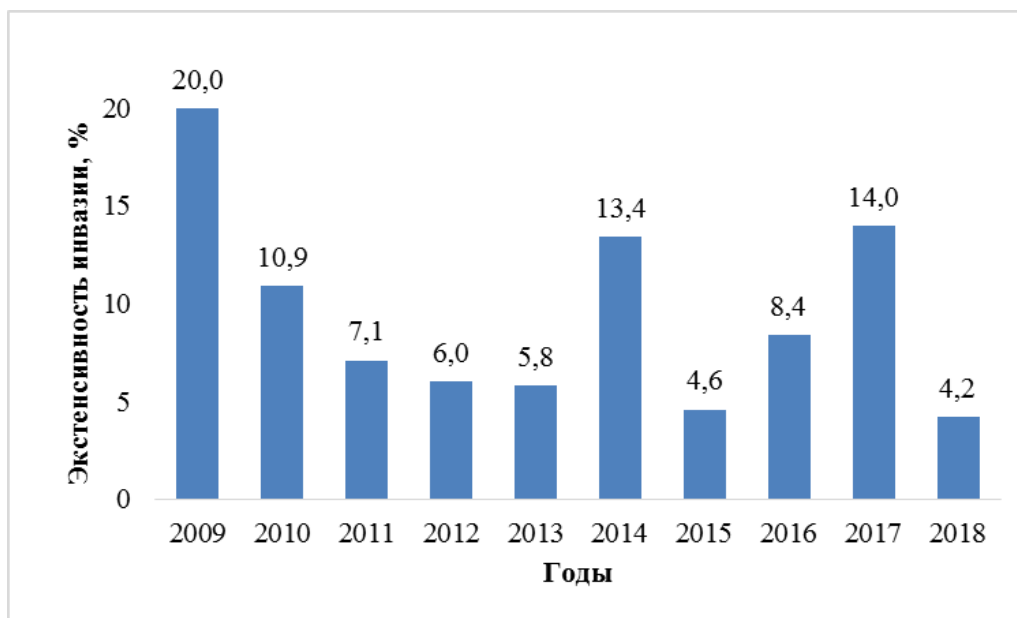


Рис. 1. Экстенсивность инвазии ряпушки микоспоридиями *Henneguya zschokkei* по годам

Возможно, колебания показателей инвазии в отдельные годы связаны с изменениями температурного режима в озере. Кроме того, на эти показатели влияет тот факт, что *H. zschokkei* относится к арктическому фаунистическому комплексу и в озере не находит для себя оптимальных условий для существования.

Цестода *Proteocephalus exiguus* (La Rue, 1911) – паразитические черви длиной от нескольких мм до 20 см и более. Длина стробилы 9–38, ширина 0,8–1,2 мм [6].

Паразит сиговых рыб (сиг, ряпушка) и дальневосточных лососей. Промежуточные хозяева – циклопы (р. *Cyclops* Muller, 1776). У окончательных хозяев паразитирует в кишечнике [6].

В озере данный паразит у ряпушки регистрируется ежегодно. В начале паразитологических исследований в озере в 1982 году зараженность им не превышала 63%. Начиная с 2009 года зараженность протеоцефалусом ряпушки постоянно увеличивалась, доходя практически до 100% (рис. 2).

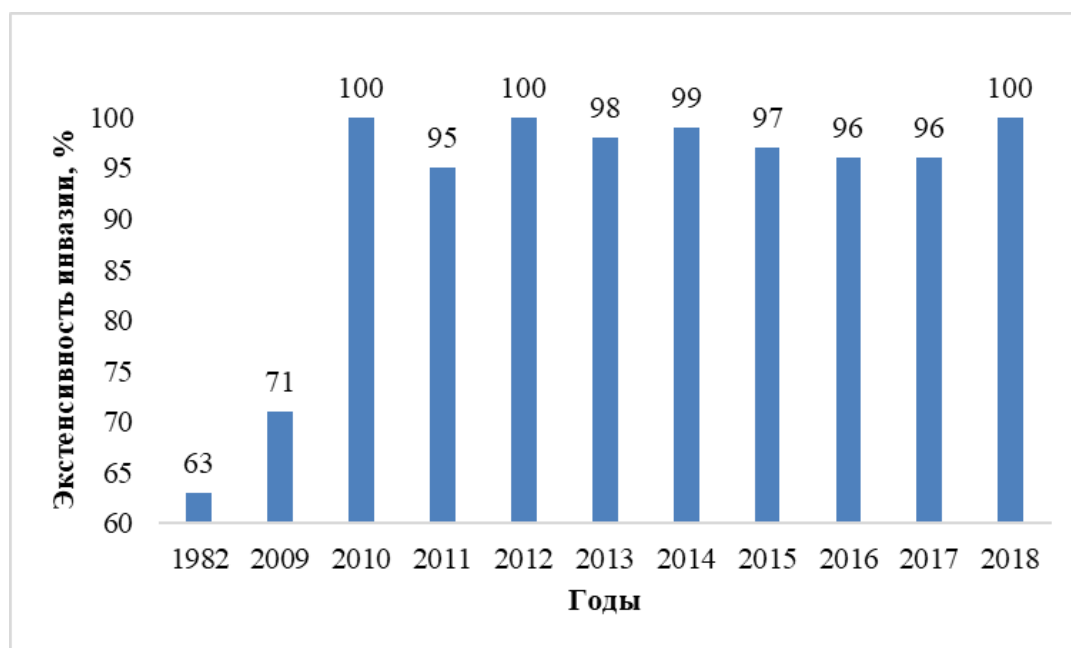


Рис. 2. Экстенсивность инвазии ряпушки цестодами *Proteocephalus exiguus* по годам

В 2016 году зараженность составляла 96%, а в 2018 – 100%. Постоянно высокая инвазированность ряпушки данной цестодой в первую очередь связана с преобладанием в ее рационе веслоногих ракообразных – циклопов (первый промежуточный хозяин). Колебания показателей инва-

зии могут быть связаны с изменениями температурного режима озера в отдельные годы, а также с соотношением численности копепод и кладоцер в составе зоопланктона в отдельные годы.

Стоит отметить, что ряпушка служит для данного паразита одновременно вторым промежуточным и окончательным хозяином. При вскрытии в кишечнике обнаруживаются одновременно как взрослые сформировавшиеся стробилы паразитов, так и большое количество молодых плевроцеркоидов.

Ergasilus briani (Markewitsch, 1932) паразитирует на представителях самых разных семейств рыб (карповых, сиговых и др.). Локализуется на жабрах, питается кровью и эпителием жаберных лепестков.

Длина тела 0,7–1,0, ширина 0,18–0,25 мм. Сегмент V пары ножек иногда не отграничен от полового. Антенна II с короткими члениками, на базальном имеется шип, обычно отсутствующий у других видов данного семейства. На концевом членике экзоподита IV пары ног 4 щетинки (у прочих видов их 5) [6].

Данный паразитический рачок регистрируется постоянно. До 2000 года экстенсивность инвазии составляла примерно 41%, после чего, начиная с 2009 года наблюдался скачок уровня зараженности ряпушки этим паразитом, который в последующие годы снизился (до 45 % в 2013 году). Вскоре произошел очередной рост уровня экстенсивности заражения *Ergasilus briani* – 55 и 71% в 2014 и 2015 годах соответственно [7].

В 2016 году экстенсивность инвазии достигла 95% при интенсивности от 0 до 42 экз./рыба, индекс обилия – 12,2 экз./рыба. В 2017 году было отмечено падение зараженности (до 48%) [7], затем, в 2018 году, резкий скачок до 93% (рис. 3).

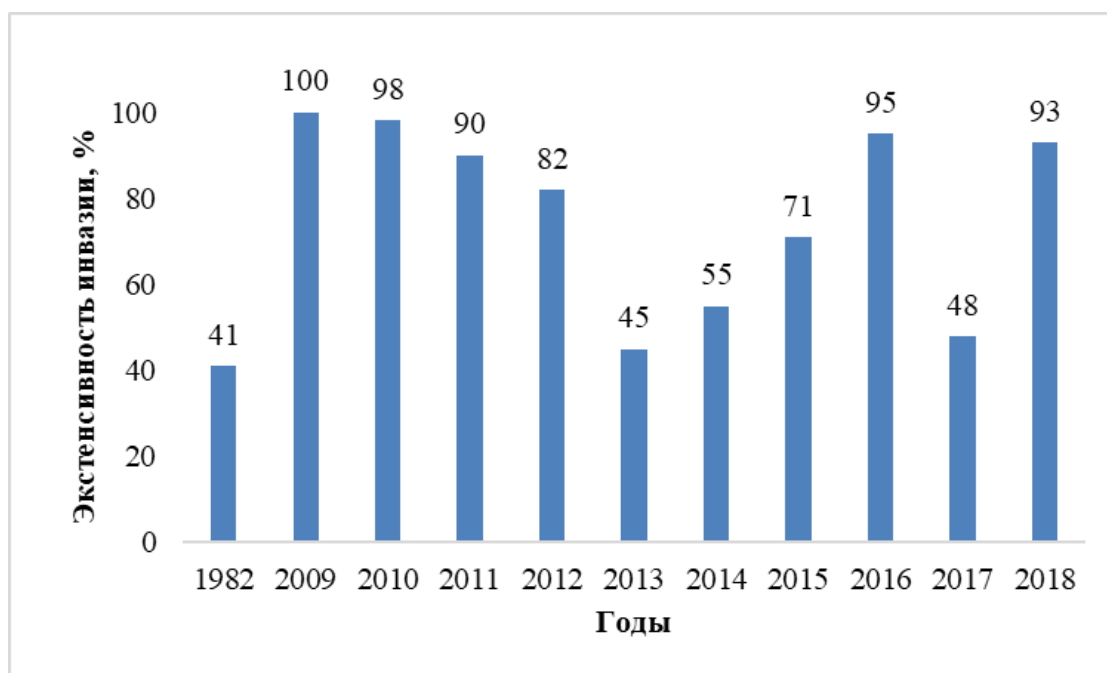


Рис. 3. Экстенсивность инвазии ряпушки паразитическими ракообразными *Ergasilus briani* по годам

Argulus foliaceus (Linnaeus, 1758), – имеет головогрудь овальной листовидной формы, передний конец которой образует широкий выступ, ограниченный по бокам неглубокими бороздками. Задняя вырезка «хвостового плавника» не достигает его середины, особенно у самцов, у которых заходит лишь за заднюю треть. Локализуется на коже и жабрах различных пресноводных рыб. Опасный паразит рыб. Будучи теплолюбивым, особенно интенсивно размножается в хорошо прогреваемых и слабо аэрированных водоемах [6].

У ряпушки в озере Виштынецком этот паразит регистрируется ежегодно, но в единичных экземплярах. В 2016 году экстенсивность заражения составила 0,93%, в 2018 – 1,05%. Заражение ряпушки происходит, по-видимому, в период, когда она на непродолжительное время заходит на мелководье в зону прибрежной водной растительности.

Особенностью паразитофауны ряпушки Виштынецкого озера можно считать значительное обеднение видового состава паразитов. Все сохранившиеся у нее паразиты относятся к бореально-равнинному фаунистическому комплексу, за исключением миксоспоридии *Henneguya zschokkei*, которая, как указывалось выше, была занесена в озеро относительно недавно.

Заключение

Таким образом, паразитофауна ряпушки в 2016 и 2018 годах была представлена только 4 видами паразитов: миксоспоридиями *Henneguya zschokkei*, паразитическими ракообразными *Argulus foliaceus* и *Ergasilus briani* и цестодой *Proteocephalus exiguus*. Экстенсивность заражения миксоспоридиями и паразитическими ракообразными *Argulus foliaceus* незначительная. Наиболее интенсивно ряпушка поражена цестодами *Proteocephalus exiguus*, в настоящее время зараженность достигает 100% при некотором снижении интенсивности заражения. Также ряпушка была интенсивно поражена ракообразными *Ergasilus briani*, экстенсивность достигает 92,63% при некотором снижении интенсивности заражения. Наибольшую опасность для ряпушки озера Виштынецкого представляют цестоды *Proteocephalus exiguus* и ракообразные *Ergasilus briani*, которые могут стать причиной инвазионных заболеваний рыб.

Небольшой видовой состав паразитов, по всей вероятности, связан с обитанием ряпушки на краю своего ареала [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евланов И. А. Паразитофауна рыб водоемов Калининградской области и ее значение при их рыбохозяйственном использовании: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калининград, 1982. – 24 с.
2. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
3. Виштынецкое озеро: природа, история, экология / В.В. Орлёнок, Г.М. Барина, П.П. Кучерявый, Г.Л. Ульяшев – Калининград: изд-во КГТУ, 2001. – 211 с.
4. Озеро Виштынецкое: сб. науч. тр. / отв. Редакторы К.В. Тылик, С.В. Шибанов. – Калининград: ИП Мишуткина, 2008. – 144 с.
5. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР (Паразитические простейшие): в 3 т. / ред. О.Н. Бауер. – Л.: Наука. 1984. Т.1. – 428 с.
6. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР (Паразитические многоклеточные): в 3 т. / ред. О.А. Скарлато. – Л.: Наука. 1987. Т.3. – 583 с.
7. Паразитоценоз ряпушки (*Coregonus albula* L.) озера Виштынецкого / Евдокимова Е. Б., Заостровцева С. К., Авдеева Е. В., Шибанов С. В. и др. // Научный журнал «Известия КГТУ». – 2018. – №50. – С. 48 – 56.
8. Паразитофауна и окружающая среда. Некоторые вопросы экологии паразитов пресноводных рыб. / Догель В.А. // Основные проблемы паразитологии рыб. – Л.: Издательство Ленинградского университета, – 1958. – С. 52-53.

PARASITE FAUNA OF VENDACE (COREGONUS ALBULA LINNAEUS, 1759) IN LAKE VISHTYNETSKOE IN 2016 AND 2018.

Evdokimova Elisaveta Borisovna, Associate Professor, PhD in Biological Science;
Arkhipovskii Sergey Nikolaevich, Bachelor of Science;
Zaostrovtsseva Sofya Konstantinovna, Associate Professor, PhD in Biological Science;
Avdeeva Elena Vitalievna, Professor, PhD in Biological Science

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: sergej950612@yandex.ru, zaostrov@klgtu.ru, elena.avdeeva@klgtu.ru

Complete parasitological analysis of vendace of lake Vishtynetskoe in 2016 and 2018. There were 4 types of parasites found: myxosporidia Henneguya zschokkei, cestoda Proteocephalus exiguus, parasitic crustaceans Ergasilus briani and Argulus foliaceus. Vendace are highly infected with cestoda Proteocephalus exiguus and crustaceans Ergasilus briani. Small species composition of parasites apparently associated with vendace's habitat on the edge of its area

УДК 597.553.2-12 (470.21)

БАКТЕРИИ СЕМЕЙСТВА ENTEROBACTERIACEAE (RAHN, 1937) В МИКРОФЛОРЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ИЗ ВОДОЁМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Казимирченко Оксана Владимировна, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

В микрофлоре судака, леща, плотвы, речной камбалы и трески изучен видовой состав бактерий семейства Enterobacteriaceae. Наибольшее обсеменение энтеробактериями выявлено у судака Куршского залива и трески Балтийского моря. Бактерии родов Citrobacter, Enterobacter и Escherichia были часто встречаемыми группами. Присутствие кишечных бактерий в бактериоценозах рыб указывает на санитарное неблагополучие водоемов

Семейство Enterobacteriaceae (Rahn, 1937) объединяет небольшие факультативно-анаэробные подвижные (или неподвижные) неспорообразующие палочки, ферментирующие углеводы с образованием кислоты или кислоты и газа и не обладающие дыхательным ферментом цитохромоксидазой. Бактерии данного семейства входят в порядок Enterobacteriales (Adeolu et al., 2016), класс Gammaproteobacteria, входящего в тип Proteobacteria [1, 2].

Энтеробактерии широко распространены в природе: некоторые виды обитают в почве, воде, сточных водах, но подавляющее большинство видов приспособились к обитанию в кишечнике различных видов животных. Способность колонизировать дистальные отделы кишечника человека и животных обусловила название семейства (от греч. *enteron* – кишечник) и медицинскую значимость энтеробактерий, так как бактерии – причина острых кишечных инфекций у человека, таких как брюшной тиф и паратифы, бактериальная дизентерия, гастро- и колиэнтериты [1].

Отдельные рода бактерий семейства Enterobacteriaceae – бактерии *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* относятся к санитарно-показательным бактериям группы кишечных палочек (БГКП), определяющим санитарное благополучие воды, почвы, пищевых продуктов, других объектов внешней среды [1, 3].

Для энтеробактерий установлена длительная персистенция в воде поверхностных водоемов, следовательно, происходит постоянная контаминация кишечными бактериями различных видов рыб, моллюсков, ракообразных. Возможность длительного существования в водной среде обусловливается широким диапазоном адаптационных возможностей кишечных бактерий: бактерии способны прикрепляться к органическим и неорганическим субстратам за счет хорошо развитого комплекса адгезинов, расположенных в фимбриях и пилиях, имеют секреторные системы (сидерофоры, ферменты, токсины), проявляют устойчивость к антибиотикам, тяжелым металлам [1, 4, 5, 6].

В ихтиобактериологии энтеробактерии имеют значение как этиологические агенты при различных патологических процессах у рыб и сопутствующая микрофлора, осложняющая течение основного бактериального заболевания. Бактерии *Yersinia ruckeri*, *Edwardsiella tarda*, *E. ictaluri*,

Proteus, *Citrobacter* вызывают эпизоотии у многих видов рыб, часто в аквакультуре. Заболевания могут протекать в острой, подострой и хронической формах с массовой гибелью рыб [7-11].

В условиях неблагоприятного воздействия на организм рыбы возможно развитие бактериальной геморрагической септицемии – полиэтиологического заболевания при участии различных видов токсинообразующих энтеробактерий в комплексе с условно-патогенными видами бактерий родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium* [7, 12].

При мониторинговых бактериологических исследованиях промысловых видов рыб энтеробактерии – часто выявляемая группа бактериоценозов, в микрофлоре рыб регистрируют различные виды бактерий родов *Proteus*, *Citrobacter*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Enterobacter* [13-17].

Пресноводные и морские виды рыб часто могут быть инфицированы видами кишечных бактерий, имеющих эпидемиологическое значение в инфекционной патологии человека. К возбудителям патологических процессов у человека относят бактерии родов *Salmonella*, *Klebsiella*, *Hafnia*, *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Escherichia*. Распространению бактерий в микробиоценозах рыб и водной среде способствует их устойчивость к внешним воздействиям (различным диапазонам температур, pH), широкое применение синтетических моющих средств, дезинфектантов, гербицидов, инсектицидов, использование антибиотиков в медицине и ветеринарии также увеличивают вероятность роста и выживаемости бактерий во внешней среде [1, 4].

Целью нашей работы было определение видовой структуры бактерий семейства Enterobacteriaceae в составе бактериоценозов некоторых промысловых видов рыб из водоемов Калининградской области.

Объектами исследований послужили пробы судака (*Sander lucioperca*), леща (*Abramis brama* L.), плотвы (*Rutilus rutilus* L.) из Куршского залива, речной камбалы (*Platichthys flesus* L.), судака из Вислинского залива, речной камбалы из прибрежной части Балтийского моря, трески (*Gadus morhua*) из Балтийского моря.

Бактериологические исследования рыб проводили общепринятыми методами [18, 19]. На исследование отбирали пробы кожи, жабр, крови из сердца, содержимого желудочно-кишечного тракта и желчного пузыря, печени, селезенки, почек. Посевы осуществляли на дифференциально-диагностический агар, агар Эндо, рыбо-пептонный агар. Изолированные колонии пересеивали на первичную дифференцирующую среду Клигlera. Штаммы бактерий тестировали на дифференциально-диагностических средах, идентификацию проводили по определителям [20-24].

Встречаемость энтеробактерий в микробиоценозах изученных промысловых видов рыб представлена в таблице.

Таблица

Бактерии семейства Enterobacteriaceae (Rahn, 1937) в составе микробиоценозов промысловых видов рыб из водоемов Калининградской области

Вид рыбы, наименование водоема	Доля бактерий семейства Enterobacteriaceae в общем составе микрофлоры рыб (% штаммов)	Виды бактерий семейства Enterobacteriaceae, места локализации в рыбе
судак, Куршский залив	40,9	<i>Citrobacter freundii</i> (кожа, жабры, желчный пузырь, кровь, печень, селезенка, почки, кишечник) <i>Escherichia coli</i> (почки)
судак, Вислинский залив	1,2	<i>Enterobacter [Pantoea] agglomerans</i> (кровь) <i>Escherichia coli</i> (почки, кишечник)
лещ, Куршский залив	1,1	<i>Citrobacter freundii</i> (кишечник) <i>Escherichia coli</i> (кровь, селезенка) <i>Enterobacter [Pantoea] agglomerans</i> (жабры)
плотва, Куршский залив	21	<i>Citrobacter amolanaticus</i> (печень) <i>Escherichia coli</i> (кожа, жабры, печень) <i>Enterobacter [Pantoea] agglomerans</i> (печень, селезенка)
речная камбала, Вислинский	7	<i>Citrobacter freundii</i> (жабры, печень) <i>Citrobacter diversus [koseri]</i> (печень, селезенка)

Вид рыбы, наименование водоема	Доля бактерий семейства Enterobacteriaceae в общем составе микрофлоры рыб (% штаммов)	Виды бактерий семейства Enterobacteriaceae, места локализации в рыбе
залив		<i>Enterobacter</i> [Pantoea] <i>agglomerans</i> (жабры, желчный пузырь) <i>Escherichia coli</i> (жабры)
речная камбала, Балтийское море	9	<i>Citrobacter freundii</i> (жабры, желчный пузырь, печень, селезенка) <i>Citrobacter amalanaticus</i> (печень, селезенка) <i>Citrobacter farmeri</i> (печень, селезенка) <i>Escherichia coli</i> (кожа, печень, селезенка) <i>Klebsiella</i> sp. (печень)
треска, Балтийское море	54	<i>Enterobacter sakazakii</i> (кожа, язвенные поражения, жабры, почки) <i>Citrobacter freundii</i> (кожа, язвенные поражения, почки) <i>Klebsiella</i> sp. (кишечник)

Наибольшую долю в общем составе бактериофлоры энтеробактерии занимали у судака Куршского залива и трески Балтийского моря. Среди энтеробактерий в составе микробиоценозов изученных рыб наиболее часто встречаемыми были бактерии родов *Citrobacter*, *Enterobacter* и *Escherichia*. Следует отметить, что кишечные группы бактерий присутствовали в составе микрофлоры рыб в ассоциации с условно-патогенными бактериями родов *Aeromonas* и *Pseudomonas*.

Бактерии рода *Citrobacter* (Werkman and Gillen, 1932) часто обнаруживаются в воде, почве, различных стоках, в пищевых продуктах. Цитробактеров также выделяют из кишечника человека, крупного рогатого скота, птиц, рептилий, насекомых. В воде водоемов цитробактеры сохраняются до 10 месяцев, в почве – более 6 месяцев, хорошо переносят замораживание, гибель бактерий при воздействии дезинфектантов происходит через 15 минут, при воздействии высокой температуры – в течение 30 минут или моментально. У человека цитробактеры могут вызывать гастроэнтероколиты, пищевые отравления, инфекции моче- и желчевыводящих путей [1].

При патологических процессах у рыб, инициированных цитробактерами, наблюдают развитие геморрагий на кожных покровах, у оснований плавников, в глазах, экссудативное воспаление жабр с очагами некроза, высоковирулентные возбудители способствуют образованию язв [11, 25-28].

Видовая структура цитробактеров, обнаруженных нами в микрофлоре рыб, была представлена четырьмя видами при доминировании *C. freundii* (Braak 1928; Werkman and Gillen 1932). Все штаммы бактерий этого вида были H₂S-положительными по агару Клигlera, ферментировали сахарозу до кислоты, утилизировали цитрат. Данный вид бактерий относится к типовому виду, часто обнаруживаемому у различных видов пресноводных и морских рыб [4, 11]. У судака Куршского залива *C. freundii* выявляли во всех органах и тканях, патологических изменений в органах не регистрировали. У леща бактерии этого вида входили в основной состав микрофлоры кишечника, у плотвы – в состав микрофлоры печени. При этом патологий в этих органах не наблюдали, однако у леща с признаками краснухоподобного заболевания количество *C. freundii* увеличивалось наряду с опасными для леща бактериями *Aeromonas hydrophila*. У речной камбалы как из Вислинского залива, так и из прибрежной части Балтийского моря, *C. freundii* составляли основу микрофлоры жабр и печени. В печени у всех экземпляров речной камбалы отмечали патологические признаки в виде увеличения или уменьшения размеров, обесцвечивания, изменения плотности. Цитробактеров этого вида у речной камбалы, выловленной в море, также обнаруживали в составе микрофлоры селезенки и желчного пузыря. Для трески Балтийского моря бактерии *C. freundii* были характерны для микрофлоры кожи и почек. У экземпляров трески с язвенными поражениями на голове, челюсти, спинных плавниках и хвостовом стебле бактерии *C. freundii* присутствовали вместе с доминирующими у трески видами вибрионов – *Vibrio damsela*, *V. fluvialis* – этиологическими агентами вибриозов морских рыб.

Специфическими видами цитробактеров только для речной камбалы из Вислинского залива были *C. diversus* [koseri] (Burkey 1928; Frederiksen 1970), для речной камбалы из Балтийского моря – *C. amalanaticus* (Young et al., 1971) и *C. farmeri* (Brenner et al., 1993). Все штаммы данных видов цитробактеров были H₂S-отрицательными по агару Клигlera. Бактерии *C. farmeri* не утилизирава-

ли цитрат, но ферментировали сахарозу; бактерии *C. diversus* [koseri] расщепляли малонат натрия с образованием щелочных продуктов в отличие от бактерий *C. amalonaticus*.

Данные виды цитробактеров были выявлены в составе микрофлоры паренхиматозных органов – печени и селезенки вместе с доминирующими в микробиоценозе рыбы видами условно-патогенных аэромонад и псевдомонад. Обнаруженные у речной камбалы виды цитробактеров имеют медицинское значение как возбудители поражений кишечника и мочевыводящих путей, обычно присутствуют в испражнениях [1].

Бактерии рода *Enterobacter* (Normaechе and Edwards 1960) были также часто обнаруживаемой группой энтеробактерий у изученных нами видов рыб, за исключением судака Куршского залива. Энтеробактеры широко распространены в окружающей среде: их выделяют с различных растений, почвы (бактерии входят в состав микрофлоры ризосферной зоны), воды водоемов, кишечника человека и животных, бактерии колонизируют рыбу и других гидробионтов. Бактерии этого рода способны синтезировать фермент L-гистидиндекарбоксилазу, катализирующего высвобождение гистамина в пищевых продуктах. При его накоплении в определенных концентрациях у человека может развиваться пищевое отравление, известное как *scombroid poisoning* («отравление скумбрией»). Подобные интоксикации регистрируются у человека при употреблении в пищу лососевых, скумбриевых рыб, анчоусов, сардин, мясо которых изначально содержит высокое содержание гистамина. Как и цитробактеры бактерии рода *Enterobacter* довольно устойчивы во внешней среде: в воде и почве сохраняются несколько месяцев, хорошо переносят низкие температуры и замораживание, устойчивы к высыханию [1].

Видовой состав энтеробактеров в микрофлоре изученных рыб формировали два вида – *E. [Pantoea] agglomerans* (Beijerinck 1888) и *E. sakazakii* (Farmer et al. 1980). Штаммы бактерий *E. sakazakii* отличали от *E. agglomerans* по активности в отношении аргининдегидролазы и орнитиндекарбоксилазы. Бактерии *E. agglomerans* присутствовали в составе микрофлоры леща и плотвы Куршского залива, судака и речной камбалы Вислинского залива. У судака данный вид бактерий обнаруживали в посевах крови из сердца, в основном у экземпляров с патологическими изменениями печени, у леща – в микрофлоре жабр наряду с условно-патогенными *A. hydrophila* и сапрофитными кокками и бациллами. У плотвы бактерий *E. agglomerans* выявляли в микрофлоре печени и селезенки вместе с видами аэромонад и цитробактеров, у речной камбалы Вислинского залива – в микрофлоре жабр и желчного пузыря наряду с доминирующими видами аэромонад, псевдомонад, другими видами кишечных бактерий.

По данным других исследователей [29] бактерии *E. agglomerans* колонизируют различные органы у рыб, часто в условиях аквакультуры. При этом развиваются патологические изменения в паренхиматозных органах – печени и селезенке.

Кишечные бактерии *E. sakazakii* были характерны только для микрофлоры трески Балтийского моря. В наибольших количествах бактерий отмечали в составе микрофлоры кожи, жабр, почек, а также язвенных поражений. Этот вид энтеробактерий относят к оппортунистическим патогенам для человека, часто бактерии вызывают энтероколиты, пищевые отравления. Бактерий регистрируют в составе микрофлоры рыб из естественных водоемов и рыбоводных хозяйств [30, 31].

Бактерии рода *Escherichia* (Castellani and Chalmers, 1919), представленные *E. coli* (Migula 1895; Castellani and Chalmers, 1919), были обнаружены нами в составе микрофлоры пресноводных рыб, отобранных из Куршского и Вислинского залива, а также у речной камбалы, выловленной в прибрежной зоне Балтийского моря. В бактериологических посевах идентифицировали типичных лактозоположительных кишечных палочек, которые образовывали характерные колонии темно-красного цвета с металлическим блеском на селективном агаре Эндо.

Естественный биотоп эшерихий – дистальные отделы кишечника человека и различных животных. Бактерий относят к комменсалам нормальной флоры, однако в организм человека водным и пищевым путями постоянно проникают новые типы *E. coli*. Кишечная палочка достаточно устойчива вне организма хозяина, поэтому ее рассматривают наряду с энтеробактерами и цитробактерами как санитарно-показательный микроорганизм и индикатор санитарного неблагополучия объекта [1].

Кишечная палочка не вызывает у рыб самостоятельных инфекций, наряду с другими видами кишечных и условно-патогенных бактерий она обнаруживается у многих видов рыб, поэтому

E. coli обычно относят к транзитной микрофлоре [4]. У изученных нами рыб кишечная палочка вместе с другими видами бактерий обнаруживалась в различных органах, количество бактерий было незначительным. У судака, выловленного в Куршском заливе, местом колонизации *E. coli* были почки, у судака Вислинского залива – почки и кишечник. У леща кишечных палочек обнаруживали в микрофлоре крови и селезенки, у плотвы – в микрофлоре кожи, жабр и печени. У речной камбалы Вислинского залива кишечных палочек регистрировали только в составе микрофлоры жабр вместе с видами цитробактеров и энтеробактеров.

У морской речной камбалы и трески в составе микробиоценозов внутренних органов были обнаружены бактерии *Klebsiella sp.* (Trevisan, 1885). Клебсиеллы относятся к убиквитарным микроорганизмам. Бактерии колонизируют слизистую оболочку тонкого кишечника и верхних отделов респираторного тракта человека и животных. Однако бактерии могут играть роль при заболеваниях верхних дыхательных путей, урогенитального тракта, мозговых оболочек, глаз, желудочно-кишечного тракта человека. Вторым биотопом клебсиелл является окружающая среда: бактерий выделяют из воды водоемов, сточных вод, почвы, различных растений, особенно с корнеплодов, смывов с различных предметов. Длительное сохранение клебсиелл в окружающей среде обеспечивается наличием у бактерий капсулы, устойчивостью к низким температурам, ультрафиолетовому облучению, действию дезинфектантов [1]. Штаммы бактерий *Klebsiella sp.*, обнаруженные нами в составе микрофлоры рыб, отличались отсутствием подвижности, наличием капсулы, ферментацией углеводов с образованием кислоты и газа. У речной камбалы Балтийского моря клебсиеллы колонизировали печень в основном с признаками патологических изменений, у трески были обнаружены в составе кишечной микрофлоры. Клебсиеллы как возбудители самостоятельных бактериальных инфекций у рыб не отмечены, однако они встречаются в микробиоценозах рыб, иногда у рыб с внешними патологиями [4, 32, 33].

Таким образом, бактерии семейства Enterobacteriaceae постоянно циркулируют в составе микробиоценозов судака, леща, плотвы, речной камбалы и трески водоемов Калининградской области. Доля кишечных бактерий в общем составе микрофлоры рыб незначительна, но колонизация рыбы данными бактериями – индикатор антропогенного загрязнения Куршского и Вислинского заливов и отдельных участков Балтийского моря. Присутствие энтеробактерий во внутренних органах рыбы и крови в ассоциации с условно-патогенными видами бактерий родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* указывает на бактериальную септицемию и возможную вспышку бактериальных инфекций рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поздеев О. К., Федоров Р. В. Энтеробактерии: руководство для врачей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 720 с.
2. National Center for Biotechnology Information // Электрон. Дан. Режим доступа <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/taxonomy> (дата обращения 15.07.2019).
3. Сбойчаков В. Б. Микробиология с основами эпидемиологии и методами микробиологических исследований. – СПб.: СпецЛит, 2017. – 608 с.
4. Ларцева Л. В., Обухова О. В., Лисицкая И. А. Встречаемость бактерий семейства Enterobacteriaceae в гидробионтах // Микрофлора рыб и других гидробионтов: учебное пособие / под ред. д-ра биол. наук, проф. Ю. В. Алтуфьева. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. – С. 12-27.
5. Условно-патогенные микроорганизмы в водных экосистемах Восточной Сибири и их роль в оценке качества вод / Е. Д. Савилов, Л. М. Мамонтова, Е. В. Анганова и др. // Бюллетень СО РАМН. – 2008. – №1 (129). – С. 47-51.
6. Обухова О. В. Влияние солей тяжелых металлов на рост и факторы патогенности условно-патогенных бактерий // Санитария и гигиена. – 2011. – №1. – С. 37-39.
7. Ихтиопатология / под ред. Н. А. Головиной. Учебник. – М.: Колос, 2010. – С. 172-181.
8. Carson J., Wilson T. Yersiniosis in fish // Australia and New Zealand Standard Diagnostic Procedure. – Jan 2009. – 19 p.

9. Daly J. G. Other bacterial pathogens. Ch. 16 // Fish Diseases and Disorders. Vol. 3: Viral, Bacterial and Fungal Infections / Edited by P. T. K. Woo, D. W. Bruno. - Cambridge: CAB INTERNATIONAL. - 1999. - P. 577-598.
10. Бычкова Л. И. Микробиоценоз радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) и водной среды при садковом выращивании: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - М., 2002. - 18 с.
11. Ожередова Н. А. Особенности проявления цитробактериоза рыб. - Ставрополь: АГРУС, 2007. - 100 с.
12. Юхименко Л. Н., Бычкова Л. И., Дружинина А. А. Возбудители бактериальной геморрагической септицемии (БГС) рыб, микрофлора воды и комбикормов, имеющая эпидемиологическое значение // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. - 2015. - №26. - С. 43-46.
13. Чукалова Н. Н. Экологические факторы, обуславливающие эпизоотическое состояние леща (*Abramis brama* L.) в Куршском заливе Балтийского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2008. - 18 с.
14. Морозова М. А., Ларцева Л. В. Микробные сообщества гидрозкосистемы Нижнего Дона и Таганрогского залива // Естественные науки. - 2012. - №2 (39). - С. 50-56.
15. Обухова О. В. Микробиологические и экологические аспекты природно-очаговых сапронозов в гидрозкосистеме Волго-Каспийского бассейна // Юг России: экология, развитие. - 2013. - Т. 8, №1. - С. 93-96.
16. Казимирченко О. В., Зеленая В. К. Санитарно-микробиологическая оценка судака (*Sander lucioperca*) Куршского залива // IV Балтийский морской форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов». Труды. - Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2016. - С. 147-148.
17. Oliveira R. V., Oliveira M. C., Pelli A. Disease Infection by Enterobacteriaceae Family in Fishes: a Review // Journal of Microbiology and Experimentation. - 2017. - Vol. 4 (5). - P. 1-2.
18. Практикум по ихтиопатологии: учебное пособие / Н. А. Головина, Е. В. Авдеева, Е. Б. Евдокимова, О. В. Казимирченко, М. Ю. Котлярчук / под ред. Н. А. Головиной. - М.: МОРКНИГА, 2016. - 417 с.
19. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб: в 2 ч. - М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. - Ч. 1. - 310 с.
20. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / под ред. А. С. Лабинской, Л. П. Блинковой, А. С. Ещиной. - М.: Медицина, 2004. - 576 с.
21. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта: в 2 т. - М.: Мир, 1997. - Т. 1. - 432 с.
22. Пивоваров Ю. П., Королик В. В. Санитарно-значимые микроорганизмы (таксономическая характеристика и дифференциация). - М.: Изд-во ИКАР, 2000. - 268 с.
23. Buller N. B. Bacteria from fish and other aquatic animals: a practical identification manual. - USA: CABI Publishing, 2004. - 394 p.
24. The Prokaryotes. A handbook of the biology of bacteria. Vol. 6: Proteobacteria: Gamma subclass / ed. Dworkin M. - USA: Springer, 2006. - 1240 p.
25. Carung-Sagar J. Systematic *Citrobacter freundii* infection in common carp, *Cyprinus carpio* L., fingerling // J. Fish Diseases. - 1992. - Vol. 15, №1. - P. 95-98.
26. Sato N., Yamane N., Kawamura T. Systemic *Citrobacter freundii* infection among Sunfish *Mola mola* in Matsushima Aquarium // Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. - 1982. - No 48(11). - P. 1551-1557.
27. Kutlu T. I. Isolation of *Citrobacter freundii* from Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Freshwater Cage Mustafa // LIMNOFISH-Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research. - 2018. - № 4(2). - P. 85-89.
28. Jeremic S. et al. *Citrobacter freundii* as a cause of disease in fish // Acta veterinaria. - 2003. - № 53. - P. 5-6.
29. Loch T. P., Faisal M. Isolation of *Pantoea agglomerans* from Brown Trout (*Salmo trutta*) from Gilchrist Creek, Michigan, USA // Bull. Eur. Ass. Fish Pathol. - 2007. - № 27(5). - P. 200-204.

30. Miranda C. D., Kehrenberg C., Ulep C., Schwarz S., Roberts M. C. Diversity of tetracycline resistance genes in bacteria from Chilean salmon farms // Antimicrob. Agents Chemother. - 2003. - № 47. - P. 883-888.
31. Nketsia-Tabiri J., Adu-Gyamfi A., Montford K.G., Gbedemah C.M., Sefa-Dedeh S. Optimising processing conditions for irradiated cured fish // Int. Atomic. Energy Agency Techn. Doc. - 2003. - № 1337. - P. 207-216.
32. Adeshina I., Abdrahman S. A., Yusuf A. A. Occurrence of Klebsiella species in cultured African catfish in Oyo State, South-West Nigeria // Nigerian Veterinary Journal. - 2016. - Vol. 37 (1). - P. 24-31.
33. Oliveira R. V., Kibeiro D., Peixoto P. G., Araujo M. C. Klebsiella pneumoniae as a main cause of infection in nishikigoi Cyprinus carpio (carp) by inadequate handling // Brazilian Jour. Of Veterinary Pathology. - 2014. - № 7 (2). - P. 86-88.

BACTERIA OF ENTEROBACTERIACEAE (RAHN, 1937) FAMILY IN KALININGRAD REGION MICROFLORA OF SOME FISH SPECIES FROM RESERVOIRS

Kazimirchenko Oksana Vladimirovna, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: oksana.kazimirchenko@klgtu.ru

Bacteria species of Enterobacteriaceae family revealed in pikeperch, bream, roach, flounder and cod microflora have been studied. The greatest bacteria contamination was detected in pikeperch and cod bacteria flora. Bacteria of Citrobacter, Enterobacter and Escherichia geneses were the often met groups in fish microflora. The intestinal Enterobacteriaceae bacteria presence in fish microflora is an indicator of sanitary state of reservoirs

УДК 591.69-7

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ФАУНЫ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД (CRUSTACEA: COPEPODA) РЫБ ВЬЕТНАМА

Казаченко Василий Никитич, д-р биол. наук, профессор;
Ковалева Нина Николаевна, аспирант

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com, samotnina@gmail.com

Рассмотрено зоогеографическое положение фауны паразитических копепод рыб Вьетнама. Облик фауны – тропический. Фауна паразитических ракообразных Вьетнама насчитывает 101 вид 45 родов 20 семейств, наибольшее количество видов содержат семейства Caligidae и Lernanthropidae. Большинство паразитических копепод (81 вид, 80,20 %) являются морскими. Морские паразитические копеподы Вьетнама представлены 3 географическими группами: тропические – 57 (70,37 %) видов, субтропические – 16 (19,75 %) и бореальные – 8 (9,88 %)

У пресноводных и морских рыб паразитируют представители ракообразных, которые относятся к двум подклассам из класса Maxillopoda Dahl, 1956: веслоногие (Copepoda Milne-Edwards, 1840), жаброхвостые (Branchiura Thorell, 1864), одному инфраклассу усконогие ракооб-

разные (Cirripedia Burmeister, 1834), двум отрядам из подкласса Eumalacostraca Grobben, 1892 равноногие (Isopoda Latreille, 1817) и бокоплавы, или амфиподы (Amphipoda Latreille, 1816).

Паразиты играют важную роль в биоте Земли, структуре прибрежных морских экосистем. Несмотря на большое количество таксономических публикаций, фауна копепод отдельных районов изучена слабо. Это в первую очередь относится к фауне паразитических ракообразных рыб Вьетнама. По литературным данным [1, 2, 3, 4] и нашим исследованиям [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] в фауне паразитических копепод Вьетнама зарегистрировано 101 вид, относящихся к 45 родам и 20 семействам.

Зоогеографическое районирование у разных авторов отличается друг от друга [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25], но общие закономерности распространения организмов сохраняются. Различия в районировании зависят от особенностей экологии животных, по которым проведено районирование.

Мы приводим данные по распространению паразитических копепод используя зоогеографическое районирование Мирового океана предложенное К.Н. Несис.

Воды Вьетнама входят в Индо-Западно-Тихоокеанскую (Индо-Вест-Пацифическую) область [26, 27, 28], расположенную в тропической и субтропической зонах. Она простирается от восточных берегов Африки до Полинезии, включая южную часть Японских островов [25, 26, 27, 28]. Эта область занимает почти половину тропической части Мирового океана и характеризуется большим разнообразием видов рыб, превышающих количество видов рыб в любой другой области; основное разнообразие рыб находится в *Индомалайской провинции*. Разнообразие рыб объясняется большой древностью области, здесь сохранились остатки фауны моря Тетис. Море Тетис располагалось в тропической части Мирового океана и соединяло Тихий с Атлантическим океаном через современные Средиземное, Черное и Каспийское моря.

Наибольшее количество паразитических копепод рыб зарегистрировано в Тихом океане – 873, а из зоогеографических областей – в Индо-Вест-Пацифической – 615, в этой же области обитает и наибольшее количество эндемиков – 461; облик этой зоогеографической области – тропический [29].

Особенности фауны паразитических копепод провинций Индо-Вест-Пацифической области.

В *Восточно-Африканской провинции* зарегистрировано 82 вида паразитических копепод, относящихся к 37 родам 16 семейств, эндемичных семейств и родов нет; облик этой провинции – тропический [29].

Об относительной древности центра можно судить по степени эндемизма. Индо-Малайский центр имеет 121 эндемичный вид 52 эндемичных родов копепод. Это самый древний район, в котором продолжительный ход видообразования привёл к образованию высокой степени эндемизма.

Количество видов *Индомалайской провинции*, в которую входят воды Вьетнама, равно 387 видам 106 родов 22 семейств копепод. Эндемичных родов – 15 [29]. Семейства Carnifossoriidae и Macrochironidae являются её эндемиками.

Таким образом, особенности современного географического распространения паразитических копепод (и других морских животных) говорит в пользу Индо-Малайского архипелага, как первичного центра происхождения фауны паразитических копепод. Не исключено, что Индо-Малайский архипелаг также является историческим местом возникновения всех копепод в целом. К этому предположению мы приходим, исходя из особенностей современного распространения паразитических копепод рыб.

Распространение пелагических копепод рыб

В Северной субтропической зоне обитает 92 вида 47 родов 18 семейств копепод. Из семейства Bomolochidae здесь преобладают виды рода *Nothobomolochus* (4 вида *N. denticulatus*, *N. gibber*, *N. multispinosus*, *N. vervoorti*) и *Unicolax* (4); Caligidae – *Caligus* (*C. arii*, *C. bonito*, *C. confusus*, *C. constrictus*, *C. eleutheronemi*, *C. epidemicus*, *C. epinepheli*, *C. fortis*, *C. lacustris*, *C. lagocephali*, *C. laticaudus*, *C. multispinosus*, *C. pelamydis*, *C. robustus*, *C. rotundigenitalis*), *Lepeophtheirus* (*L. atypicus*, *L. longipalpus*). В Низкобореальной подзоне бореальной зоны Cecropidae – *Cecrops* (2), *Lutkenia* (2),

из семейства Pandaridae – *Pandarus* (5), *Dinemoura* (2) и *Echthrogaleus* (2), Pennellidae – *Pennella* (4), Philichthyidae – *Colobomatus* (3), Pseudocycnidae – *Pseudocycnus* (2).

Североцентральная подзона тропической зоны включает 83 вида 37 родов 12 семейств копепоид. Из Bomolochidae преобладают представители родов *Nothobomolochus* (3) и *Unicolax* (4); семейства Caligidae доминируют виды рода *Caligus* (24) над видами рода *Lepeophtheirus* (2) и появляются представители родов *Caritus* (1), *Heniochophilus* (1), *Parapetalus* (2) и *Pupulina* (2), которые отсутствуют в Северной субтропической зоне. Из семейства Euryphoridae преобладают виды рода *Gloiopotes* (3) над родами *Euryphorus* (2) и *Tuxophorus* (2). Семейство Lernaepodidae представлено эпипелагическим родом *Charopinopsis* и эпипелагическими видами родов *Brachiella* и *Thysanote*. Из семейства Pandaridae в Северной субтропической зоне преобладают виды рода *Pandarus* (3) и *Echthrogaleus* (2), а из пенеллид – рода *Lernaenicus* (5) [29].

В Экваториальной подзоне тропической зоны обитает 198 видов 58 родов 19 семейств копепоид. Семейство Bomolochidae представлено видами родов *Nothobomolochus* (11 видов), *Unicolax* (5), *Acantholochus* (3), *Bomolochus* (3), роды *Boylea* и *Orbitacolax* обитают только в этой зоне. Семейства Caligidae Экваториальной подзоне тропической зоны принадлежат родам *Caligus* (42, 68.8 %) и *Lepeophtheirus* (12, 19.8%), по 2 вида зарегистрировано из родов *Parapetalus* и *Pupulina*. Только здесь обитают представители рода *Calina*. Семейство Lernanthropidae представлено родом *Lernanthropus*. Из семейства Eudactylinidae здесь обычны виды родов *Eudactylina* (5) и *Nemesis* (5). Эндемиком из этого семейства являются представители рода *Bariaka*. Из семейства Euryphoridae преобладают виды родов *Alebion* (6), *Gloiopotes* (4), *Tuxophorus* (4) и *Euryphorus* (3). Эндемиком этой зоны являются представители рода *Paralebion*. Семейство Kroyeridae представлено только 2 родами – *Kroyeria* (9) и *Kroyerina* (5). Pandaridae в этой зоне представлены родами *Pandarus* (8), *Nesippus* (5), *Dinemoura* (3) и *Echthrogaleus* (3), эндемиками являются представители родов *Pagina* и *Pseudopandarus*. Представители семейства Pennellidae Экваториальной подзоны тропической зоны принадлежит роду *Pennella* (5). Эндемиками этой зоны является род *Opimia* из семейства Sphyridae. Из семейства Lernaepodidae род *Brachiella* представлен 3 видами, а остальные – по одному.

Фауна паразитических копепоид Тонкинского залива характеризуется наличием представителей семейств Caligidae, Lernanthropidae и Hatschekiidae.

Общий облик фауны паразитических копепоид Вьетнама – тропический, что следует из таблицы 1.

Таблица 1

**Количество эндемиков, тропических и космополитов в Индо-Вост-Пацифике
(собственные и литературные данные)**

Географические категории	Районы и количество видов копепоид	Количество видов копепоид
Эндемики	Восточная Африка, Индия, всего 442	188 (38,2%)
	Индия, Малайзия, всего 625 видов	280 (44,8)
	Индия, Малайзия, Япония, всего 942	458 (48,6%)
	Восточная Африка, Индия, Малайзия, Япония, всего 999	484 (48,5%)
Тропические	Восточная Африка, Индия, всего 442	216 (48,9%)
	Индия, Малайзия, всего 625	270 (43,2%)
	Индия, Малайзия, Япония, всего 942	394 (41,8%)
	Восточная Африка, Индия, Малайзия, Япония, всего 999	427 (42,7%)
Космополиты	Восточная Африка, Индия, всего 442	43 (9,7%)
	Индия, Малайзия, всего 625	44 (7,0%)
	Индия, Малайзия, Япония, всего 942	55 (5,8%)
	Восточная Африка, Индия, Малайзия, Япония, всего 999	55 (5,5%)

Индо-Малайский центр имеет больше всего эндемичных родов паразитических копепод рыб (52) и подавляющее число эндемичных видов (121). Здесь мы имеем дело с самым древним районом происхождения копепод, в котором длительный процесс видообразования привёл к формированию высокого ранга эндемизма.

Паразитические ракообразные рыб Вьетнама представлены тремя зоогеографическими группами (табл. 2).

Таблица 2

Распределение паразитических ракообразных рыб Вьетнама по фаунистическим комплексам

Фаунистический комплекс	Виды ракообразных
Тропический	<i>Bomolochus</i> sp., <i>Nothobomolochus gibber</i> , <i>N. denticulatus</i> , <i>N. multispinosus</i> , <i>N. vervoorti</i> , <i>Trebius elongatus</i> , <i>Pandarus satyrus</i> , <i>Caligus arii</i> , <i>C. confusus</i> , <i>C. constrictus</i> , <i>C. epidemicus</i> , <i>C. epinepheli</i> , <i>C. fortis</i> , <i>C. multispinosus</i> , <i>C. rotundigenitalis</i> , <i>Caligodes laciniatus</i> , <i>Abasia platyrostris</i> , <i>Parapetalus hirsutus</i> , <i>P. longipennatus</i> , <i>P. occidentalis</i> , <i>P. orientalis</i> , <i>Sinocaligus formicoides</i> , <i>Synestius caliginus</i> , <i>Anuretes branchialis</i> , <i>Hermilius longicaudus</i> , <i>H. pyriventris</i> , <i>Mappates plataxus</i> , <i>Lernanthropus alatus</i> , <i>L. carangis</i> , <i>L. chrysophrys</i> , <i>L. francai</i> , <i>L. latis</i> , <i>L. nemipteri</i> , <i>L. polynemi</i> , <i>L. opisthopteri</i> , <i>L. otolithi</i> , <i>L. chirocentrosus</i> , <i>L. villiersi</i> , <i>L. triangularis</i> , <i>L. trifolius</i> , <i>L. lappaceus</i> , <i>L. decapteri</i> , <i>L. temminckii</i> , <i>L. sphyraenae</i> , <i>Lernanthropodes chorinemi</i> , <i>Sagum sanguineus</i> , <i>Hatschekia albirubra</i> , <i>H. conifera</i> , <i>H. foliolata</i> , <i>Cybicola armatus</i> , <i>Pseudocongericola chefoonensis</i> , <i>Kroyeria spatulata</i> , <i>Charopinopsis quaternia</i> , <i>Clavellopsis appendiculata</i> , <i>Brachiella trichiuri</i> , <i>Clavellisa dussumieriae</i> , <i>C. hilsae</i> , <i>C. obchordata</i> , <i>Alcirona krebsii</i>
Субтропический	<i>Caligus bonito</i> , <i>C. eleutheronemi</i> , <i>C. lagocephali</i> , <i>Caligus laticaudus</i> , <i>C. pelamydis</i> , <i>C. robustus</i> , <i>Metataeniaacanthus synodi</i> , <i>Taeniaacanthus lagocephali</i> , <i>Lernanthropus cornutus</i> , <i>Chauvanium chauvani</i> , <i>Sagum vietnamiensis</i> , <i>Hatschekia hanguenvani</i> , <i>H. rotundigenitalis</i> , <i>Pseudocycnus appendiculatus</i> , <i>Parabrachiella brevicapita</i> , <i>Ceratothoa verrucosa</i>
Бореальный	<i>Caligus laminatus</i> , <i>Lepeophtheirus atypicus</i> , <i>L. longipalpus</i> , <i>Lernaeocera branchialis</i> , <i>Naobranchia</i> sp., <i>Gnathia</i> sp. larvae

В настоящее время фауна паразитических ракообразных Вьетнама насчитывает 101 вид из 45 родов. *Lamproglana* – 4; *Lernaea* – 4; *Taurocheros* – 1; *Ergasilus* – 3; *Paraergasilus* – 2; *Sinergasilus* – 1; *Metataeniaacanthus* – 1; *Taeniaacanthus* – 1; *Bomolochus* – 1; *Nothobomolochus* – 4; *Trebius* – 1; *Pandarus* – 1; *Caligus* – 16; *Abasia* – 1; *Caligodes* – 1; *Parapetalus* – 4; *Sinocaligus* – 1; *Synestius* – 1; *Lepeophtheirus* – 2; *Anuretes* – 1; *Hermilius* – 2; *Mappates* – 1; *Lernanthropus* – 15; *Lernanthropinus* – 3; *Lernanthropodes* – 1; *Chauvanium* – 1; *Sagum* – 2; *Cybicola* – 1; *Pseudocycnus* – 1; *Hatschekia* – 5; *Pseudocongericola* – 1; *Kroyeria* – 1; *Lernaeocera* – 1; *Clavellisa* – 3; *Brachiella* – 1; *Charopinopsis* – 1; *Clavellopsis* – 1; *Parabrachiella* – 1; *Naobranchia* – 1; *Argulus* – 2; *Gnathia* – 1; *Ceratothoa* – 1; *Alitropus* – 1; *Alcirona* – 1; *Corallana* – 1.

Доминирующими семействами в фауне Вьетнама являются Caligidae (30 видов) и Lernanthropidae (22 вида). Эти паразитические копеподы распространены в тропических водах Мирового океана.

Тонкинский залив относится к субтропикам и здесь встречаются тропические и субтропические виды паразитических копепод.

Бореальных в нашем материале 8 видов, тропических – 57, субтропических – 16.

Вьетнамская группа представлена 3 эндемичными видами – *Chauvanium chauvani* от *Alepes melanoptera*, *Sagum vietnamiensis* от неопределенного вида рыбы, *Hatschekia hanguenvani* от *Lutjanus erythropterus* и *Lutjanus* sp.

Паразитические ракообразные Вьетнама принадлежат к тому же фаунистическому комплексу, что и их хозяева, представлены в следующем соотношении: тропические – 70,37 %, субтропические – 19,75 %, бореальные – 9,88 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеев Г.В. Копеподы рода *Nothobomolochus* – паразиты морских рыб. III. Состав, диагноз, определительная таблица и географическое распространение // Биология моря (Владивосток). – 1978. – № 3. – С. 39-45.
2. Parasitism of two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) on wild and cultured grouper in Viet Nam / D.T. Vo, G.A. Bristow, D.H. Nguyen, D.T. Vo // J. Fish. Soc. Taiwan, 2008. – Vol. – 35 (1). – P. 1-9.
3. Parasitism of two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) on wild and cultured grouper in Viet Nam / D.T. Vo, G.A. Bristow, D.H. Nguyen, D.T. Vo // J. Fish. Soc. Taiwan, 2008. – Vol. – 35 (1). – P. 35-43.
4. The Parasites of Grouper and Sea Bass in Vietnam ? Vo T.D., Bristow G.A., Nguyen H.D., Vo T.D., Nguyen N.T.N. // Agricultural Publishing House, Ho Chi Minh city. – 2012 – 178 p.
5. Паразитические копеподы семейства Caligidae (Crustacea, Copepoda, Siphonostomatoida) рыб Вьетнама / Н.Н. Самотылова // Материалы Международной научно-практической конференции Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. – Владивосток, 2010. – С. 98-99.
6. Самотылова Н.Н. Паразитические копеподы пресноводных рыб Вьетнама. Род *Lamproglana* Nordmann, 1832 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoida: Lamproglanidae) // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2010а. – В. 22, часть 1. – С. 92-102.
7. Самотылова Н.Н. Представители Cyclopoida и Siphonostomatoida (Crustacea: Copepoda) в фауне Вьетнама // Известия Самарского научного центра Российской академии наук., – 2011. – Т. 13, – № 1 (5). – С. 1146-1148.
8. Изученность паразитических копепод рыб Вьетнама / Н.Н. Самотылова // Материалы V Всероссийской конференции с международным участием по теоретической и морской паразитологии. – Калининград, 2012. – С. 193-196.
9. Паразитические копеподы рыб Вьетнама. Семейство Lernanthropidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) / Н.Н. Самотылова, Н.Д. Ngo, В.Н. Казаченко, V.T. Nguen // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения лауреата Государственной премии В.С. Калиновского, Дальрыбвтуз, 6-7 дек. 2011. – Владивосток, 2011. – С. 57-62.
10. Представители рода *Hatschekia* (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida, Hatschekiidae) в фауне Вьетнама / Н.Н. Самотылова, В.Н. Казаченко, Н.Д. Ngo, V.T. Nguen // Материалы II Международной научно-практической конференции Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана. – 2012. – С. 136-138.
11. Паразитические ракообразные рыб Вьетнама – Caligidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) / В.Н. Казаченко, Н.Н. Ковалева, Н.Д. Ngo, V.T. Nguyen // Материалы II Международной научно-практической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства», 23-24 октября 2013 г. – Владивосток, 2013. – С. 238-250.
12. Новые находки паразитических ракообразных семейства Lernanthropidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) во Вьетнаме / В.Н. Казаченко, Н.Н. Ковалева, V.T. Nguyen, Н.Д. Ngo // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2013а. – Т. 30. – С. 28-42.
13. Redescription of three caligid species of the genus *Caligus* Müller, 1785 (Copepoda: Caligidae), parasites of marine fish *Decapterus* sp. (Perciformes: Carangidae) from Tonkin gulf, Vietnam / V.N. Kazachenko, N. N. Kovaleva, H.D. Ngo, N.V. Ha, V.T. Nguyen // Tap Chi Sinh Hoc. – 2014. – Vol. 36 (1). – P. 1-11.
14. Новые находки паразитических ракообразных (Crustacea) рыб Вьетнама / В.Н. Казаченко, Н.Н. Ковалева, И.В. Матросова, Г.Г. Калинина // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: Материалы национальной очно-заочной научно-практической конференции, Дальрыбвтуз. – Владивосток, 2018. – С. 31-38.

15. Паразитические ракообразные (Crustacea) рыб Вьетнама / В.Н. Казаченко, Н.Н. Ковалева // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства», 18-19 мая. – Владивосток 2017. – С. 152-159.
16. Дарлингтон Ф. Зоогеография: Географическое распространение животных. – М.: Прогресс, 1966. 518 с.
17. Наумов Г.В. Краткая история биогеографии. – М.: Наука, 1969. 200 с.
18. Гурьянова Е.Ф. Зоогеографическое районирование моря. – В кн.: Исследования фауны морей. Л. : Наука, 1972. – Т. 10 (18). – С. 8-21.
19. Зезина О.Н. Биогеографическое районирование бентали мирового океана по брахиоподам. – Тр. Всесоюзного НИИ Морского рыбного хозяйства и океаногр. – (ВНИРО). – 1973. – Т. 84. – С. 166-180.
20. Ярошенко П.Д. Общая биогеография. – М.: Мысль, 1975. 188 с.
21. Воронов А.Г., Дроздов Н.Н. Биогеография. – М.: Просвещение, 1978. 270 с.
22. Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Мяло Е.Г. Биогеография моря. – М.: Высшая школа, 1985. 272 с.
23. Несис К.Н. Океанические головоногие моллюски: распространение, жизненные формы, эволюция. – М.: Наука. 1985. 287 с.
24. Воронов А.Г. Биогеография с основами экологии. – М.: Изд-во МГУ, 1987. 263 с.
25. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. – Наука, 2000. 176 с.
26. Ekman S. Zoogeography of the sea. – London, 1953. XIV-417 p.
27. Briggs J.C. Marine zoogeography. N.Y. 1974. 475 p.
28. Микулин А.Е. Зоогеография рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 436 с.
29. Географическое распространение паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб / В.Н. Казаченко // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Научно-практические вопросы регулирования рыболовства», 18-19 мая. – Владивосток, 2017. – С. 160-170.

BASIC ELEMENTS OF FAUNA OF PARASITIC COPEPOD (CRUSTACEA: COPEPODA) VIETNAM FISH

Kazachenko Vasily Nikitich, Doctor of Biological Sciences, Full Professor;
Kovaleva Nina Nikolaevna, graduate student

Far Eastern State Technical Fisheries University,
Vladivostok, Russia, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com, samotnina@gmail.com

The zoogeographic position of the parasitic copepods of Vietnamese fish is considered. The appearance of the fauna is tropical. The fauna of parasitic crustaceans of Vietnam includes 101 species 45 genera 20 families, the largest number of species contain families Caligidae and Lernanthropidae. The majority of parasitic copepods (81 species, 80.20 %) are marine. Marine parasitic copepods of Vietnam are represented by 3 geographical groups: tropical – 57 (70.37 %) species, subtropical – 16 (19.75 %) and boreal – 8 (9.88 %)

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБЫ И РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

Ларцева Любовь Владимировна, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры экологии, природопользования, землеустройства и безопасности жизнедеятельности

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия, e-mail: lartseva_lv@mail.ru

Представлены результаты исследований микробиоценоза воды и рыбы в Волго-Каспийском бассейне. Установлено широкое распространение в исследуемых биотопах энтеробактерий, аэромонад, а также неферментирующих ацинетобактеров, псевдомонад и флавобактерий. Штаммы, выделенные из воды и рыбы, обладали множественной антибиотикорезистентностью с превалированием ее показателей у «водных» изолятов. Устойчивость к антибиотикам у неферментирующей микрофлоры была соответственно выше в 1,2 и 1,4 раза, чем у энтеробактерий и аэромонад.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости обеспечения безопасности рыбы и рыбной продукции на основе принципов анализа опасностей и контрольных точек (НАССР)

Санитарно-микробиологический мониторинг, проводимый в разных регионах РФ, показал частую встречаемость различных условно-патогенных бактерий (УПБ) в воде и рыбе - это многие виды энтеробактерий, аэромонады, а также неферментирующие псевдомонады, ацинетобактеры и флавобактерии [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Показано, что реки, моря и особенно пруды являются идеальной средой для передачи маркеров антибиотикорезистентности среди УПБ. Известно, что антибиотики попадают в гидроэкосистемы со стоками больниц, ферм, птицефабрик и предприятий аквакультуры, что подтверждается постоянным обнаружением в этих акваториях бактерий, резистентных к лекарственным препаратам. В результате, по данным ВОЗ, при выращивании животных используется более 50,0% производимых в мире антибиотиков [9].

Литературные данные свидетельствуют, что частота встречаемости с множественной антибиотикорезистентностью ярче выражена в экологически неблагополучных и урбанизированных территориях с нарастающими масштабами. Так, она гораздо выше в Южной Америке, Турции, Испании, по сравнению с Европой и США. При этом, заболеваемость людей сапронозными инфекциями с фекально-оральным механизмом передачи всегда выше с странах, хуже обеспеченных доброкачественной питьевой водой, где Россия занимает 37 место [9].

В пользу этого свидетельствуют данные о высоком уровне антибиотикорезистентности микрофлоры городских водотоков г. Астрахани, особенно тех, которые впадают в наиболее эвтрофированные русла Белинского и Гандуринского банков. Как следствие, максимальная устойчивость к антибиотикам отмечена у штаммов, выделенных из воды и судака, в весенний сезон, во время паводка именно в этих акваториях дельты Волги. Анализ многолетнего материала показал, что 41,4% протестируемых штаммов были полирезистентны, проявляя минимальную резистентность к тобромидину и левомицетину; максимальную - к бензилпенициллину и ампициллину [6]. В результате, антропогенное влияние речного стока обусловило множественную антибиотикорезистентность всей выделенной микрофлоры из воды, грунтов и гидробионтов (рыбы, желтелых гребневиков, тюленя) по акватории всего Северного и Среднего Каспия [3, 5, 10].

Средние показатели резистентности к испытуемым препаратам «водных» штаммов аэромонад и энтеробактерий были в 1,2 и 1,2-1,6 раза, соответственно, выше, чем выделенные от гидробионтов. Представители энтеробактерий - pp. Citrobacter и Proteus, а также аэромонады (A. hydrophila и A. sobria) имели максимальный уровень анибиотикорезистентности. Остальные виды и штаммы выделенных микроорганизмов этих групп по отношению устойчивости к испытуемым препаратам отличались значительной вариабельностью.

Неферментирующие грамотрицательные ацинетобактерии, псевдомонады и флавобактерии стали привлекать внимание эпидемиологов в связи с их патогенностью и высокой устойчивостью к антибиотикам и другим дезинфектантам, поскольку стали играть значительную роль в этиологической структуре инфекционных заболеваний и септических процессах людей, а также доминировать в микробиоценозе речных и морских экосистем [1, 3, 5, 6, 7, 8, 11]. К сожалению, в ихтиопатологии данные о лекарственной устойчивости этой группы микроорганизмов единичны.

На примере судака и стерляди показана значительная антибиотикорезистентность всей неферментирующей микрофлоры, обсеменяющей эти виды рыб. В среднем она была выше в 1,2 и 1,4 раза, соответственно, чем у энтеробактерий и аэромонад. В частности, ее устойчивость к цефазолину была выше в 1,4 и 1,5; эритромицину - в 1,4; фурадонину - в 1,4 и 1,3; тетрациклину - в 1,3 и 1,5; левомицетину - в 1,4 и 2,2 раза ($P < 0,05$; $r = 0,89$). Во всех случаях отмечена максимальная резистентность этих микроорганизмов к бензилпенициллину; минимальная - к тобромицину. Аналогичная тенденция выявлена при исследовании воды, грунтов, рыбы и тюленя в акватории Северного Каспия [5, 10].

Следовательно, по вышеприведенным литературным данным, обладая факторами патогенности и выявленной нами множественной резистентностью к лекарственным препаратам, все выделенные УПБ из воды и гидробионтов, могут определять эпизоотическое и эпидемиологическое исследуемой гидроэкосистемы и негативно сказываться на качестве рыбы и рыбной продукции.

С развитием пищевых технологий, в частности, в аквакультуре, появилось огромное количество различных новых пищевых добавок, лекарственных и гормональных препаратов, стимуляторов роста и др. Следовательно, значительно повысился уровень загрязнения окружающей среды, что вызвало необходимость создания международного пищевого законодательства, ужесточающего требования к безопасности продуктов питания, в том числе рыбных. Установлено, что систематическое загрязнение продукции животного происхождения антибиотиками ухудшает ее качество, затрудняет проведение ветеринарно-санитарной экспертизы, обуславливает возникновение резистентных форм бактерий и различных проявлений у людей аллергических заболеваний [9].

Вступление Российской Федерации во Всемирную торговую организацию и создание Таможенного союза накладывают определенные обязательства, связанные с ликвидацией излишних государственных барьеров, препятствующих свободной торговле. Однако для обеспечения безопасности пищевых продуктов и сохранения конкурентоспособности на международном рынке возникает острая необходимость в создании и использовании эффективной системы управления безопасностью пищевых продуктов на всех этапах продуктовой сети [12].

Основные показатели пищевых продуктов должны соответствовать Международным требованиям, регламентированным в законодательных актах специальной комиссии Кодекс Алиментариус (Codex Alimentarius). Для обеспечения гарантированной безопасности продуктов питания создана и действует на перерабатывающих предприятиях промышленно развитых стран система анализа опасностей по критическим контрольным точкам (Hazard Analysis and Critical Control Point – НАССР). Она предусматривает систему контроля за качеством при производстве пищевых изделий по уровню критериев риска. Первоначально она была разработана в США в 1960г. компанией Pillsbury и применялась с целью контроля качества и безопасности продуктов питания для космонавтов. Сущность этой системы заключается в выявлении и контроле критических точек технологического процесса или параметров, влияющих на качество готовой продукции. Иногда систему анализа опасностей по критическим точкам называют технологией по безопасности продукции, разработанной до совершенства. Различные Международные организации - International Commission of Microbiological Specifications for Food (ICMSF), Codex Alimentarius - рекомендовали использование системы НАССР как одного из лучших методов гарантии безопасности пищевых продуктов. Она предполагает выявление ситуации риска на производстве, определение возможности и масштабов риска, установление точек, позволяющих блокировать выявленную угрозу с целью гарантии безопасности продуктов [12, 13].

Признание этой системы в РФ произошло с появлением ГОСТ Р 51705. 1-2001 «Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР» Законодательное требование для производителей пищевых продуктов по разработке и внедрению процедур основаны на принципе данной системы и внедрены в действие с 01.07.2013г. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой

продукции». Сущность этой системы заключается в том, что на всех звеньях производства, начиная с приемки сырья и заканчивая реализацией продукции на каждой технологической линии и на каждой операции необходимо выявлять и управлять опасными факторами (микробиологическими, токсикологическими, механическими и др.), которые могут угрожать безопасности продукции. Следовательно, ХАССП - это система, которая определяет опасные факторы и критические точки, являющиеся профилактическим контролем пищевых продуктов, обеспечивающих их безопасность.

Между тем, в последние годы проблема обеспечения безопасности продуктов питания в Российской Федерации серьезно обострилась. Так, импортные и отечественные продукты часто не соответствуют гигиеническим нормативам по качественным и по безопасным характеристикам, а также срокам хранения. Кроме того, они содержат химические добавки, гормоны роста, красители, антибиотики. Поэтому употребление в пищу таких продуктов, безусловно, неблагоприятно будет влиять на состояние здоровья не только ныне живущих россиян, но и будущих поколений. Подчеркнуто, что многие годы в России нет эффективной системы многоуровневого контроля по безопасности и качеству пищевого сырья до изготавливаемых продуктов питания. В то же время, меры по ее безопасности затрагивают различные сферы экономической деятельности (добыча и производство продовольственного сырья, транспортировка, его переработка, хранение и реализация). Однако данные многочисленной литературы свидетельствуют, что пищевые инфекции и токсикоинфекции людей возрастают во всем мире. При этом по данным ВОЗ, рост числа пищевых отравлений микробной этиологии в последние десятилетия определены как субъективными причинами - небрежностью, незнанием или несоблюдением правил санитарии при переработке и хранении продуктов, а также объективными - увеличением распространенности некоторых пищевых инфекций, обусловленных УПБ, увеличением доли чувствительных индивидуумов среди населения, связанных с проблемами иммунитета, индустриализацией производства пищевых продуктов с одной стороны и расширением кустарных производств, в частности, изготовление соленой и копченой рыбопродукции - с другой стороны [14, 15, 16].

В настоящее время в науке сформулированы новые представления о механизме эволюции пищевых бактериальных патогенах, ассоциированных с сырьем, в том числе рыбным, производством пищевых продуктов, поскольку УПБ могут не только выживать, но и размножаться во внешней среде и пищевых продуктах. В пользу этого свидетельствуют данные наших исследований.

Так, при изготовлении икорной продукции из осетровых видов в готовой соленой икре преобладали, по сравнению с пробитым сырцом, ацинетобактеры, аэромонады, микрококки, протеи и псевдомонады, отличающиеся высокой галофильностью [1]. Показано, что в готовой балычной продукции отсутствовали аэромонады, протеи и псевдомонады, присутствующие изначально в мышечной ткани исследуемых рыб. Однако, почти в два раза увеличился удельный вес ацинетобактеров; возросла обсемененность дрожжами, грибами и серрациями. Сделан вывод о необходимости асептики производства на всех технологических звеньях, начиная с разделки рыбы.

В связи с вышеизложенным, контроль качества исходного сырья - это первая критическая точка в производстве рыбной продукции. Возможность микробного обсеменения рыбы при ее разделке, а также оборудования, ряда вспомогательных материалов, воды, льда зависит от гигиены и асептики производства. Поэтому контроль за их санитарно-микробиологическим состоянием должен входить в число контрольных критических точек. В технологическом процессе очень важен температурно-временной режим. Как показали наши исследования, некоторые микроорганизмы (ацинетобактеры, псевдомонады, флавобактерии и др.) могут оставаться жизнеспособными даже при низких температурах, особенно при разрыве «холодовой цепочки», что свидетельствует о необходимости контроля во время хранения рыбы и рыбной продукции в условиях холодильника. Данные работы должны проводиться в специализированных бактериологических лабораториях, в которых возможно быстро и точно выполнять необходимые анализы по ходу всех технологических процессов с целью выявления уязвимых звеньев и отработки оптимального производственного процесса; доводить его до нужного варианта и тем самым обеспечить высокое качество продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларцева Л.В. Гигиеническая оценка по микробиологическим показателям рыбы и рыбных продуктов Волго-Каспийского региона: автореф. дис. ... докт. биол. наук. - М., 1998. - 44с.
2. Казимирченко О.В. Экологический анализ граммотрицательной микрофлоры грунтов, воды и европейского угря (*Anguilla anguilla* L.) Вислинского залива (Балтийское море): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калининград, 2008. - 25с.
3. Лисицкая И.А. Бактериальные сообщества некоторых компонентов экосистемы дельты Волги и Северного Каспия: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2008. - 23с.
4. Анганова Е.В. Условно-патогенные энтеробактерии: доминирующие популяции, биологические свойства, медико-биологическая значимость: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Иркутск, 2012. - 44с.
5. Дьякова С.А., Рубан Е.А., Шокашева Д.И. Санитарно-микробиологические акватории лицензионного участка «Центрально-Каспийский» // Рыбохоз. исслед. В Каспийском море в усл. освоения нефт. месторождений: Сб. науч. тр. Астрахань. Из-во ФГУП «КапНИРХ». - 2015. - С. 58-62.
6. Обухова О.В., Ларцева Л.В. Микробиоценоз воды и судака (*Sander luciperca*) в дельте р. Волги. - СПб. Из-во: Проект науки, 2015. - 224с.
7. Морозова М.А. Экологические особенности формирования микробиоценоза рыб Таганрогского залива Азовского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Ростов-на-Дону, 2017. - 23с.
8. Изучение видового разнообразия и антибиотикорезистентности микрофлоры водоемов Ростова-на-Дону / Е.А. Березняк, А.В. Тришина, Л.М. Веркина и др. // Гигиена и Санитария. – 2018. – Т. 97. - № 5. - С. 405-409.
9. Шевелева С.А. Антибиотикорезистентные микроорганизмы в пище как гигиеническая проблема // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. - № 4. - С.342-354.
10. Володина В.В., Дьякова С.А. Условно-патогенная микрофлора каспийского тюленя (*Phoca caspica*) и среды его обитания в условиях антропогенного прессинга // Тр. ВНИРО. - 2016. - Т. 162. - С. 87-96.
11. Эпидемиологические аспекты сепсиса / О.А. Носкова, Е.А. Анганова, Г.В. Гвак и др. // Журнал микробиологии. - 2018. - №5. - С.121-126.
12. О системе менеджмента безопасности пищевых продуктов в современных условиях и задача в области надзора / Л.В. Белова, Т.Ю. Пилькова, Р.С. Васильев и др. // Гигиена и санитария. – 2017. - Т. 96. - № 4. - С. 399-401.
13. Дараселия Г.Я. Биологическая безопасность продуктов питания: Учебник. - Астрахань. Из-во АГТУ, 2006. - 424с.
14. Копыленко Л.Р., Платонова Н.А., Хамзина А.К. Проблемы качества и безопасности зернистой икры рыб // Рыбное хозяйство. - 2011. - № 5. - С.111-115.
15. Подходы к оценке и ведущие направления профилактики неблагоприятного воздействия комплекса факторов питания и образа жизни на здоровье населения / Д.В. Турчанинов, Е.А. Вильмс, О.Н. Глаголева и др. // Гигиена и санитария. – 2015. - Т. 94. - № 6. - С. 15-19.
16. Федоренко Е.В., Коломиец Н.Д., Сычик С.И. Актуальные проблемы микробиологической безопасности пищевой продукции // Гигиена и санитария. – 2016. - Т 95. - № 9. - С. 873-878.

MICROBIOLOGICAL CRITERIA OF BIOLOGICAL SAFETY OF FISH AND FISH PRODUCTS

Lartseva Lyubov Vladimirovna, doctor of biological sciences, Professor,
Professor of the Department of ecology, nature management, land management and life safety

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, e-mail: lartseva_lv@mail.ru

The results of studies of microbiocenosis of water and fish in the Volga-Caspian basin are presented. Has a wide distribution in the studied biotopes of enterobacteria, aeromonads, and non-fermentative of Acinetobacter, of Pseudomonas and flavobacteria. Strains isolated from water and fish had multiple antibiotic resistance with the prevalence of its indicators in "water" isolates. Antibiotic resistance in non-fermenting microflora was 1.2 and 1.4 times higher, respectively, than in enterobacteria and aeromonades.

The data obtained indicate the need to ensure the safety of fish and fish products on the basis of the principles of hazard analysis and control points (HACCP)

УДК 576.8:597.556.33(261.24)(06)

ГЕЛЬМИНТОФАУНА СУДАКА SANDER LUCIOPERCA (LINNAEUS, 1758) КУРШСКОГО ЗАЛИВА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мальцева Ирина Сергеевна, аспирант;
Авдеева Елена Витальевна, профессор, канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: irina.maltseva@klgtu.ru, elena.avdeeva@klgtu.ru

*Проведены исследования гельминтофауны судака в Куршском заливе Калининградской области. У судака было обнаружено 15 видов гельминтов, из них один вид моногеней, два вида цестод, восемь видов трематод, по два вида нематод и скребней. Доминируют в гельминтофауне судака представители класса трематод (8 видов). Наибольшая экстенсивность инвазии наблюдалась у метацеркарии трематод *Ichthyocotylurus platycephalus* в 2018 году – 90 %. Основной путь заражения судака гельминтами – трофический: в результате хищничества он получает 67 % гельминтофауны. Некоторых гельминтов судак приобретает в связи с его пространственной близостью в заливе к моллюскам*

Инвазионные болезни рыб могут послужить причиной значительного экономического и экологического ущерба рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов как естественных, так и искусственных. Вспышки широкораспространенных заболеваний или возникновение новых может указывать на изменение экологической ситуации в естественных водоемах. Эпизоотическое состояние ихтиофауны требует постоянного ихтиопатологического мониторинга. Необходим контроль за численностью возбудителей и состоянием здоровья рыб.

Некоторые гидробионты служат переносчиками возбудителей болезней человека и животных. Для разработки комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий нужно знать природные очаги заболеваний.

Обнаружение определенных видов паразитов свидетельствует о характере питания рыб, поскольку многие из них попадают в рыбу с кормовыми объектами. С помощью паразитов-индикаторов проводят дифференцирование локальных стад проходных и полупроходных рыб, определяют места нагула и пути миграции. Они служат показателями условий среды, в которой обитают. Так многие эктопаразитические простейшие резко увеличивают свою численность при возрастании органического загрязнения воды.

Судак – важная промысловая рыба Куршского залива, средний вылов за последние года составляет около 300 т [1]. Паразитофауна судака, в настоящее время, изучена слабо, литературные данные носят фрагментарный характер. Куршский залив — важный рыбохозяйственный водоем запада России и Литвы. Для успешного развития рыболовства и аквакультуры в водоеме необходима оценка эпидемиологического и эпизоотологического значения паразитов рыб.

Изучением паразитофауны рыб Куршского залива занимались российские и литовские ученые - Гецевичуте, 1954; Вершинина, 1969; Пашкявичуте, 1981; Рауцкис, 1988; Шухгалтер, 2003 и др. [2,3,4,5,6]. Добавить работы кафедры: Е.Б., мои и С.К.

Материалом для изучения видового состава гельминтов послужили результаты полного паразитологического анализа судака из Куршского залива, проведенного в 2016-2018 гг. Рыба отбиралась из промысловых уловов. Было исследовано 75 экземпляров судака, полное паразитологическое вскрытие осуществляли по методике Быховской-Павловской [7]. При определении гельминтов использовали микроскоп «Биолам Р-5» и бинокляр «МБИ-9». Паразитов определяли с помощью «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» под ред. О.К. Бауера, С.С. Шульмана в 3 томах [8].

При обработке полученных данных вычисляли экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии.

В гельминтофауне судака было найдено 15 видов гельминтов: *Ancyrocephalus paradoxus*, *Triaenophorus nodulosus*, *Diphyllbothrium latum*, *Bunocotyle cingulate*, *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Bunodera luciopercae*, *Azygia lucii*, *Ichthyocotylurus platycephalus*, *I. variegatus*, *Bucephalus polymorphus*, *Raphidascaris acus*, *Camallanus lacustris*, *Acanthocephalus lucii*, *Corynosoma strumosum* (Таблица 1).

Таблица 1

Зараженность гельминтами судака Куршского залива 2016-2018 гг.

№	Паразит	Год исследования								
		2016			2017			2018		
		экст.%	интенс.экз.		экст.%	интенс.экз.		экст.%	интенс.экз.	
			min	max		min	max		min	max
1	<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>	80	4	21	86,6	6	32	80	6	24
2	<i>Triaenophorus nodulosus</i>	33,3	1	9	20	2	3	20	2	5
3	<i>Diphyllbothrium latum</i>	6,6	3	3	-	-	-	-	-	-
4	<i>Bunocotyle cingulata</i>	6,6	9	9	20	16	11	20	20	36
5	<i>Diplostomum spathaceum</i>	20	16	19	13,3	7	8	30	12	32
6	<i>Tylodelphys clavata</i>	-	-	-	6,6	12	12	30	17	28
7	<i>Bunodera luciopercae</i>	33,3	5	>100	20	21	36	20	12	15
8	<i>Azygia lucii</i>	13,3	>50	>100	40	10	>50	60	22	>50
9	<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i>	40	32	>50	80	29	>50	90	48	>50
10	<i>I. variegatus</i>	26,6	36	58	66,6	10	>50	60	12	>50
11	<i>Bucephalus polymorphus</i>	13,3	1	13	26,6	3	40	-	-	-
12	<i>Raphidascaris acus</i>	6,6	2	2	-	-	-	-	-	-
13	<i>Camallanus lacustris</i>	6,6	2	2	-	-	-	-	-	-
14	<i>Acanthocephalus lucii</i>	6,6	2	2	13,3	3	5	10	2	2
15	<i>Corynosoma strumosum</i>	20	2	3	26,6	3	18	20	3	4
Итого		14			12			11		

Обнаруженные гельминты относятся к 5 таксономическим группам: один вид моногеней (*Ancyrocephalus paradoxus*), два вида цестод (*Triaenophorus nodulosus*, *Diphyllbothrium latum*), восемь видов трематод (*Diplostomum spathaceum*, *Ichthyocotylurus platycephalus*, *I. variegatus*, *Tylodelphys clavata*, *Bunodera luciopercae*, *Azygia lucii*, *Tylodelphys clavata*, *Bunocotyle cingulata*, *Bucephalus polymorphus*), по два вида нематод (*Raphidascaris acus*, *Camallanus lacustris*) и скребней

(*Acanthocephalus lucii*, *Corynosoma strumosum*)(Рисунок 1). Наиболее часто в гельминтофауне судака встречались трематоды (54%).



Рис. 1. Состав гельминтофауны судака Курицкого залива

Основу гельминтофауны судака составляли паразиты со сложным циклом развития – 14 видов. Паразиты с прямым циклом развития представлены только одним видом *Ancyrocephalus paradoxus*.

Моногенея *A. paradoxus* относится к плоским паразитическим червям, гермафродит, имеет прямой жизненный цикл без смены хозяев и чередований поколений. Яйца током воды выносятся во внешнюю среду, где через некоторое время выходит личинка, которая плавает в воде, где встречается хозяина. Паразитирует на жабрах.

Класс цестод представлен двумя видами *Triaenophorus nodulosus* и *Diphyllbothrium latum*. Последний вид был обнаружен в гельминтофауне судака только в 2016 году у одного исследуемого экземпляра. Жизненный цикл *T. nodulosus* происходит со сменой промежуточных хозяев: веслоногие рачки, мирная рыба, хищная рыба (щука). Цестода *D. latum* развивается через веслоногих ракообразных, мирных рыб и окончательным хозяином служит человек и млекопитающие. Таким образом, заражение судака этими цестодами происходит по трофическому пути. У судака паразитируют на стадии плероцеркоиды.

Трематоды представлены 8 видами, из них 4 вида были найдены на стадии метацеркария (*Diplostomum spathaceum*, *Ichthyocotylurus platycephalus*, *I. variegatus*, *Tylodelphys clavata*) и 4 вида на стадии мариты (*Bunodera luciopercae*, *Azygia lucii*, *Tylodelphys clavata*, *Bunocotyle cingulata*, *Bucephalus polymorphus*).

D. spathaceum и *T. clavata* проникают в судака на личиночной стадии трематод -церкария через кожные покровы, жабры и пищеварительный тракт. Паразитируют в хрусталике глаза и стекловидном теле. Судак заражался церкариями находясь в пространственной близости к моллюскам р. *Lymnaea* - первым промежуточным хозяевам.

Метацеркарии трематод *Ichthyocotylurus platycephalus* и *I. variegatus* паразитируют в мускулатуре, на поверхности внутренних органов, брюшине и даже в мозге рыбы. Взрослые формы – паразиты чаек. Первым промежуточным хозяином служат брюхоногие моллюски *Valvata piscinalis*, вторым – мирные рыбы, так же, возможен еще один промежуточный хозяин- хищная рыба.

Увеличение экстенсивности инвазии *I. platycephalus* (ЭИ: 2016-40%; 2017- 80%; 2018 – 90%) указывает на увеличение популяции промежуточных хозяев – моллюсков *V. piscinalis* и чаек – окончательных хозяев в заливе.

Развитие трематоды *B. luciopercae* происходит с участием промежуточных хозяев — моллюсков *Sphaerium rivicola* и *S. corneum*, дополнительных хозяев - пресноводных рачков *Daphnia pulex*, *Simonocephalus exprenosus* и др., мирной рыбы, которая заглатывает зараженных рачков. Судак заражается путем хищничества.

Окончательным хозяином трематоды *A. lucii* служит щука. Половозрелости данная трематода достигает только в щуке, где имеет наиболее крупный размер. У других хозяев (хищные рыбы) половозрелые формы встречаются редко и всегда относительно малы по размерам. У *A. lucii* в организме первого промежуточного хозяина – моллюска – происходит размножение партеногенетических личинок, метацеркарии локализуются в полости тела веслоногих ракообразных из отряда *Copepoda*. В гельминтофауне судака наблюдается увеличение зараженности *A. lucii*, что может указывать на увеличение популяции щуки в заливе.

B. cingulata паразит желудка и кишечника, развитие происходит с участием трех промежуточных хозяев. Первый промежуточный хозяин – моллюски, второй – ракообразные, резервуарный – мирная рыба, окончательный хозяин – хищная рыба. Судак заражается поедая мирную рыбу.

Трематода *B. polymorphus* паразитирует в кишечнике хищных видов рыб. В своем жизненном цикле использует в качестве первых промежуточных хозяев моллюсков родов *Unio* и *Anodonta*. Метацеркарии трематод локализуются на жабрах и плавниках карповых видов рыб. В 2018 году данный паразит у судака нами не обнаружен.

Класс нематод представлен двумя видами *Raphidascaris acus* и *Camallanus lacustris*. В 2016 году имели место единичные случаи заражения судака данными нематодами. В 2017 и 2018 годах нами они не обнаружены у судака Куршского залива. Жизненный цикл *C. lacustris* проходит через веслоногих рачков родов *Acanthocyclops*, *Eucyclops*, *Macrocyclops*, *Megacyclops*, *Canthocamptus* – первых промежуточных хозяев. Исчезновение нематод из гельминтофауны судака свидетельствует о сокращении или исчезновении веслоногих рачков выше перечисленных родов из гидрофауны залива.

Класс скребней представлен двумя видами *Acanthocephalus lucii* и *Corynosoma strumosum*.

Развитие *A. lucii* происходит с участием промежуточного хозяина – водяного ослика, который заглатывает яйцо. Рыбы заражаются при поедании инвазированных рачков. Паразит кишечника хищных или питающихся крупным бентосом рыб. Судак заражается, поедая мирную рыбу или при случайном заглатывании бентоса.

Половозрелые формы *C. strumosum* паразиты кишечника морских млекопитающих. У рыб паразитируют личиночные формы. Первый промежуточный хозяин – бокоплавы рода *Pontoporeia*. Второй промежуточный хозяин – различные морские, проходные, а также пресноводные рыбы, обитающие в нижнем течении рек. Судак заражается питаясь мирной рыбой (корюшкой), которая после нагула заходит на нерест в реки, т.е. находится в пространственной близости к судаку.

Эколого-фаунистический анализ гельминтофауны судака в Куршском заливе показал, что 10 видов гельминтов он получает путем хищничества (67 %), остальных паразитов он приобретает находясь у дна залива, в непосредственной близости к моллюскам.

Увеличение зараженности судака трематодами может указывать на процессы эвтрофикации водоема. За три года исследования наблюдаются значительные различия в составе гельминтофауны и экстенсивности заражения отдельных видов паразитических организмов. Наибольшая экстенсивность инвазии наблюдается у моногеней *A. paradoxus* и метацеркария трематоды *I. platycephalus*. Основным путем заражения судака гельминтами – хищничество. Увеличение зараженности некоторыми представителями гельминтофауны (*D. spathaceum*, *T. clavata*, *I. platycephalus*) свидетельствует о эвтрофикации Куршского залива

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тылик К.В. Рыбы трансграничных водоемов России и Литвы. - Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», 2007. - 100 с.
2. Гецевичюте С.И. Паразитофауна рыб залива Куршю марес: автореф. дис. ... канд.биол. наук. - Вильнюс, 1954. - 16 с.
3. К изучению паразитофауны основных промысловых рыб Куршского залива/ Вершинина, К.Б. // Труды КТИРПиХ: сб. науч. тр./Калининградский технический институт рыбной промышленности и хозяйства. Калининград, 1968. Вып. 20. – С. 112- 120
4. Пашкявичюте А.С. Структура паразитоценоза леща залива Куршю марес в 1976-1978 гг. // Труды академии наук Лит. ССР: Сб. науч. тр., Академия наук Лит. ССР. - Вильнюс, 1981. - Серия В. Вып. 2 (74). - С. 127-134.
5. Рауцкис Э. Паразиты рыб водоемов Литвы. - Вильнюс : Моксклас, 1988.- 205 с.

6. Шухгалтер, О.А., Елисеев А.А. О зараженности мускулатуры рыб Куршского залива (юго-восточная часть Балтийского моря // Проблемы современной паразитологии: материалы конференции и III съезда Паразитологического общества при РАН, Петрозаводск, 6-12 октября 2003.- Санкт-Петербург, 2003. - Т.2. - С. 196-197.

7. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. - Л.: Наука, 1985. -121 с.

8. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР/ под ред. О.К. Бауера, С.С. Шульмана: В 3 т. - Л., 1984. - Т3. - 588 с.

HELMINTHFAUNA OF PIKE PERCH (SANDER LUCIOPERCA) (LINNAEUS, 1758) FROM CURONIAN LAGOON

Maltseva Irina Sergeevna, a PhD student;

Avdeeva Elena Vitalievna, Professor, PhD in Biological Sciences

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: irina.maltseva@klgtu.ru, elena.avdeeva@klgtu.ru

The studies of the helminth fauna of pike perch in the Curonian lagoon in Kaliningrad region. In walleye was found 15 species of helminths, one species of monogenes, two species of cestodes, eight species of trematodes, two species of nematodes and scrapers. Dominate the helminth fauna of pike perch representatives of the class of trematodes (8 species). The greatest extent of invasion was observed in the metacercaria of the Ichthyocotylurus platycephalus trematode in 2018 – 90 %. The main route of infection of perch with worms - trophic: as a result of predation, it receives 67 % of the helminth fauna. Some helminths pike acquires due to its spatial proximity in the lagoon to mollusks

УДК 574.583; 551.46; 261.63

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНКТОННОГО РАЧКА EUBOSMINA MARITIMA (CLADOCERA) В ЮЖНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ БАЛТИКЕ В 2016 г.

¹Перевозчикова Дарья Павловна, студентка 4 курса очной формы обучения направления «Биология»;

²Полунина Юлия Юрьевна, канд. биол.наук, ст. научный сотрудник лаборатории Морской экологии Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН

¹«Балтийский Федеральный Университет им. И. Канта»,
Калининград, Россия, e-mail: darya20777@yandex.ru;

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Россия, e-mail: jul_polunina@mail.ru

Впервые представлены современные сведения о популяционных характеристиках вида-фильтратора Eubosmina maritima в южной и центральной части Балтийского моря в вегетационный период 2016 г. Доля этого вида в общей численности и биомассе зоопланктона составляла около 40 % и 30 % соответственно. Выявлены особенности горизонтального и вертикального распределения вида. Проанализирована размерно-возрастная и половая структура популяции. Длина особей варьировала от 0,200 до 0,500 мм. В популяции отмечены молодь, партено- и гамогенетические самки, самцы. Плодовитость партеногенетических самок варьировала от 1 до 4 яиц, гамогенетических – 1-2 яйца

Балтийское море - это самое молодое море на нашей планете, и обладает рядом особенностей: оно внутренне-континентальное, низко соленое, двуслойное, со слабым водообменом. Такие условия выдерживают не все виды живых организмов, в т.ч. планктона, распространенного в других морях, поэтому в Балтийском море отмечено низкое видовое разнообразие. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea, Cladocera) являются одной из основных групп зоопланктона. В современный период возросло значение этих ракообразных и в акватории Балтийского моря [1-3]. Аборигенный вид кладоцер *Eubosmina maritima* (P.E. Muller, 1867) – важнейший потребитель взвеси и фитопланктона в Балтике. Особенности биологии, экологии и жизненного цикла этого вида в акватории Балтики изучены недостаточно [4 - 11], особенно в современный период, в меняющихся условиях среды и климата, что обусловило актуальность нашей работы.

Цель нашего исследования – изучить популяционные характеристики: количественные показатели, пространственное распределение, размерно-половую структуру кладоцеры *Eubosmina maritima* в южной и центральной части Балтийского моря в вегетационный период 2016 г.

Материалы, методы

Материал собран в экспедиции ИОРАН на научно-исследовательском судне «Академик Николай Страхов» в августе-начале сентября 2016 г. в центральной и южной частях Балтийского моря на восьми станциях (Рис. 1). Пробы зоопланктона отобраны количественной планктонной сетью WP-2 (диаметр 56 см, ячей 100 мкм) по слоям – от дна до поверхности, от галоклина до поверхности и от термоклина до поверхности. Горизонты отбора на судовых станциях выбраны после зондирования водной толщи STD-зондом, где были выявлены глубины термоклина и галоклина.

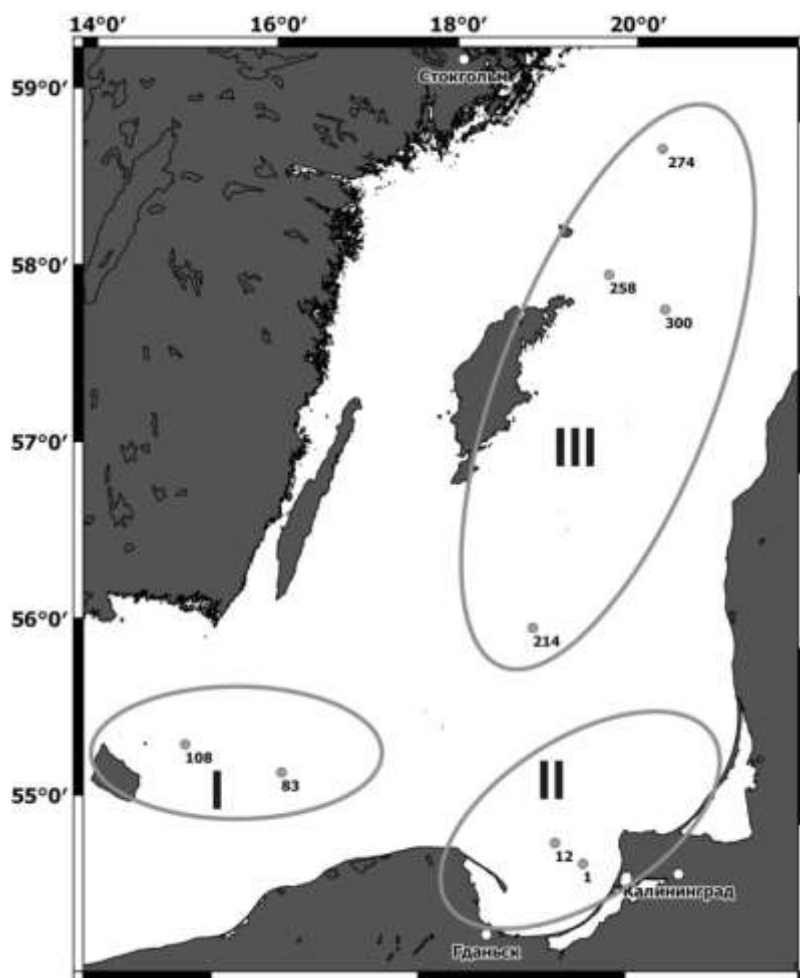


Рис. 1. Карта станций в рейсе АНС 39: I – Борнхольмский бассейн, II – Гданьский бассейн (Южная Балтика), III – Готландский бассейн (Центральная Балтика)

Отобранные пробы фиксировали 40% формалином до конечной концентрации 4%. Затем пробы обрабатывали в лаборатории счетным методом Гензена в камере Богорова, рассчитывали численность видов по стандартной методике [12]. Биомассу рассчитывали по формулам зависимости массы от длины тела организмов [4, 11-14].

Особей измеряли под микроскопом МБС-10 при увеличении в 32 раза, затем длины переводили в мм. Для оценки структуры популяции рачков измеряли и разбирали на группы:

- 1) ювенильные особи,
- 2) партеногенетические самки,
- 3) гамогенетические самки,
- 4) самцы.

У каждой самки подсчитывали число партеногенетических, гамогенетических (латентных, покоящихся) яиц в выводковой сумке. Всего проведен анализ 800 особей. Для фотографирования особей использовали микроскоп Olympus Optical CX 41 и цифровую насадку Lewenhuk C510 5M.

Результаты и обсуждение

1.1. Количественная характеристика популяции

E. maritima является широко распространенным и часто массовым видом ветвистоусых ракообразных в Балтике. В нашем исследовании доля этого вида от общей численности всего зоопланктона составляла в среднем около 39%, а в группе кладыцер – до 93%; доля по биомассе от всего зоопланктона – 30%, в группе кладыцер – 74%.

Этот вид был сконцентрирован в верхних слоях воды (верхний квазиоднородный слой - ВКС) до термоклина, который в этот период времени располагался на глубинах 30-35 м. Численность этого вида в ВКС составляла в среднем 63,7 тыс. экз./м³, а в столбе воды лишь 12 тыс. экз./м³, т.е., плотность этого рачка в поверхностном слое почти в три раза выше (рис. 2). Вертикальное распределение биомассы аналогично численности – в ВКС биомасса рачка составила 564 мг/м³, а в целом в столбе воды – в четыре раза меньше.

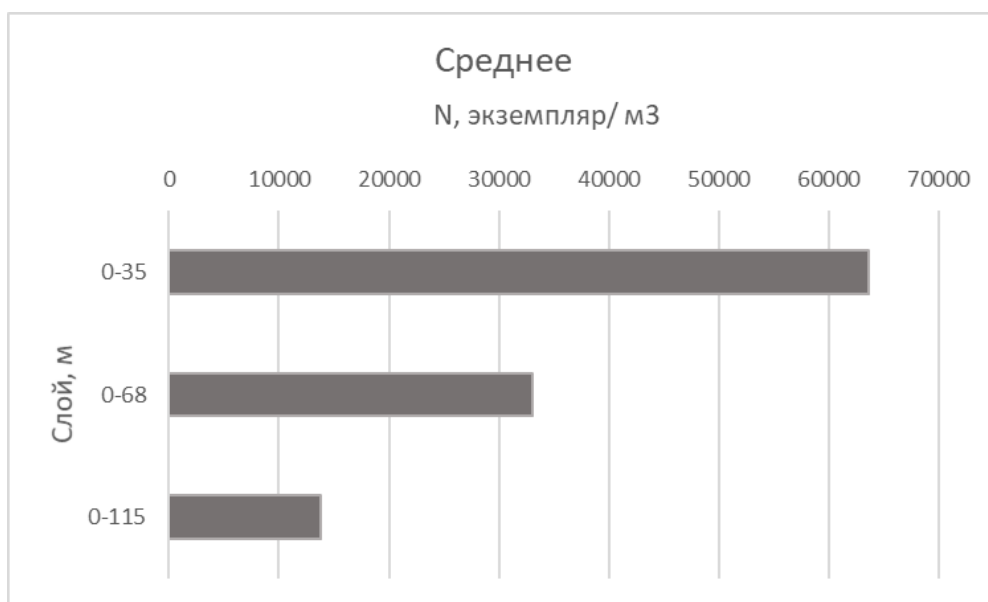


Рис. 2. Вертикальное распределение рачка *E. maritima* (средняя численность, экз./м³) в Балтике, 2016 г

Вероятно, такое распределение зубосмины обусловлено особыми, более благоприятными для этого вида, условиями в ВКС: большая освещенность, более высокая температура и меньшая соленость, и, как правило, большая численность фитопланктона – основного пищевого объекта рачков.

Численность этого вида на станциях отличалась. Однако, наибольшая численность популяции *E. maritima* наблюдали в южной части Балтийского моря (Рис. 3), т.к. в этой области наблюдается более высокая температура прогрева воды, а значит и вероятно большее обилие кормовой базы, и более благоприятные условия для размножения.

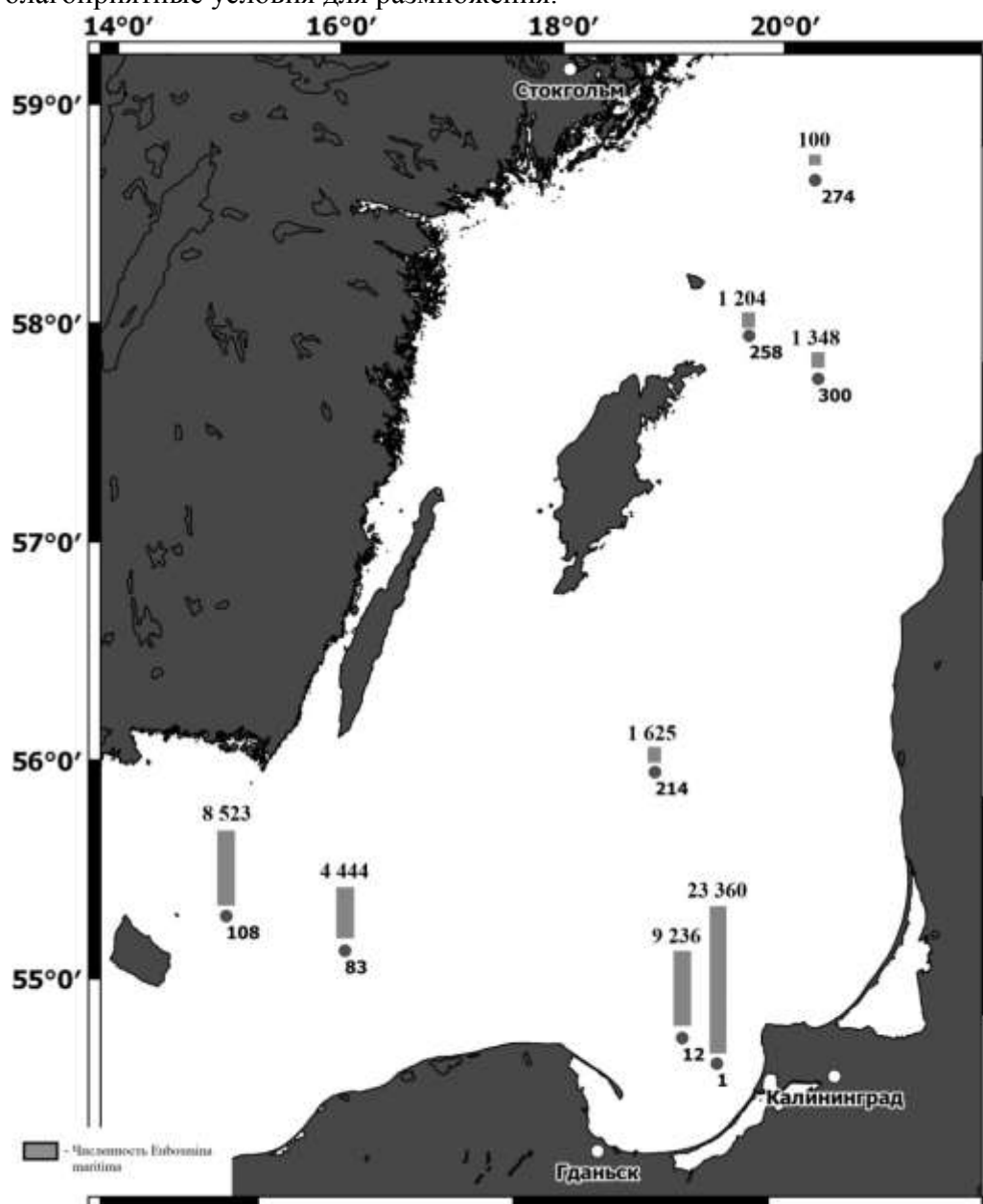


Рис. 3. Горизонтальное распределение *E. maritima* (численность, экз./м³) в толще воды в Балтийском море, 2016 г.

Численность вида в толще воды изменялась в период нашего исследования от 100 до 23360 экз./м³, в южной части моря численность этого вида была больше (ср. 11, 3 тыс. экз./м³), чем в центральной части (ср. 1 тыс. экз./м³). Доля *E. maritima* от общей численности всего зоопланктона в толще воды составила 22%, а в поверхностном слое – 35%.

1.2. Структура популяции

Размерная характеристика популяции

В вегетационный период 2016 г. популяция *E. maritima* была представлена особями 0,2 до 0,5 мм. Размер от 0,275 мм до 0,424 мм имели 80% всей популяции (Рис.4). Особи меньшего раз-

мера составили 18% и являлись ювенильными формами, а особи большего размера – в основном гамогенетические самки (около 2%).

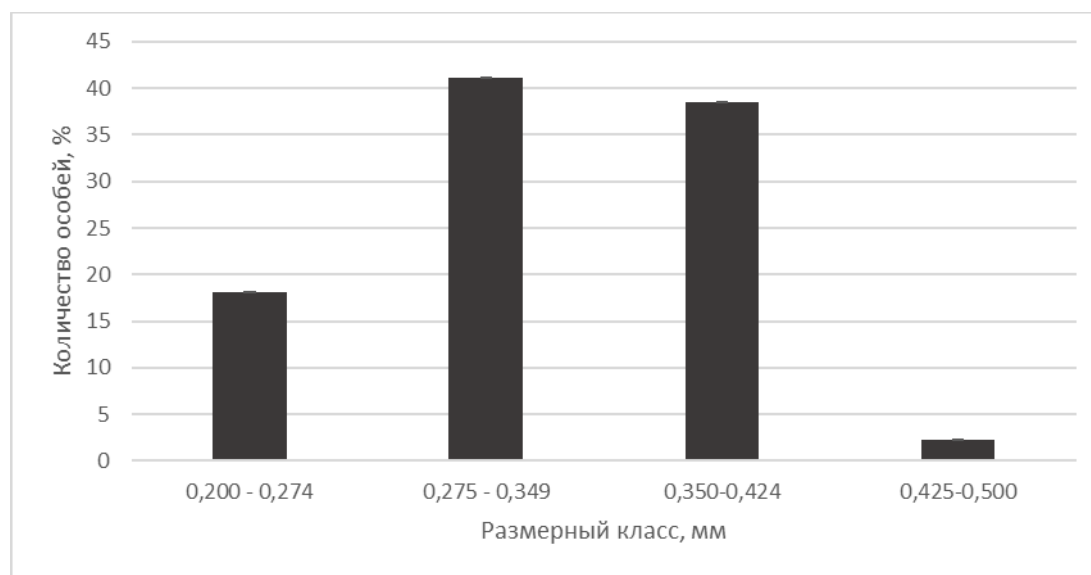


Рис. 4 Размерный состав популяции *E. Maritima* в Балтийском море, 2016 г.

В этот вегетационный период средний размер ювенильных особей составил $0,256 \pm 0,023$ мм, самцов – $0,298 \pm 0,022$, самок – $0,351 \pm 0,031$. Есть пересечение размеров у ювенильных особей и самцов (от 0,276 до 0,279 мм), а также у самцов и самок (0,320 мм).

Размерный диапазон в вегетационный период 2016 года не очень отличается от данных в предыдущих источниках (Табл. № 3). Вариации размеров рачков зависят от многих факторов – природного хода развития популяции (начало развития популяции, где еще преобладает молодь или период массового размножения, где преобладают взрослые особи и тп.), температуры воды, обеспеченности пищей и пресса хищников, потребляющих данный вид. В целом, размеры 0,5-0,6 мм является максимальным для данного вида. Существенных отличий в размерах особей не обнаружено.

Таблица 1.

Длины особей *E. maritima* в Балтийском море в разные годы

Период	1964 г [Мануйлова Е.Ф., 1964]	2008 г [Recommendations on methods...2008]	2016 г (наши данные)
Диапазон длины, мм	0,6 (максимальный размер)	0, 41 – 0,5	0,2 – 0,5

Половая характеристика популяции

E. maritima была представлена ювенильными особями, самцами, гамогенетическими и партеногенетическими самками. Их соотношение в этот вегетационный период немного варьировало в разных частях Балтийского моря (Рис.5).

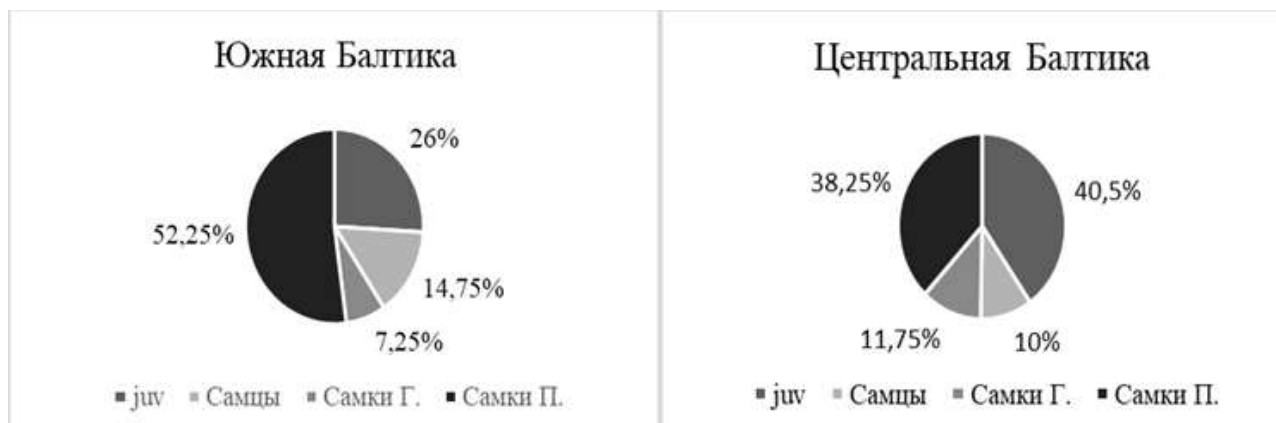


Рис. 5. Половая структура популяции *E. maritima* в Южной и Центральной Балтике, 2016 г.

В целом, основу популяции составляли ювенилы и партеногенетические самки (почти 78%), а доля двуполового поколения была около 22%. В южной части моря почти поровну составляли молодь и партеногенетические самки, а в центральной части – возросла доля взрослых партеногенетических самок, а доля ювенилов несколько уменьшилась (рис 5). Соотношение самцов и гамогенетических самок в южной части было почти 1:1, а в центральной части 2:1.

Плодовитость партеногенетических самок изменялась от одного и до четырех яйца, составляя в среднем 2-3 яйца на одну самку. Отмечены гамогенетические самки, несущие, преимущественно, по два латентных яйца. Также, в Южной Балтике процент самок с партеногенетическими яйцами выше, чем в Центральной, однако совершенно обратная тенденция наблюдается у самок с гамогенетическими яйцами (Табл.№ 2).

Таблица 2

Доля (%) самок с партено- и гамогенетическими яйцами *E. maritima* в разных частях Балтийского моря за 2016 год

Тип самок/ акватория	Южная Балтика	Центральная Балтика
Партеногенетические	87,7	76,5
Гамогенетические	12,3	23,5

Выводы

1. Численность рачка *E. maritima* изменилась от 23 360 до 4 444 экз./м³ в южной части Балтийского моря и от 1 625 до 100 экз./м³ в центральной. В общем численность этого вида составляла около 28% от общей численности всего зоопланктона и характеризует его как доминирующий в сообществе. Диапазон биомассы оставил от 424,9 до 35,3 мг/м³ в южной части и от 14,7 до 6,2 мг/м³ в центральной части Балтийского моря, что составляет около 30% от общей биомассы зоопланктона

2. Большая часть биомассы и численности этого аборигенного вида-фильтратора сконцентрировано в поверхностном слое воды до термоклина.

3. Диапазон длины особей в популяции варьировал от 0,200 до 0,500 мм. Преобладали особи с размером от 0,275 до 0,424 мм.

4. Популяция была представлена всеми возрастными и половыми группами: молодь, самки партено- и гамогенетические, самцы. Доля двуполого поколения в популяции составила 22%.

5. Плодовитость партеногенетических самок составила 1-4, а гамогенетических 1-2 яйца на одну особь. Т.О. популяция размножается как партеногенезом, так и двуполым размножением и проходит весь жизненный цикл в акватории Балтики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, С.В. Многолетняя динамика зоопланктона в юго-восточном районе балтийского моря / С.В. Александров, Н.Н. Жигалова, А.С. Зезера. // Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – Калининград, 2009. – С. 241-248
2. Полунина, Ю.Ю. Характеристика зоопланктона Балтийского моря. / Полунина, Ю.Ю., Родионова Н.В. // Научный мир – Москва, 2017 - С.258-292.
3. Полунина, Ю.Ю. Структура и распределение осеннего зоопланктона юго-восточной части балтийского моря в 2015 г / Ю.Ю. Полунина, Е.Г. Ланге, В.А. Кречик. // Океанология, Том 59, № 1 – Калининград, 2019 - С. 72-81.
4. Restingeggs, Seasonaldynamics, and production of *Bosmina longispina maritima* (P. E. Müller) (Cladocera) in the northern Baltic proper / Paula Kankaala // Journal of Plankton Research – Finland, 1983.
5. Дроздов В.В., Смирнов Н.П, Гасанова Э.Г. Влияние солёности воды на видовой состав биоценозов и формирование экотон в Балтийском море // Российский государственный гидрометеорологический университет - Санкт-Петербург, 2005. – С. 109-136
6. Вербицкий, В.Б. Биолого-продукционная характеристика и эколого-физиологические аспекты культивирования *Bosmina Longirostris* O. F. Muller как стартового живого корма для личинок рыб // МГУ - Москва, 1984.
7. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов // Т.И. Вводные и общие вопросы планктологии, Л.: Наука, 1969. – С. 658.
8. Демерецкиене, Н.Е. Состав зоопланктона как кормового ресурса рыб в районе дампинга в Балтийском море // Департамент морских исследований - Клайпеда (Литва), 2010.
9. Демерецкиене, Н.Е. Динамика численности и биомассы планктонных ракообразных в многолетних исследованиях в районе дампинга (юго-восточная Балтика) / Н.Е. Демерецкиене // Департамент морских исследований - Клайпеда (Литва), 2015.
10. Семенова, В.С. Влияние гидрологических условий на состояние весенних фитопланктонных сообществ в Вислинском заливе Балтийского моря / В.С. Семенова, О.А. Дмитриева // Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «АтлантНИРО») - Калининград, 2010.
11. Recommendations on methods for marine biological studies in the baltic sea. Mezooplankton biomass assessment / Lars Hernroth // Baltic Marine Environment Protection Commission – Helsinki, 2008. – С. 31.
12. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция / А.А.Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А.Огородникова // Л.: Гос. НИИ озёрного и речного рыбного х-ва, 1984. – С. 33.
13. Biological assessment of the Baltic Sea 2015 / N. Wasmund, Jörg Dutz, H. Siegel // ResearchGate – Deutschland, 2016.
14. Стонт Ж.И. Современные тенденции изменчивости гидрометеорологических параметров в юго-восточной части балтийского моря и их отражение в прибрежных процессах // Российский государственный гидрометеорологический университет - Санкт-Петербург, 2014.
15. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР // М.-Л.: Наука, 1964. – С. 275.

CHARACTERISTICS OF PLANKTON CRUSTACEANS EUBOSMINA MARITIMA POPULATION (CLADOCERA) IN THE SOUTH BALTIC AND BALTIC PROPER IN 2016

¹Perevozchikova Daria Pavlovna, 4th year student full-time students of the direction "Biology»;
²Polunina Julia Yuryevna, Ph.D., senior researcher of the Laboratory for Marine Ecology of Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences

¹ "Baltic Federal University. I. Kant". Kaliningrad, Russia, e-mail: darya20777@yandex.ru;
² Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: jul_polunina@mail.ru

For the first time presents the modern data on the population characteristics of the herbivorous filter feeder species Eubosmina maritima in South Baltic and Baltic Proper during the vegetation period of 2016. The part of this species in total zooplankton abundance and biomass was about 40 % and 30 % respectively. The features of horizontal and vertical distribution of the species are revealed. The size-age and sex structure of the population is analyzed. The length of individuals varied from 0,200 to 0,500 mm. Juveniles, parthenogenetics and gamogenetics females, males were noted in the population. Fertility of parthenogenetic females varied from 1 to 4 eggs, and that of gamogenetic females – 1-2 eggs

УДК 597-111:597.554.3

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЛИМФОИДНЫХ ОРГАНОВ КРОВЕТВОРЕНИЯ ЛИЧИНОК ЛЕЩА ОБЫКНОВЕННОГО (ABRAMIS BRAMA (L.))

Светашева Диана Рафаиловна, соискатель степени канд. биол. наук,
кафедры «Гидробиология и общая экология»;

Грушко Мария Павловна, д-р биол. наук, профессор кафедры
«Гидробиология и общая экология»

ФГБУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия, e-mail: svetashevadr@yandex.ru

К числу органов кроветворения рыб относят, тимус и жабры, при этом во многих исследованиях эти органы отмечаются как органы лимфоцитопоэза. Целью данных исследований явилось изучение формирования и функционирования тимуса и жабр Леща обыкновенного в раннем онтогенезе. Объектами исследований послужили особи Леща обыкновенного на стадиях развития от предличинки до малька. Установлено, что тимус и жабры формируются с первых дней после вылупления леща из икринки. Строение тимуса во многом сходно со строением тимуса млекопитающих. В тимусе и жабрах Леща обыкновенного с первых дней развития формируются клетки гранулоциты и агранулоциты

Введение

Исследованиям кроветворных органов и образованию клеток крови у рыб в настоящее время посвящено большое количество работ [1, 61 с.]. В исследованиях тимуса половозрелых рыб учеными установлено, что тимус представляет собой парный оформленный орган, разделенный на корковую и мозговую зону. Тимус имеет различное расположение и морфологию у разных видов рыб. В своих исследованиях ученые пришли к выводу, что тимус видов костистых рыб, по строению схож с тимусом млекопитающих и является лимфоидным органом кроветворения [2, 340 с.]. О.В. Волкова в своих исследованиях отмечает, что лимфоидные органы закладываются и развиваются позже других кроветворных органов. Вилочковая железа (тимус) (glandulathymus) до настоящего времени остается одним из самых загадочных органов, играет важную роль в системе лимфоидной ткани [3, 416 с.].

На основании многочисленных исследований, ученые приходят к выводу о том, что жабры костистых рыб так же выполняют кроветворную функцию, главным образом лейкоцитопоэз. Однако, ученые отмечают, что в жабрах также формируются клетки гранулоцитопоэтического ряда. Кроме того, здесь происходила дифференцировка плазмочитов и лимфоцитов. Однако к настоящему времени накоплено немного сведений о процессах раннего развития данного органа, как органа кроветворения.

Особый интерес представляет процесс формирования и функционирования данных органов кроветворения в раннем онтогенезе.

Целью работы явилось изучение морфофизиологии таких органов кроветворения Леща обыкновенного (*Abramis brama*), как тимус и жабы, и выявление особенностей генераций различных клеток крови у особей на ранних стадиях развития.

Материалы и методы

Объектам исследований послужили личинки Леща обыкновенного (*Abramis brama* (L.) - вида костистых рыб, широко распространенного в водоемах России, так же довольно многочисленного в Астраханской области. Образцы для исследований были отобраны на нерестово-выростном хозяйстве (НВХ) Камызякского района Астраханской области. В 2018 году выклев произошел в середине мая. Анализу были подвергнуты 24 особи взятые на различных стадиях развития после вылупления из икринки. Гистологический анализ проводили общепринятыми методикам [4, 234с.]. Изучение гематологических показателей крови проводилось по методикам, рекомендованным Л.Д. Житеневой, Т.Г. Полтавцевой, О.А. Рудницкой (1989), Н.Т. Ивановой (1983) [5, 109с.].

Результаты и их обсуждение

Тимус обнаруживается у предличинки леща обыкновенного на первые сутки развития организма. Орган формируется в виде плотного скопления мезенхимной ткани впячиванием в полость жаберного кармана над креплением верхней жаберной дуги. По форме тимус предличинки леща напоминает тимус взрослых особей костистых рыб – воблы [1, 64с.]. При этом тимус покрыт тонкой соединительно-тканной оболочкой. На данном этапе тимус не имеет деления на корковый и мозговой слой. В первые дни развития клетки крови встречаются крайне редко. Единичные, молодые клетки эритро- и гранулоцитопоза, возможно, оказались там путем инфильтрации, признаков самостоятельного кроветворения не наблюдается.

На девятнадцатые сутки развития, после перехода предличинки на активное питание, тимус заметно увеличивается в размерах, по сравнению с первым днем развития, в тимусе происходит деление ткани на мозговой ($12,3 \pm 1,2$ мкм) и корковый ($17,6 \pm 1,7$ мкм) слой, который занимает большую часть органа. Соединительнотканная оболочка прослеживается со стороны жаберных дуг, сразу за ней находится плотный корковый слой тимуса. Мозговой слой тимуса нарастает в сторону черепной коробки. На данном этапе развития в корковом слое отмечается активный гемопоэз. Кроветворные элементы представлены гемоцитами (4,6%), клетками гранулоцитопозического ряда (89,7%), среди которых наиболее многочисленны были миелобласты до 41% и их производные промиелоциты (28,2%). Также выявлялись бластные и созревающие клетки агранулоцитопозического ряда (6,7%), представленными лимфобластами (5,1%) и монобластами (1,6%). В мозговом слое гемопоэза не наблюдается. Наблюдается активное размножение кроветворных элементов митозом, до 2%.

На двадцать первый день развития тимус несколько увеличивается в размерах, за счет мозгового слоя, его толщина составляла $15,4 \pm 1,5$ мкм. Толщина коркового слоя не меняется. На этой стадии развития значительно увеличивается содержание клеток крови лимфопоэтического ряда (70%): лимфобласты – до 35%, появляются их производные пролимфоциты – 25%. Монобласты составляли 10% от числа всех кроветворных элементов. Также наблюдаются многочисленные клетки гранулоцитопозического ряда (28%), среди которых миелобласты до 5%, промиелоциты – 10% и миелоциты – 6%, метамиелоциты -7%. На гемоцитах приходится 2% всей формирующейся кроветворной ткани. До 3% клеток находится на разных стадиях митоза (рисунок 1).

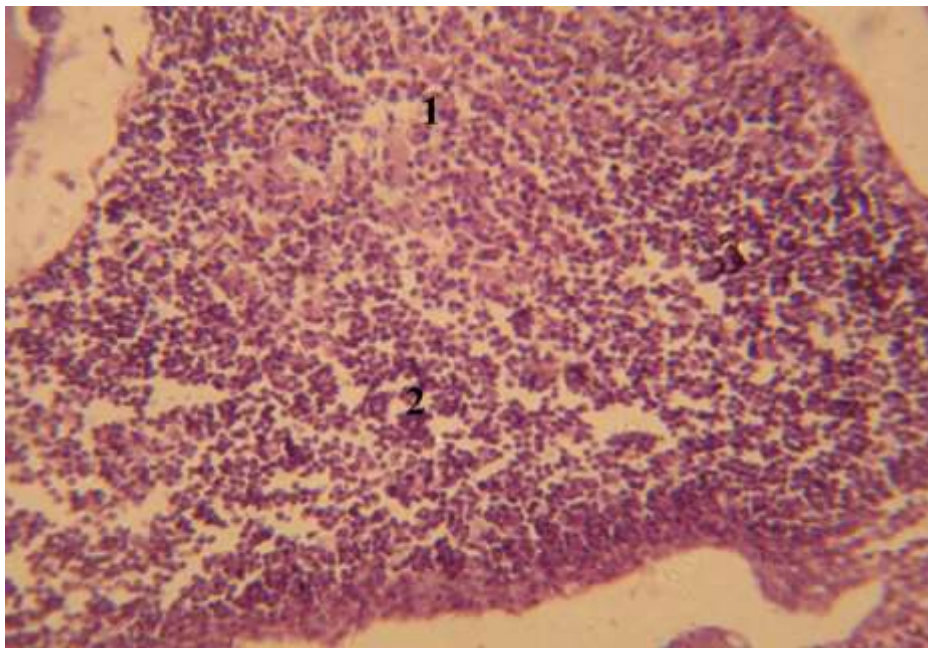


*Рис. 1. Тимус личинки Леца обыкновенного на двадцать первые сутки развития:
1- мозговой слой; 2-корковый слой*

На 23-е сутки развития личинки, мозговое и корковое вещество тимуса продолжает нарастать и увеличивается их толщина: мозговой слой до $19,8 \pm 1,5$ мкм, корковый до - $17,6 \pm 1,05$ мкм. Процентный состав клеток крови значительно изменяется по сравнению с предыдущей стадией развития. В тимусе увеличивается количество гранулоцитов до (63,6%), при этом клетки были представлены бластными и созревающими формами: миелобласты – 8,6%, промиелоциты – 17,3%, миелоциты – 21,7%, метамиеоциты – 16%. Клетки агранулоцитопозитического ряда составляли 36,4%. Среди них развивались: лимфобласты – до 26%, пролимфоциты – 5,5% и монобласты – 4,9%. Известно, что увеличение в крови клеток белой крови свидетельствует об адаптивных реакциях в организме, многочисленные клетки гранулоцитопозитического ряда, могли проникнуть в тимус путем инфильтрации.

На двадцать пятый день развития тимус практически не изменяется в размерах. Процентный состав клеток крови мало изменяется по сравнению с предыдущей стадией развития. Клетки лимфопоэтического ряда: лимфобласты – до 27,3 %, пролимфоциты – 13% и лимфоциты – 1%. Также наблюдаются многочисленные клетки гранулоцитопозитического ряда, проникающие в тимус путем инфильтрации: миелобласты до 19,7%, промиелоциты – 15,2% и миелоциты – 11%, метамиеоциты – 6,6%. Обнаруживаются клетки на разных стадиях митоза.

На двадцать седьмые сутки развития тимус продолжает расти по направлению в жаберную полость за счет разрастания мозгового вещества, толщина которого достигает $22 \pm 5,1$ мкм. При этом, толщина оболочки органа и коркового слоя остается неизменной: оболочка $1 \pm 0,5$ мкм, а корковый слой – $17,6 \pm 1$ мкм. Процентный состав клеток крови изменяется по сравнению с предыдущей стадией в сторону увеличения лимфопоэтического ряда: лимфобласты – до 27,5 %, пролимфоциты – 11% и лимфоциты – 1%, монобласты до 3%. По прежнему в органе наблюдаются многочисленные клетки гранулоцитопозитического ряда: миелобласты до 4,4%, промиелоциты – 30% , миелоциты – 13,2%, метамиеоциты – 7,8%.

У предличинки Леца обыкновенного на первые сутки после вылупления под глазными впадинами обнаруживаются зачатки жабр. На срезах однодневной предличинки зачаточные жабры представлены зачатками жаберных лепестков, в виде небольших отростков прикрепленных к четырем жаберным дужкам и не имеющих филаментов. Костистые рыбы имеют так же четыре жаберные дуги и одну редуцированную псевдобранхию (Аминева, Яржомбек, 1984). На срезах виден хрящевой скелет жаберных лепестков. У основания жаберных лепестков находилось незначительное количество ретикулярной ткани с редкими включениями молодых бластных клеток крови грануло- и агранулоцитопозитического рядов, которые располагались хаотично. В число диффе-

ренцирующихся элементов крови входили: гемоцитобласты – 2,7%, среди клеток гранулоцитопозитического ряда встречались миелобласты – 30,3% и их производные промиелоциты – 29%; среди клеток агранулоцитопозитического ряда встречались исключительно бластные формы – лимфобласты – 19,4%, а так же монобласты – 3,2%. Установлено, что на данном этапе развития в жабрах основным направлением кроветворения является гранулоцитопоз, который составлял 78,2%, на лимфоцитопоз приходилось лишь 22,6%. У основания лепестков наблюдается значительное количество вакуолизированных клеток, что затрудняет их идентификацию.

На девятнадцатые сутки развития жаберный аппарат значительно увеличивается в размерах. Четко прослеживаются формирующиеся филаменты и ламеллы полностью сформированы. На данной стадии развития часто встречается гиперплазия жаберных филаментов, их срастание. У основания жаберных лепестков, в окружении ретикулярной ткани находились редкие формирующиеся клетки крови грануло- и агранулоцитопозитического ряда. Формирующиеся кроветворные элементы были представлены в основном бластными клетками лимфоцитопозитического ряда (41,4%) и гранулоцитопозитического ряда (54,5%): лимфобласты составляли 21,6% от всех клеток крови, появляются производные лимфоцитов – пролимфоциты, которые составили 7,1%, монобласты составили 10,9%, а промоноциты – 1,8%. Несмотря на значительное увеличение количества клеток агранулоцитопозитического ряда, большинство формирующихся элементов крови приходится на клетки гранулоцитопозитического ряда: миелобласты – 9,1%, промиелоциты – 25,5%, миелоциты – 10,9%, метамиелоциты – 3,6%. Гемоцитобласты составляли 4% от всех формирующихся клеток крови.

На двадцать первые сутки развития жаберный аппарат (рисунок 2) полностью сформирован. Увеличивается площадь дыхательной поверхности жабр. Весь жаберный аппарат густо пронизан кровеносными сосудами. Ретикулярная ткань жабр расположена у оснований жаберных лепестков. На данной стадии развития значительно увеличивается количество клеток агранулоцитопозитического ряда до 54,3%. Лимфобласты составляли большинство от всех формирующихся элементов крови – 23,8%, их производные пролимфоциты составляли 20,6%. Монобласты составили 7,3%, промоноциты – 2,6%. Клетки гранулоцитопозитического ряда составляли 37,5%, среди них идентифицировались: миелобласты 10,2%, промиелоциты – 15,8%, миелоциты – 5,3%, метамиелоциты – 2,6%. На гемоцитобласты приходилось 5,2%. Наблюдается активное митотическое деление кроветворных элементов.

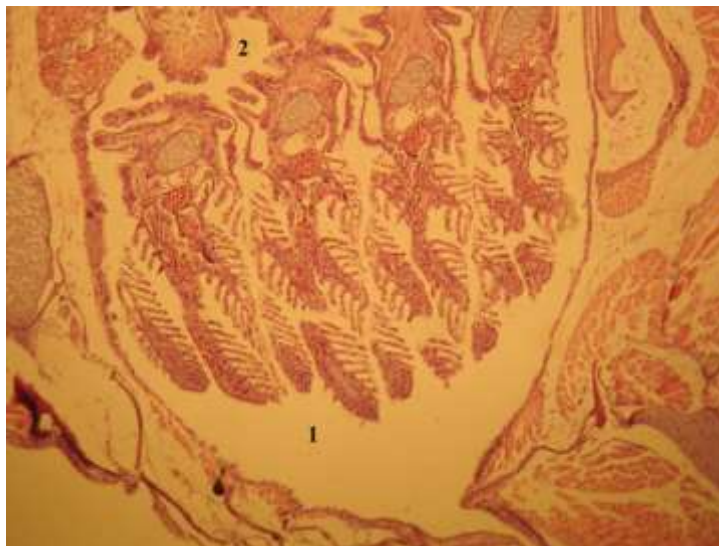


*Рис. 2. Фрагмент жабр личинки Леся обыкновенного на двадцать первые сутки развития:
1- жаберные филаменты; 2-жаберные дуги*

На двадцать третий день после вылупления личинки, вместе с увеличением размеров личинки продолжает увеличиваться и дыхательная поверхность жабр, количество жаберных дуг остается неизменным – четыре. У основания жаберных лепестков, в окружении ретикулярной ткани продолжают развиваться клетки гранулоцитопозитического ряда (44,2%) и агранулоцитопозитиче-

ского ряда (50,9%). По-прежнему, преобладают клетки агранулоцитопозитического ряда, в их число входят бластные клетки лимфобласты, число которых достигает 22%, и при этом являются самыми многочисленными, и их производные пролимфоциты численность которых, не превышает 15,6%. Монобласты встречаются реже, до 4,5%, и их развивающиеся производные - промоноциты – 8,1%. Среди клеток гранулоцитопозитического ряда идентифицируются миелобласты до 15,5%, промиелоциты - 13%, миелоциты – 9,1% и метамиелоциты – 2,7%. На данной стадии развития появляются палочкоядерные миелоциты, их количество достигает 3,6%. Зрелых клеток моноцитопозитического ряда не обнаруживается. Гемоцитобласты составляют 4,5%. Присутствуют клетки на разных стадиях митотического деления.

Через двадцать пять суток после вылупления личинки жаберный аппарат достигает совершенства. Продолжается активное кроветворение, при этом кроветворные элементы, дифференцируются на клетки грануло и агранулоцитопозитического ряда, при этом незначительное численное преимущество принадлежит клеткам-агранулоцитам (49,5%). На клетки гранулоцитопозитического ряда приходится 47,2% от всех клеток крови. Среди агранулоцитов происходит пролиферация лимфобластов (20,1%), пролимфоцитов (16,5%). Количество монобластов (4,3%) и промоноцитов (8,6%) практически не меняется. Среди клеток гранулоцитопозитического ряда обнаруживаются миелобласты (11,5%), промиелоциты (12%), миелоциты (14,7%), метамиелоциты (4,3%), палочкоядерные миелоциты (5,7%). Гемоцитобласты составляли 3,3%. На данном этапе развития заметно, что развивающиеся клетки агранулоциты формируют группы по 3-4 близлежащих клетки на разных стадиях развития.

На двадцать седьмые сутки оформленный жаберный аппарат представлен четырьмя жаберными дугами с многочисленными жаберными филаментами, со множеством отходящих от них жаберных ламелл. На двадцать седьмой день развития процентное соотношение клеток крови не меняется. Самыми многочисленными являются клетки агранулоцитопозитического ряда, по-прежнему много клеток гранулоцитопозитического ряда, самыми малочисленными были клетки моноцитопозитического ряда.

На каждом этапе развития присутствовали клетки находящиеся на разных стадиях митоза. В основном, развивающиеся клетки располагались хаотично, за исключением лимфоцитопозитических клеток, которые образовывали небольшие группы из нескольких клеток на завершающих стадиях личиночного развития леща обыкновенного. Так же установлено, что среди гранулоцитов основную массу составляли нейтрофильные миелоциты до 90-95% (от числа гранулоцитов), эозинофильные миелоциты встречались крайне редко 5-10%.

Выводы

В процессе исследования установлено, что тимус на ранних стадиях развития Леща обыкновенного выполняет функцию лимфоцитопоза и гранулоцитопоза. Жабры Леща обыкновенного являются органом активного гемопоэза, при этом в жабрах развиваются клетки только белой крови, преимущественно клетки лимфоцитопозитического ряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грушко М.П., Федорова Н.Н. Структурная и функциональная организация органов гемопоэза костистых рыб (на примере воблы) // Вестник АГТУ. - 2008. - № 3. - С. 61–64.
2. Грушко М.П. Морфофизиологические особенности кроветворения у костистых рыб (на примере воблы (*Rutilus rutilus Caspicus*, 1870) // Вопросы рыболовства. - 2010. - № 42. - С. 327-340.
3. Волкова О. В., Пекарский М. И. Эмбриогенез и возрастная гистология внутренних органов человека. - М.: Медицина, 1976. – 416 с.
4. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. - М.: Медицина, 1989. – 234 с.
5. Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. - Ростов-н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1989. – 109 с.

THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF LYMPHOID ORGANS HEMATOPOIETIC LARVAE BREAM COMMON (ABRAMIS BRAMA (L.))

Svetasheva Diana Rafailevna, the applicant the degree of candidate of biological Sciences,
the Department "Hydrobiology and General ecology";
Grushko Maria Pavlovna, doctor of biological Sciences,
Professor of "Hydrobiology and General ecology"

Astrakhan state technical University,
Astrakhan, Россия, e-mail: svetashevadr@yandex.ru

Among the organs of hematopoiesis of fish include, including the thymus and gills, while in many studies these organs are noted as organs of lymphocytopoiesis. The aim of these studies was to study the formation and functioning of the thymus and gills of common Bream in early ontogenesis. The objects of research were larvae and fry of common Bream gradually studied at different stages of development. It is established that the thymus and gills are formed from the first days after the bream hatching from the eggs. The structure of the thymus is largely similar to the structure of the mammalian thymus. Thymus and gills of Bream ordinary from the first days of development will perform the function of lymphopoiesis in the body

УДК 574.2: 595.36: 591.4

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОПУЛЯЦИОННОЙ БИОЛОГИИ КРЕВЕТКИ PALAEMON ELEGANS RATHKE 1837 (CRUSTACEA: DECAPODA: PALAEMONIDAE) ИЗ ВОДОЁМОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Судник Светлана Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиопатологии
и гидробиологии;
Егорова Юлия Евгеньевна, студентка 15-BA/б

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru, yulya_egorovaa@mail.ru

По результатам комплексного анализа морфологии и роста креветок Palaemon elegans их поселения в водоемах Калининградской области являются частью одной популяции. Сравнительно-морфологический анализ показал, что главный таксономический признак при видовой идентификации P. elegans – строение мандибул. Уточнён диагноз вида, учитывающий его морфологическую популяционную изменчивость в водоемах области, создана основа биометрического паспорта P. elegans водоемов области, охарактеризована географическая и половая популяционная изменчивость, описаны особенности линейного роста экзоскелета

Инвазии новых видов в сложившиеся гидроценозы – важнейшая проблема теоретической и прикладной гидробиологии сегодня. В водоемы Балтийского моря с начала 19 века проникло 76 видов водных и околоводных видов животных и растений [1, с. 5]. Из 7 видов десятиногих раков (по 2 – креветок и крабов, 3 – речных раков), обитающих в водоемах Калининградской области сегодня, лишь 2 – аборигены; остальные виды – плоды случайной или намеренной акклиматизации. Изучаемые нами креветки рода *Palaemon* относятся к семейству Palaemonidae – лидеру по количеству инвазивных видов [2, с. 4]. Они играют заметную роль в трофических сетях водоемов разного типа, ряд из них – объекты промысла и марикультуры. Среди них высоко толерантный

вид *Palaemon elegans* (каменная креветка), впервые отмеченный в водах Калининградской области в 2000 г., теперь – массовый, встречается у морского побережья юго-восточной Балтики, в Куршском и Вислинском (Калининградском) заливах, в последнем часто доминирует на мелководьях. Активный детритофаг, важен в питании рыб; в целом, объект промысла и любительского лова, особенно в Азово-Черноморском бассейне. Занесен в список самых успешных инвазивных видов, в том числе, в Балтийском море [2, с. 5, 8, 12; 3, с. 151-163; 4, с. 237-255].

Всё это делает необходимым исследование популяционной биологии *P. elegans*, определение статуса его поселений в трех крупных водоемах области, создания основы биометрического паспорта вида, который нужен для точного его видовой идентификации, изучения закономерностей изменения и проявления у него новых признаков. Наличие паспорта для особей из разных частей ареала позволяет узнать всю совокупность вариации морфометрических признаков, помогает определить границы популяций и другие важные характеристики. Подобные исследования ранее не проводились. По морфометрии *P. elegans*, кроме измерений длины тела у особей в Вислинском заливе [5, с. 2; 6, с. 153; 7, с. 244], опубликованных данных нет.

Цель данной работы: изучение внутривидовой изменчивости таксономически важных пластических признаков *P. elegans*, анализ географической (региональной) и половой популяционной изменчивости биометрических данных, особенностей линейного роста вида из водоемов Калининградской области.

Материалы и методы

Материал для исследования видового разнообразия креветок палеомонов в водоемах области (24 пробы, 2498 особей) собран студентами ФГБОУ ВО «КГТУ» и авторами лично, в весенне-летние периоды десяти лет (таблица 1). Из него 297 особей (из 7 проб) (выделены в таблице 1 полужирным шрифтом) использованы для проведения сравнительно-морфологического анализа особей *P. elegans* из поселений водоемов области, изучения особенностей их линейного роста. Фиксация материала происходила 8 %-ным раствором формальдегида. Уточнение таксономического диагноза вида *P. elegans* из водоёмов области выполнено, опираясь на диагноз вида из определителя Буруковского Р.Н. [2, с. 14–17] и данные [8, с. 100]. Методика морфологического анализа оценивает 8 размерных параметров экзоскелета креветок, выбранных по [2, с. 14], как таксономически важные для идентификации вида *P. elegans* (рисунок 1).

Таблица 1

Материал

Дата сбора	Водоем	Глубина, м	Орудие лова	Количество особей
16.05., 30.06. 2006 07.07. 2008 , 12.06., 06.07.2009 01.07.2010 10.07.,11.07.2012, 04.07.2013	Вислинский залив (гидрогавань, п. Коса, Балтий- ская коса)	0,1-0,5	Гидробиологический сачок	1210 (201)
02-15.07.2015 , 30.06. , 12.07.2016				538 (33)
22.05.2018				92
27.06.2010 , 11.07.2014, 23.06.2015	Куршский залив (п. Рыбачий)	0,1-0,5		140 (21)
30.08.2009	Балтийское море (п. Куликово)	1-1,5	Креветочный трал	81
10.07. 2014 05.07. 2015	Балтийское море (п. Донское)	1-1,5	Гидробиологический сачок	106 (42)

2006-2015	Балтийское море, заливы Калинин- градской области	0,5-1		331
Итого				2498

Общая длина тела (ОД) измерялась от орбиты глаза до середины заднего края тельсона; длина карапакса (ДК) – от нижнего края орбиты глаза до середины заднего края карапакса, по спинной стороне; длина рострума – от конца рострума до орбиты глаза; длина клешни целиком переоподов 2, длина ее подвижного пальца, ее ладони, длина меруса и карпуса переоподов 2 измерялись, как показано на рисунке 1. Все измерения проводились с помощью окуляр-микрометра бинокля МБС-10 с точностью до 0,01 мм. У десятиногих раков пластические признаки часто сильно коррелируют между собой [9, с. 107], поэтому, в соответствии с рекомендациями [10, с. 15, 21] исходные значения таксономически важных признаков были пронормированы на длину карапакса или другой, сильно коррелирующий с ними размер элемента экзоскелета и переведены в индексы.

Рассчитаны коэффициенты перехода от пластических признаков к длине карапакса (как к наиболее точной размерной характеристике тела, используемой в экологических исследованиях декапод) и к общей длине тела (этот размерный показатель менее точен, но также используется исследователями биологии креветок).

Кроме того, оценивались строение рострума (количество зубчиков на нем, их распределение на его дорсальной и вентральной сторонах [8, с. 100; 11, с. 95-111], для каждой особи составлялась его формула (1):

$$x + y + \frac{z}{v} \quad (1)$$

где x – количество субапикальных зубцов; y – количество дорсальных зубцов, расположенных до заднего края орбиты глаза; z – количество дорсальных зубцов позади заднего края орбиты глаза; v – количество зубцов, расположенных на вентральной стороне рострума (рисунок 2).

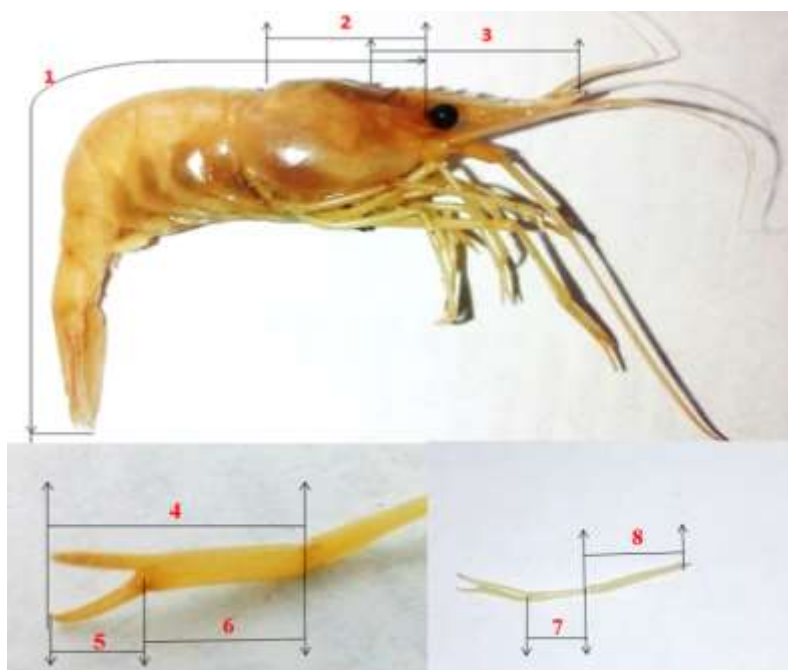


Рис. 1. Измерение структурных элементов экзоскелета *P. elegans*:

1 – общая длина тела; 2 – длина карапакса; 3 – длина рострума; 4 – длина клешни (проподуса) переоподов 2; 5 – длина подвижного пальца клешни (дактилуса); 6 – длина ладони клешни (мануса); 7 – длина карпуса переоподов 2; 8 – длина меруса переоподов 2 (ориг.)



Рис. 2. Обозначения зубов в формуле рострума креветки *Palaemon elegans* [2]

Проводился анализ качественных и количественных характеристик ряда таксономически значимых признаков вида *P. elegans*, рассчитывались коэффициенты перехода от них к длине карапакса (как к наиболее точной размерной характеристике тела, используемой в экологических исследованиях). Для изучения особенностей линейного роста креветок применена методика из работы [9, с. 115-119]. При изучении линейного роста использовано аллометрическое уравнение роста (2); при оценке силы связи между признаками – общепринятая шкала Чеддока.

$$y = Bx^2 \quad (2)$$

где a – коэффициент регрессии (удобный показатель аллометрии) [9, с. 116].

Оценка изменчивости морфометрических признаков, особенностей линейного роста у особей из разных водоемов области выполнены с применением стандартных статистических методов.

Результаты и обсуждение

Сравнительно-морфологический анализ 297 особей *P. elegans* из прибрежных поселений с юго-восточной Балтики, Куршского и Калининградского заливов позволил оценить важные таксономические признаки вида (формулу рострума (количества зубчиков на нем, их распределения на его дорсальной и вентральной сторонах), его размер, строение переоподов 2-ой пары) для уточнения видового диагноза *P. elegans* из поселений водоемов нашего региона.

Результаты анализа формулы рострума у особей *P. elegans* показаны в таблице 2. У 64,0 % особей на роструме было 9, у 30,1 % – 10, и только по 1,4 % особей имело по 7, 8 и 11 до дорсальных зубцов (включая субапикальные зубцы, которых было по 2 у 100 % креветок). Из дорсальных зубцов: примерно поровну креветок имели по 5 и по 6 зубцов до заднего края глазной орбиты, у единичных особей было здесь 4 и 3 зубца (4,8 %); подавляющее большинство (76,6 %) креветок несло 3 зубца за задним краем орбиты глаза, остальные несли здесь 2 и 1 зубца. У 97,8 % особей имелось 3 вентральных зубца, 4 – 0,9 %, 2 – у оставшихся. Результаты анализа размера рострума показаны в таблице 3.

Таблица 2

Формула рострума у *Palaemon elegans* из водоемов Калининградской области

Формула рострума	2+4+3/ 3	2+5+2/ 3	2+5+3/ 3	2+6+2/ 3	2+6+3/ 3	2+5+3/ 4	2+6+3/ 4	2+3+2/ 3	2+5+1/ 2
	46,2	17,8	28,9	4	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3

Таблица 3

Размер рострума у *Palaemon elegans* из водоемов Калининградской области

Размер рострума	Количество особей, %	Индекс Др/Дк (диапазон)	Индекс Др/Дк (среднее±станд. отклонение)
Длина рострума равна длине карапакса	1,6	1	–

Размер рострума	Количество особей, %	Индекс Др/Дк (диапазон)	Индекс Др/Дк (среднее±станд. отклонение)
Длина рострума меньше длины карапакса	85,9	0,34-0,99	0,82±0,14
Длина рострума больше длины карапакса	13,1	1,01-1,34	1,06±0,14

У большинства особей длина рострума была несколько меньше длины карапакса, однако, по средним значениям, обнаруженные различия между двумя группами индексов ($Dp/Dk < 1$) и ($Dp/Dk > 1$) не достоверны, что совпадает с диагнозом по этому признаку, данному [2, с. 14; 8, с. 100]: «длина рострума примерно равна длине карапакса».

У большинства особей *P. elegans* длина карпуса переоподов 2-ой пары была достоверно больше длины их меруса (таблица 4) и меньше длины их клешни, а длина пальца клешни (дактилуса) – меньше длины (редко – равна) ее ладони.

Таблица 4

Строение переоподов 2-ой пары у *P. elegans* из водоемов Калининградской области

Строение переоподов 2	Количество особей, %	Индексы (диапазон)	Индексы (среднее ± станд. отклонение)
Длина карпуса больше длины меруса	84,7	1,02-1,23	1,15±0,04
Длина карпуса меньше или равна длине меруса	15,3	0,87-0,98	0,94±0,08
Длина карпуса меньше или равна длине клешни	86,8	0,41-1,00	0,75±0,19
Длина карпуса больше длины клешни	13,1	1,03-1,50	1,15±0,19
Длина пальца клешни меньше или равна длине ее ладони	97,2	0,18-1,00	0,50±0,22
Длина пальца клешни больше длины ее ладони	2,8	1,06-1,55	1,26±0,24

Все эти результаты совпадают с данными признаками в диагнозе для *P. elegans* из водоемов бассейна Балтийского моря у побережья Германии [2, с. 14–17; 8, с. 100–102]: «Карпус переоподов 2 обычно длиннее меруса и короче клешни. Длина пальцев клешни заметно короче ее ладони».

Строение мандибул (верхних челюстей) – главный отличительный признак видового уровня у креветок рода *Palaemon*. Мандибулы у всех особей несли двухчленистый пальп, что точно идентифицировало их как *Palaemon elegans*.

Полученные нами биометрические данные позволяют уточнить таксономический диагноз для *Palaemon elegans* Rathke 1837 из водоемов бассейна Балтийского моря у побережья Калининградской области, данный изначально для поселений *P. elegans* из балтийских вод Германии [2, с. 14–17; 8, с. 100–102]: Рострум прямой или слегка изогнут вверх. Максимальная ширина его нижней пластины больше, чем верхней. Длина рострума меньше или примерно равна длине карапакса ($Dp/Dk = 0,34-1,34$; $0,86 \pm 0,15$), его дистальный конец, как правило, не заходит за дистальный край скафоцеритов, чаще всего раздвоен (несет 2 субапикальных зубца). Дорсальная сторона рострума несет 7–11 зубцов (вместе с субапикальными), обычно 9–10; из них 3 (редко 2, очень редко 1) зубца располагаются на карапаксе позади глазной орбиты (рисунок 3). Нижняя сторона рострума вооружена 3 (редко 4, очень редко 2) зубцами. Мандибулы с двухчленистым пальпом. В переоподах 2 карпус обычно длиннее меруса ($Dкар/Dмер$ в целом равен $0,7-3,3$; в среднем $1,5 \pm 0,04$) и у большинства особей несколько короче клешни ($Dкар/Dкл$ в целом равен $0,4-1,5$; в среднем составляет $0,8 \pm 0,18$ его длины). Длина дактилуса (подвижного пальца клешни) у большинства особей была заметно короче длины ладони клешни ($Dп.кл/Dл.кл$ в целом равен $0,18-1,55$; в среднем составляет $0,52 \pm 0,22$).

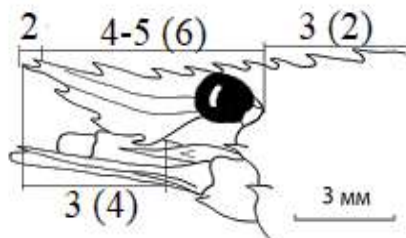


Рис. 3. Формула рострума креветки *P. elegans* из Калининградской области

Результаты морфометрического анализа семи таксономически важных элементов экзоскелета креветок *P. elegans* (таблица 5) легли в основу биометрического паспорта вида с водоемов бассейна юго-восточной Балтики.

Таблица 5

Морфометрия особей *Palaemon elegans* с водоемов бассейна юго-восточной Балтики
(SD – стандартное отклонение по выборке)

Морфометрия (размеры, индексы)	Минимальное значение	Максимальное значение	Среднее значение $\pm$ SD	Средний коэфф-т перехода к Дк	Средний коэфф-т перехода к ОД
Общая длина тела, мм	11,2	40,5	24,4 $\pm$ 5,9	0,4	-
Длина карапакса, мм	3,3	13,0	8,2 $\pm$ 1,9	-	2,8
Длина рострума, мм	3,3	10,5	6,9 $\pm$ 1,7	1,3	3,6
Длина клешни, мм	2,0	8,9	4,2 $\pm$ 1,2	2,1	5,9
Длина пальца клешни (дактилуса), мм	0,6	3,2	1,5 $\pm$ 0,5	6,9	18,9
Длина ладони клешни (мануса), мм	0,8	7,1	2,8 $\pm$ 0,9	3,3	9,0
Длина карпуса, мм	1,2	6,4	3,2 $\pm$ 0,7	2,8	7,6
Индекс Др/Дк	0,34	1,34	0,86 $\pm$ 0,14	-	-
Индекс Дкар/Дм	0,87	1,23	1,15 $\pm$ 0,04	-	-
Индекс Дкар/Дкл	0,41	1,50	0,80 $\pm$ 0,20	-	-
Индекс Дп.кл/Дл.кл	0,18	1,55	0,52 $\pm$ 0,22	-	-

Эти данные будут полезны исследователям биологии *P. elegans* и трофологам, исследующим питание рыб и других гидробионтов юго-восточной Балтики. В практическом значении это важно для промысловых видов, к которым, в целом, *P. elegans* тоже относится.

Данные для биометрического паспорта самцов и самок *P. elegans* в водоемах бассейна юго-восточной Балтики показаны в таблице 6. Достоверных отличий между сравниваемыми пластическими признаками у разнополых особей не обнаружено.

Таблица 6

Морфометрия самцов и самок *Palaemon elegans* с водоемов бассейна юго-восточной Балтики
(SD – стандартное отклонение по выборке)

Морфометрия	Минимальное значение		Максимальное значение		Среднее значение $\pm$ SD		Средний коэфф-т перехода к Дк		Средний коэфф-т перехода к ОД	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
Общая длина тела	12,8	11,8	36,1	40,5	24,4 $\pm$ 6,6	24,7 $\pm$ 6,7	0,3	0,3	-	-
Длина карапакса	4,0	3,3	13,0	12,6	8,2 $\pm$ 2,0	8,3 $\pm$ 2,0	-	-	3,0	3,0
Длина рострума	3,4	3,3	10,5	10,4	6,9 $\pm$ 1,8	7,0 $\pm$ 1,8	1,2	1,2	3,6	3,6
Длина клешни	2,0	2,3	8,9	6,9	3,86 $\pm$ 1,1	4,65 $\pm$ 1,2	2,1	2,1	5,9	5,9
Длина пальца	0,9	0,9	3,2	2,9	1,5 $\pm$ 0,5	1,5 $\pm$ 0,5	6,0	6,0	17,5	17,5

Морфометрия	Минимальное значение		Максимальное значение		Среднее значение $\pm$ SD		Средний коэф-т перехода к Дк		Средний коэф-т перехода к ОД	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
клешни										
Длина ладони клешни, мм	0,8	1,3	7,1	5,4	2,8 $\pm$ 0,9	2,9 $\pm$ 0,9	3,3	3,3	9,0	9,0
Длина карпуса	1,9	1,2	5,0	5,5	3,2 $\pm$ 0,7	3,4 $\pm$ 0,7	2,8	2,8	7,6	7,6
Индекс Др/Дк	0,34	0,45	1,94	1,09	0,86 $\pm$ 0,1	0,86 $\pm$ 0,1	-	-	-	-
Индекс Дкар/Дкл	0,41	0,40	1,50	1,30	0,80 $\pm$ 0,2	0,80 $\pm$ 0,2	-	-	-	-
Индекс Дп.кл/Дл.кл	0,16	0,14	0,60	0,60	0,32 $\pm$ 0,08	0,31 $\pm$ 0,1	-	-	-	-

Оценка внутривидовой дифференциации пластических признаков у креветок *P. elegans* из трех крупных водоемов области показала, что биометрические данные вида для особей с моря (42 экз.), Куршского (21 экз.) и Вислинского заливов (234 экз.) не имеют достоверных различий, что свидетельствует об их определённом единообразии (таблица 7).

Полученные данные позволяют в исследованиях, связанных с *P. elegans* с водоемов Калининградской области, использовать данные по биометрии вида в целом, безотносительно к полу креветки и водоемам ее вылова.

По морфометрическим данным поселения *P. elegans* из Куршского, Калининградского заливов, морского побережья юго-восточной Балтики можно считать частью одной популяции этого вида.

Полученные данные впервые характеризуют внутривидовую и половую популяционную изменчивость пластических признаков у креветок *P. elegans* из водоемов юго-восточной Балтики.

Учитывая, что анализируемые признаки таксономически важны для определения вида *Palaemon elegans* и они оказались единообразны, гипотетически можно предположить один источник интродукции – одну популяцию – донора вселенца *Palaemon elegans* в водоемы Калининградской области.

В целом, ОД креветок *P. elegans* составила 11,8-40,5 мм (24,4 $\pm$ 5,9 мм), ДК – 3,3-13,0 мм (8,2 $\pm$ 1,9 мм). При изучении аллометрии роста их экзоскелета оценивались изменения размеров четырех таксономически важных пластических признаков (длины рострума, клешни целиком, ладони клешни, длины карпуса клешненоносной ноги) относительно другого признака, выбранного в качестве стандарта (длины карапакса), исходя из литературных данных об их возможной у десятиногих ракообразных корреляции.

В таблицах 8-13 приведены коэффициенты уравнения простой аллометрии рассматриваемых размерных признаков по отношению к длине карапакса.

Оценка линейного роста таксономически важных структурных элементов экзоскелета у креветок *P. elegans* с водоемов области показала следующие результаты. Отмечена значительная корреляция роста рострума и остальной части карапакса, с отрицательной аллометрией. Рост члеников переоподов 2 (карпуса и клешни) средне связан с ростом карапакса, и он более изометричен, чем у рострума, особенно у ладони клешни.

Таблица 7

Морфометрия *P. elegans* с трех водоемов (КЗ – Куршский залив; ВЗ – Вислинский залив; БМ – Балтийское море)

Морфометрия	Мин. длина, мм			Макс. длина, мм			Средняя длина, $\pm$ SD			Средний коэф-нт перехода к ДК			Средний коэф-нт перехода к ОД		
	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ
Общая длина тела	12,8	11,2	14,6	31,8	40,5	30,6	22,2 $\pm$ 6,0	24,8 $\pm$ 6,9	25,5 $\pm$ 6,0	0,4	0,3	0,3	-	-	-
Длина карапакса	4,0	3,3	4,8	11,8	13,0	11,2	8,1 $\pm$ 1,9	8,1 $\pm$ 2,0	8,8 $\pm$ 1,0	-	-	-	2,8	3,1	2,9

Морфо-метрия	Мин. длина, мм			Макс. длина, мм			Средняя длина, $\pm SD$			Средний коэф-нт перехода к ДК			Средний коэф-нт перехода к ОД		
	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ	КЗ	ВЗ	БМ
Длина рострума	3,4	3,3	5,0	9,0	10,5	9,4	6,3 $\pm$ 1,6	$\pm$	7,0 $\pm$ 1,6	1,3	1,2	1,3	3,6	3,5	3,7
Длина клешни	2,0	2,0	2,5	8,9	8,5	7,1	3,9 $\pm$ 1,09	4,2 $\pm$ 1,14	4,6 $\pm$ 1,2	2,1	2,2	2,0	5,9	5,9	5,8
Длина пальца клешни	0,9	0,9	1,0	2,3	3,2	2,3	1,2 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,5	1,4 $\pm$ 0,5	7,1	5,5	6,5	19,4	16,4	19,1
Длина ладони клешни, мм	1,0	0,8	1,5	7,1	5,3	5,4	2,7 $\pm$ 0,9	2,8 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 1,0	3,3	3,4	2,9	9,1	9,2	8,7
Длина карпуса	1,2	2,0	2,0	5,0	5,5	4,5	3,0 $\pm$ 0,7	3,6 $\pm$ 0,9	3,2 $\pm$ 0,7	2,7	2,4	2,8	7,5	7,1	8,0
Индекс Др/Дк	0,11	0,14	0,63	1,13	1,34	4,5	0,8 $\pm$ 0,11	0,9 $\pm$ 0,14	2,2 $\pm$ 0,63	-	-	-	-	-	-
Индекс Дкар/Дм	0,37	0,36	0,34	3,0	3,3	2,5	1,64 $\pm$ 0,37	1,45 $\pm$ 0,36	1,46 $\pm$ 0,34	-	-	-	-	-	-
Индекс Дкар/Дкл	0,18	0,18	0,20	1,3	1,5	1,4	0,8 $\pm$ 0,18	0,8 $\pm$ 0,18	0,8 $\pm$ 0,20	-	-	-	-	-	-
Индекс Дп.кл/Дл.кл	0,10	0,09	0,06	0,60	0,60	0,45	0,3 $\pm$ 0,10	0,34 $\pm$ 0,09	0,32 $\pm$ 0,06	-	-	-	-	-	-

Таблица 8

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, *P. elegans*, водоемы бассейна юго-восточной Балтики

Признаки	В	<i>a</i> (коэфф. аллометрии)	<i>r</i> (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	1,404	0,76	0,77
Длина клешни (проподуса)	0,650	0,86	0,66
Длина ладони клешни (мануса)	0,434	0,998	0,63
Длина карпуса переоподов 2	0,794	0,68	0,62

Сравнение особенностей линейного роста исследуемых признаков у креветок с трёх водоемов (таблицы 11-13) показало наиболее достоверную связь роста карапакса и рострума, как это было отмечено для *P. elegans* области, безотносительно к водоёму вылова, и тоже везде – с отрицательной аллометрией.

Таблица 9

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, самцы *P. elegans*, водоемы бассейна юго-восточной Балтики

Признаки	В	<i>A</i> (коэфф. аллометрии)	<i>r</i> (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	1,436	0,72	0,67
Длина клешни (проподуса)	0,506	0,70	0,49
Длина ладони клешни	0,296	1,02	0,60
Длина карпуса переоподов 2	0,770	0,67	0,60

Таблица 10

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, самки *P. elegans*, водоемы бассейна юго-восточной Балтики

Признаки	B	a (коэфф. аллометрии)	r (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	1,496	0,74	0,83
Длина клешни (проподуса)	0,945	0,70	0,44
Длина ладони клешни (мануса)	0,402	0,92	0,49
Длина карпуса переоподов 2	0,799	0,68	0,61

Таблица 11

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, *P. elegans*, Куршский залив

Признаки	B	a (коэфф. аллометрии)	r (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	1,038	0,86	0,86
Длина клешни (проподуса)	0,807	0,75	0,62
Длина ладони клешни (мануса)	0,267	1,09	0,67
Длина карпуса переоподов 2	0,667	0,72	0,70

Таблица 12

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, *P. elegans*, Калининградский залив

Признаки	B	a (коэфф. аллометрии)	r (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	1,467	0,75	0,78
Длина клешни (проподуса)	0,669	0,62	0,43
Длина ладони клешни (мануса)	0,350	0,93	0,53
Длина карпуса переоподов 2	0,747	0,74	0,67

Таблица 13

Коэффициенты уравнения простой аллометрии, *P. elegans*, Балтийское море

Признаки	B	a (коэфф. аллометрии)	r (коэфф. корреляции Пирсона)
Длина рострума	2,035	0,56	0,54
Длина клешни (проподуса)	0,287	1,26	0,83
Длина ладони клешни (мануса)	0,113	1,51	0,83
Длина карпуса переоподов 2	2,546	0,11	0,12

Рост клешни, ее ладони у креветок средней силой (а, иногда, высокой: Балтика) коррелирует с ростом карапакса. При этом для клешни у особей с обоих заливов он близок к изометрическому, а у креветок с Балтийского моря отмечена положительная аллометрия по этому признаку, что необходимо проверить на большем материале.

Выраженной половой изменчивости линейного роста изучаемых признаков не выявлено (таблицы 9-10): наиболее сильная связь отмечена между ростом карапакса и рострума, с отрицательной аллометрией; связь роста карапакса с таковым других элементов экзоскелета – средней силы, при этом для ладони клешни у самцов отмечена изометрия роста в длину, для самок – слабая отрицательная аллометрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Olenin, S. Invasive aquatic species in the Baltic states // Klaipeda University. Coastal Research and Planning Institute. – Klaipeda: KUL, 2005. – 42 p.

2. Буруковский, Р. Н. Креветки рода *Palaemon* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) Европейских морей: определение видов: [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – / Р.Н. Буруковский. – Электронные данные. – Калининград: БГА РФ ФГБОУВО «КГТУ», 2017. – 1 эл. опт. диск (CD-R)
3. Leppäkoski, E., Olenin, S. Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea // *Biological Invasions*, 2000. – P. 151-163.
4. Leppäkoski E. Living in a sea of exotics - the Baltic case // *Aquatic Invasions in the Black, Caspian, and Mediterranean Seas*, 2004. – P. 237-255.
5. Цигвинцев С. В. О биологии креветки *Palaemon elegans* в водах Калининградского залива // Проблемы ихтиопатологии и гидробиологии. Первые шаги в науке: сб. магистр.и аспирант. науч. работ. Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – С. 180-201.
6. Буруковский Р.Н. О питании креветки *Palaemon elegans* Rathke 1837 (Decapoda, Palaemonidae) в Вислинском заливе // *Journal of Siberian Federal University. Biology*, 2012. – Vol. 2, № 5. – P. 151–159.
7. Ezhova, E. Population structure and reproduction of *Palaemon elegans* Rathke, 1837. (Decapoda: Caridea, Palaemonidae) in the South-Eastern Baltic // *Book of abstracts of the 7th Baltic Sea Scientific Congress*, August 17–21, 2009, Tallinn, Estonia. – Tallinn: Tallinn University of Technology, 2009. – P. 244.
8. Köhn, J. Gosselck, F. Bestimmungsschlüssel der Malacostraken der Ostsee // *Mitt. Zool. Mus. Berl.* Bd, 1989. – S. 3-144.
9. Клитин, А.К. Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов [Текст]: дисс. канд.биол.наук. Южно-Сахалинск, 2002. – 215 с.
10. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, – 1966. – 375 с.
11. D'Udekem d'Acoz, C., Faasse, M., Dumolin, E., De Blauwe, H. Occurrence of Asian shrimp *Palaemon macrodactylus* in the southern bight of the North Sea, with a key to the Palaemonidae of North-Western Europe (Crustacea: Decapoda: Caridea) // *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 2005. – Vol. 22. – P. 95-111.

SOME ASPECTS OF PALAEMON ELEGANS RATHKE 1837 POPULATION BIOLOGY (CRUSTACEA: DECAPODA: PALAEMONIDAE) FROM THE KALININGRAD REGION WATERS

Sudnik Svetlana Alexandrovna, Phd, associate professor of ichthyopathology
and hydrobiology Department;
Egorova Yuliya Evgenievna, student 15-WA/b

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: svetlana.sudnik@klgtu.ru, yulya_egorovaa@mail.ru

The results of a comprehensive analysis of the morphology and growth of shrimp Palaemon elegans from the settlements in the Kaliningrad region waters characterize them as part of one population. Comparative morphological analysis showed that the structure of mandibles was the main taxonomic feature in the identification of P. elegans. The taxonomic diagnosis of the species has been refined, taking into account its morphological population variability in waters of the region, the basis of biometric passport of the population of this region has been created, geographical and sexual population variability has been described, features of the linear growth of exoskeleton elements have been described

ОСОБЕННОСТИ ЗОО- И БАКТЕРИОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ЛЕБЕДЬ ЛЕТОМ 2017 ГОДА

Цыбалёва Галина Андреевна, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии,
канд. биол. наук, доцент;
Кузьмин Сергей Юрьевич, доцент кафедры ихтиопатологии и гидробиологии,
канд. биол. наук, доцент;
Авдеева Елена Витальевна, профессор кафедры ихтиопатологии и гидробиологии,
канд. биол. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: galina.tsybaleva@klgtu.ru, kuzmin_1958@mail.ru, elavd@mail.ru

В работе оценивается состояние воды озера Лебедь в 2017 году по гидробиологическим показателям: зоо- и бактериопланктона. Вычисленные количественные и трофические критерии характеризуют озеро как неустойчивую систему с пониженной трофностью. Выделены сильно загрязнённые участки озера: места рыболовства (пирс, район связи с заливом) и заболоченная территория

Введение

Озеро Лебедь, входя в озёрную систему природного комплекса национального парка «Куршская коса», является уникальным, единственным на юго-восточном побережье Балтики эоловым водоёмом [1]. Расположено оно на сорок четвёртом километре косы, вблизи Куршского залива, с которым соединяется протокой. Площадь зеркала составляет 3,1 га, максимальная глубина 1,3 м, длина 330 м, ширина 120 м [10].

Данная работа продолжает исследование озёр национального парка и включает материал по изучению озера Лебедь с 2007 года [7,8,9]. Особо актуален этот вопрос в связи со значительным зарастанием и заболоченностью озера в последние годы. В данной работе состояние воды оценивалось по гидробиологическим показателям зоо- и бактериопланктона.

Материал и методы исследования

Материал по зоопланктону отбирался вдоль побережья в июне, июле 2017 г. методом зачерпывания воды 10-литровым мерным сосудом над глубинами 0,5 – 1,0 м с последующим процеживанием через сеть Апштейна с ячейей 0,015 мм. На микробиологические исследования пробы отбирались на уровне 10-15 см от поверхности воды в стерильные стеклянные бутылки с плотно закрывающимися пробками. Обработка проб проводилась общепринятыми методами [3,4,5]. Материал включал 40 проб гидробионтов.

Результаты исследования

Видовой состав зоопланктона

По данным 2013 г. в озере было отмечено 57 таксонов (Табл. 1), из которых Rotatoria составляли 38%, Copepoda – 28%, Cladocera – 24%, прочие – 10% (Табл. 2). У коловраток доминировали аспланхны, у ветвистоусых раков – *B. longirostris* и *Scapholeberis mucronata*, у копепод – хищники р. *Acanthocyclops*.

Видовой состав зоопланктона озера Лебедь

Таксоны	По данным 2013 г.	По данным 2017 г.
Rotatoria		
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+
<i>As. sieboldi</i> (Leydig)	+	+
<i>Brahionus angularis</i> Gosse	+	+
<i>Br. calyciflorus</i> Pallas	+	+
<i>Br. quadridentatus</i> Hermak	+	+
<i>Br. diversicornis</i> Dadoy	+	+
<i>Br. urceus</i> (Linnaeus)	+	-
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	+	+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg	+	-
<i>S. stylata</i> Wierzejski	+	-
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson	+	-
<i>Conochylus unicornis</i> Rousselet	+	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	+	+
<i>Cephalobdella</i> sp.	+	-
<i>Epiphanes senta</i> (Muller)	+	-
<i>Keratella quadrata</i> (Muller)	+	-
<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	+	-
<i>K. c. testa</i>	+	+
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>luna</i> (Muller)	+	+
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Ymhot)	+	-
<i>Tricerca</i> (s.str.) <i>pucilla</i> (Lauterborn)	+	-
<i>T. (s.str.) capucina</i> (Wierzejski et Zacharias)	+	+
<i>Rotaria neptunia</i> Ehrenberg	-	+
Cladocera		
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Muller)	+	-
<i>A. rectangula</i> Sars	+	-
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Yurine)	+	-
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Muller)	+	-
<i>B. coregoni</i> Baird	+	+
<i>B. crassicornis</i> (P.L. Muller)	+	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Muller)	+	+
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Muller)	+	+
<i>D. cucullata</i> (Sars)	+	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	+	-
<i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz	+	-
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady	+	-
<i>Kurzia latissima</i> (Kurz)	+	-
<i>Sida cristallina</i> (O.F. Muller)	+	-
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Muller)	+	-
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Muller)	+	-
Copepoda		
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)	+	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	+	+
<i>Diacyclops languidoides</i> (Lilljeborg)	+	-
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	+	+
<i>E. macrurides</i> (Lilljeborg)	+	-
<i>E. macrurus</i> (Sars)	+	-
<i>E. lilljeborgi</i> (Sars)	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (clas)	+	+
<i>A. besetosus</i> (Rehberg)	+	+
<i>Cyclops vicinus</i> (Uljanian)	+	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)	+	-
<i>Termocyclops crassus</i> (Fischer)	+	+
<i>T. oithonoides</i> (Sars)	+	-

Таксоны	По данным 2013 г.	По данным 2017 г.
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg)	+	-
<i>Harpacticoida</i>	+	-
<i>Cirripedia</i> (Larve)	+	-
Прочие		
<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg	+	+
<i>Centropyxis discoides</i> Penard	+	-
<i>Diffugia corona</i> Wallich	+	-
<i>Plumatella fungosa</i> (Pall.)	+	+
<i>P. repens</i> (L.)	+	-

Таблица 2

**Структурные группы зоопланктона озера Лебедь (%) и их критерии
(в количествах видов)**

Группы зоопланктона	2013 г.	2017 г.
<i>Rotatoria</i>	38	46
<i>Cladocera</i>	24	18
<i>Copepoda</i>	28	28
Прочие	10	8
Структурные критерии		
<u>(Rotatoria+Cladocera) : Copepoda</u>	2,1	2,3
<i>Rotatoria</i> : A*	0,4	0,7

A* - *Cladocera* + *Copepoda* + *Rotatoria*

В 2017 г. Отмечено 28 таксонов, из которых *Rotatoria* составили 46%, *Cladocera* – 18%, *Copepoda* – 28%.

Доминировали коловратки *Br.calyciflorus*, *Br.diversicornis* и ветвистоусый рак - *Chydorus sphaericus*.

Как видно из таблиц, в озере в последний год понизилось видовое разнообразие, возрасла доля коловраток, уменьшилось разнообразие *Cladocera* с доминированием хидорусов, увеличилось значение коловраток (по структурным критериям), что характерно для эвтрофикации.

Известно, что в малых озёрах процесс эвтрофикации сопровождается накоплением минеральных осадков, ослабляется геохимическая роль органических веществ, ослабляется накопление биогенных элементов в толще воды [2]. Отсюда и снижение видового разнообразия, доминирование организмов менее требовательных к условиям обитания – хидорусов [11].

Таким образом, структурные характеристики видов зоопланктона в 2017 году свидетельствуют о нестабильности системы, характерной для загрязнённых вод.

Количественные и трофические структуры зоопланктона озера Лебедь в 2017 году

Количественные показатели зоопланктона в 2017 году сравнительно с 2013 годом значительно снижены и составили: численность – 73 тыс.экз/ м³ (уменьшение в 4 раза) и биомасса – 0,16 г/м³ (снижение в 15 раз). Соответственно, отношение численности коловраток к ракообразным и всему количеству зоопланктёров увеличилось в 4,5 раза и в 6,2 раза.

Для оценки состояния воды по станциям рассчитывали количественные и трофические показатели, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3

Структурные и трофические показатели зоопланктона озера Лебедь в 2017 г.

Показатели	Ст. 1 Западная (дюна Красная)	Ст. 2 Северная (заболоченная)	Ст. 3 Южная (пирс, заросли тростника)	Ст. 4 Восточная (протока в залив)
Численность (тыс.экз/ м ³)	99520	5460	124560	64120

Показатели	Ст. 1 Западная (дюна Красная)	Ст. 2 Северная (заболоченная)	Ст. 3 Южная (пирс, заросли тростника)	Ст. 4 Восточная (протока в залив)
Биомасса (мг/м ³)	395	26	146	82
Структура зоопланктона (%); прочие не указаны	R – 77; Cop – 18; Clad - 1	R – 77; Cop – 17; Clad - 5	R – 84; Cop – 12; Clad - 3	R – 96; Cop – 3; Clad – 0,5
Доминанты	p. <i>Brachionus</i> (90%); <i>Chydorus</i> , <i>B.coregoni</i>	p. <i>Brachionus</i> (91%); <i>Chydorus sphaericus</i>	p. <i>Brachionus</i> (90%); <i>Chydorus sphaericus</i>	p. <i>Brachionus</i> (91%); <i>Chydorus sphaericus</i>
Индекс сапробности	1,9	2,0	1,8	2,1
Коэффициент трофности	0,5	1,0	0,2	1,2
Общее количество сапрофитов (КОЕ/мл)	890	400	140	318
Характеристика бактерий	Кокковые 80%; Споровые 20% анаэробы	Беспоровые	БГКП анаэробы	Санитарно-значимые виды, основные - анаэробы
Состояние воды	Загрязненна	Сильно загрязненна	Сильно загрязненна	Сильно загрязненна

Как показывают вычисленные критерии, численность и биомасса были низкие (124-5 тыс.экз/ м³), что характерно для малокормных водоёмов.

В структуре зоопланктона первостепенную роль играли коловратки, составляя в среднем 84% численности, копеподы занимали вторую позицию – 13%, кладоцеры были незначительны – 3%.

В пробе доминировали 1-2 вида (*Brachionus calyciflorus*, *B.diversicornis*), составляя 90% всей численности зоопланктона. Доминировали у коловраток β-мезосапробы, а у кладоцер - *Chydorus sphaericus*, который является показателем дефицита бактерио- и фитопланктона (как кормовых объектов) и кислорода [11].

По показателям зоо- и бактериопланктона (коэффициент трофности и сапробности) вода характеризуется как β-мезосапробная, мезотрофная.

В целом эти критерии характеризуют водоём в 2017 году как неустойчивую систему с пониженной трофностью. Состояние воды было загрязнённое и сильно загрязнённое. Сильным загрязнением отличались районы пирса и рыболовства (ст.3,4). Здесь обнаружены бактерии группы кишечной палочки (БГКП), анаэробы, санитарно-значимые виды. Сильное загрязнение было и в районе заболоченности (ст.2), где было минимальное развитие зоопланктона. Заболоченность отрицательно влияет на развитие зоопланктона [6]. В этих районах происходит миграция минеральных элементов в подвижные формы. В осадках с гумусовыми кислотами формируются минералосодержащие соединения и вода лишается биогенных элементов [2, 11].

Заключение

В сравнении с 2013 г. в 2017 г. в озере Лебедь снизилось видовое разнообразие зоопланктона, снизилась его общая численность и биомасса, возросла роль коловраток, а из ветвистоусых раков отмечено доминирование хидорусов. Обнаружены бактерии группы кишечной палочки, анаэробы, санитарно-значимые виды. Структурные характеристики планктона свидетельствуют о нестабильности системы, характерной для загрязнённых вод. Вода характеризуется как β-мезосапробная и мезотрофная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырев В.Л. Проблемы сохранения и обустройства берегов Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Вып. 3 / сост. О.В. Рыльков, И.П. Болдырева. - РГУ им. И. Канта. - Калининград, 2005. - С. 29-37.
2. Кольцов А.Б. Изменения донных отложений // Антропогенное воздействие на малые озёра. - Ленинград: Наука, 1980. - С. 96-108.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция / под. ред. А.А. Салазкина, М.Б. Ивановой, В.А. Огородниковой. - Л.: ГосНИИ озёрного и речного рыбного хозяйства, 1984.
4. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. - М.: Медицина, 2004.
5. Определитель бактерий Берджи / под ред. Дж. Хоулта. - М.: Мир, 1997. - Т.1.
6. Салазкин А.А. Основные типы озёр гумидной зоны СССР и их биолого-продукционная характеристика // Изв.ГосНИОРХ. – Ленинград. – 1976. – Т. 108.
7. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю. Зоопланктон дюнных озёр Куршской косы // Гидробиология и ихтиология: сб. научн. тр., посвящённый 120-летию со дня рождения Н.С. Гаевской. - КГТУ. - Калининград, 2009. - С. 124-131.
8. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю. Зоопланктон озера Лебедь Куршской косы // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Вып. 7. - Калининград: изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. - С.117 -124.
9. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю. Структурные показатели зоопланктона озёр национального парка «Куршская коса». // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Вып. 11. - Калининград: изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. - С.60 -69.
10. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Рыльков О.В. Зоопланктон озера Изумруд в национальном парке «Куршская коса» // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Вып. 12. - Калининград: изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. - С.148 -157.
11. Цыбалёва Г.А., Кузьмин С.Ю., Авдеева Е.В. Характеристика зоопланктона западного побережья Куршской косы в районах антропогенного воздействия // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Вып. 14. - Калининград: изд-во БФУ им. И. Канта, 2018. - С.49 -58.
12. Rashid M.A. Absorption of metals and sedimentary fnd peat humic acids. - Chem.Ged., 1974. - Vol. 13, № 2, P. 115-123.

FEATURES OF ZOO - AND BACTERIOPLANKTON OF SWAN LAKE IN SUMMER 2017

Tsibaliyova Galina Andreevna, associated professor, associated professor of department of ichtiopatology and hydrobiology, Doctor of Philosophy;
Kuzmin Sergei Jurievich, associated professor, associated professor of department of ichtiopatology and hydrobiology, Doctor of Philosophy;
Avdeeva Elena Vitaljevna, professor, professor of department of ichtiopatology and hydrobiology, Doctor of Philosophy

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: galina.tsybaleva@klgtu.ru, kuzmin_1958@mail.ru, elavd@mail.ru

The paper assesses the state of water in Swan lake in 2017 by hydrobiological indicators: zoo - and bacterioplankton. The calculated quantitative and trophic criteria characterize the lake as an unstable system with reduced trophic capacity. Dedicated highly contaminated areas of the lake: the place of fishing (pier, district connection with the Bay) and marshy area

УДК 504(470.26)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Шибаета Мария Николаевна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Ихтиологии и экологии»;
Кривопускова Екатерина Владимировна, ведущий инженер кафедры
«Ихтиологии и экологии»

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: msh@klgtu.ru, katekrivopuskova@gmail.com

В статье проанализированы данные летних исследований зоопланктонного сообщества озера Виштынецкого по результатам мониторинга в 2014-2017 гг. Зоопланктон прибрежной части озера представлен 58 видами, принадлежащими к трем основным группам. Численность и биомасса отдельных видов зоопланктона в литорали озера Виштынецкого изменялась в широких пределах, от нескольких экземпляров – до 4 тыс. экз./м³ и от 0,001 – до 126 мг/м³ соответственно. Согласно классификации трофности водоемов по средней биомассе зоопланктона литораль озера Виштынецкого относится к β -олиготрофной стадии эвтрофирования

Озеро Виштынецкое представляет собой уникальную для Калининградской области водную экосистему. Оно отличается от других пресноводных водоемов своими размерами, морфометрическими особенностями (большие перепады глубин, наличие двух котловин, разделенных между собой поднятием дна, наличие небольшой мелководной части (всего 24 %)). Эти особенности формируют различные биотопы, в том числе и в прибрежной части озера. Как правило в прибрежной части озер формируются наиболее благоприятные условия для существования гидробиоценозов, в особенности на заросших, защищенных от волнений, участках [1].

Долгое время озеро Виштынецкое сохраняло свой природный статус олиготрофного с чертами мезотрофности водоема. Повышенная трофность (мезотрофия) отмечалась только в районе Утинового залива, Тихой бухты и точечно в местах населенных пунктов и туристических баз [2, 3].

В настоящее время озеро Виштынецкое подвергается значительной рекреационной нагрузке [4], что оказывает влияние на экосистему озера, особенно на его литораль. В последние несколько лет, кроме того, наблюдается значительное сокращение поступления воды в озеро, что отражается на его уровне и степени проточности, поэтому идет изменения гидробиологических сообществ, в том числе и зоопланктона. Снижение уровня озера способствует увеличению его трофического статуса, как это отмечалось в последние несколько лет по гидрохимическим показателям [5], особенно это заметно в прибрежной части водоема.

Важную роль при оценке экологического состояния водоема играют изменения фоновых показателей, наблюдавшиеся в предшествующие годы исследования с учетом возросшей антропогенной нагрузки.

Наряду с возросшей рекреационной нагрузкой на развитие зоопланктонного комплекса озера, оказывают влияние естественный ход изменений гидрохимического и гидрологического режимов. Это нашло отражение на его видовом составе, структуре и количественных показателях. Следовательно, как составляющая экосистемы, зоопланктон оз. Виштынецкого может служить хорошим индикатором экологического состояния озера.

Гидрохимический режим подвержен более частой смене составляющих, по сравнению с изменениями в зоопланктоне, поэтому зоопланктонное сообщество имеет некоторое преимущество при оценке трофического статуса водоема.

Целью настоящей работы было определение экологического состояния озера Виштынецкого по организмам зоопланктона, с применением различных сапробиологических индексов.

Материалом для настоящей работы послужили пробы, собранные в летний период с 2014 по 2017 гг. во время комплексного экологического мониторинга, проводимого кафедрой «Ихтиологии и экологии». Для наиболее адекватной оценки экологического состояния прибрежной части российской акватории озера Виштынецкого, из общей сетки станций были выделены мониторинговые точки (рисунок 1а).

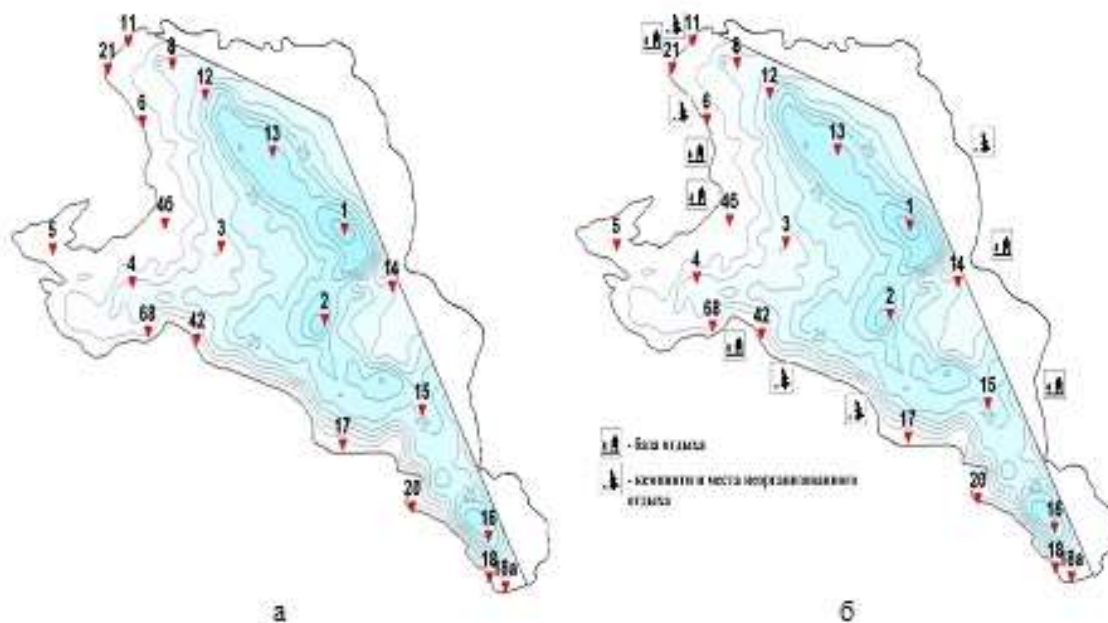


Рис. 1. Схема расположения станций для ведения мониторинга в российской части акватории озера Виштынецкого: а – общая схема мониторинговой сети; б – общая мониторинговая сетка станций с указанием точек рекреационной нагрузки

Сетка прибрежных станций была распределена таким образом, чтобы отразить все особенности экосистемы этой части озера, в том числе с учетом антропогенной нагрузки (рисунок 1б) на его отдельные точки:

- ст. 11 – исток р. Писсы; в прибрежной части располагается «неорганизованная» зона пляжного отдыха (в благоприятные погодные условия в день тут находится в среднем до 30 человек);
- ст. 21 – располагается на против базы отдыха МариНПО, где одновременно могут разместиться до 50 чел;
- ст. 6 – производился контроль качества воды в непосредственной близости к неорганизованному месту кемпинга в районе гостевого дома «Виштынец»;
- ст. 4 – контроль за качеством воды в районе воздействия базы отдыха «Виштынец» и детского лагеря «Жемчужина»;
- ст. 5 – вход в Утиный залив, зарослевый участок озера, в пределах которого с начала 80-х годов отмечается тенденция к повышению трофического статуса;
- ст. 68 и ст. 42 – осуществляется контроль качества в районе базы отдыха ЮЭС (ст. 42) и место кемпинга (ст. 68);
- ст. 17 и ст. 20 – фоновые, данные станции располагаются на удалении от всех возможных источников антропогенной нагрузки в труднодоступной местности;
- ст. 18 и 18а – приграничные станции, располагаются в районе впадения р. Черницы.

Места отбора проб располагались на глубине 1,5-2 м на удалении 3-4 метров от берега. Пробы были собраны и обработаны на основе общепринятых методик [6]. Пробы зоопланктона собирались средней моделью сети Джели с диаметром входного отверстия 0,26 м, которые затем фиксировались 40% формалином. Идентификация организмов проведена с использованием соответствующих определителей. [7,8,9].

В первую очередь для оценки экологического состояния были использованы количественные показатели зоопланктона, отражающие его структуру.

Видовое богатство зоопланктонного сообщества оценивалось на основе данных о численности всех обнаруженных видов по индексам Маргалефа (отражает плотность видов, или видовое богатство, на определённой территории), Симпсона (позволяет оценить α -разнообразие, однако он очень чувствителен к присутствию наиболее обычных видов, но слабо зависит от видового богатства) и Шеннона. Индекс разнообразия Шеннона [6] наиболее часто используется для характеристики структурных особенностей гидробиологических сообществ. Рассчитан также индекс доминирования Папия-Ковнацки, учитывающий не только численность или биомассу вида, но и его встречаемость, что позволяет не завышать роль вида, единично встретившегося, но имеющего большую биомассу.

Зоопланктон прибрежной части озера Виштынецкого представлен 58 видами [10], которые принадлежат трем основным группам: типу Rotifera (14), подклассу Copepoda (24), подотряду Cladocera (20) (рисунок 2).

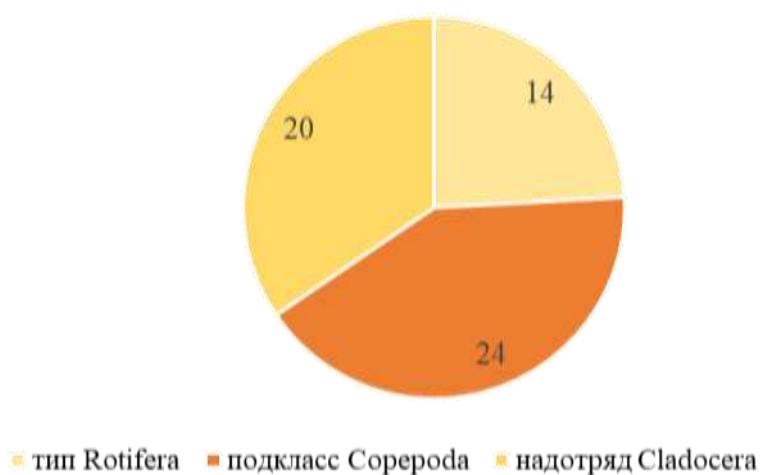


Рис. 2. Видовая структура зоопланктона прибрежной части озера Виштынецкого

Наибольшим разнообразием отличался подкласс *Copepoda*, внутри которого высокой численностью видов отличался отряд *Cyclopoida* (16 видов). Основу доминирующего комплекса веслоногих ракообразных прибрежной части озера составляют следующие виды: *Thermocyclops oithonoides* (Sars G.O., 1863), *Cyclops scutifer* (Sars G.O., 1863), *Eudiaptomus graciloides* (Lillijeborg, 1888) и *Heteroscope appendiculata* (Sars, 1863). Наибольшее количество видов было обнаружено на северных станциях 6 и 46, для которых характерна высокая степень развития высшей водной растительности.

Среди ветвистоусых можно выделить три доминирующих по численности и по биомассе вида: *Daphnia cucullata* (Sars G.O., 1862), *Eubosmina coregoni* (Baird, 1857) и *Bosmina longirostris* (Leydig, 1860). В области литорали преобладали мирные виды (виды-фильтраторы), которые составляют руководящий комплекс зоопланктона озера, но присутствовали также и хищные виды - *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) и *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761).

По акватории озера ветвистоусые ракообразные были распределены следующим образом: наибольшим видовым разнообразием отличаются станции находятся на участке отличающимся минимальным влиянием продольно-осевой циркуляции в озере Виштынецком (ст. 68 и ст. 5, располагающиеся в Тихой бухте и Утином заливе).

Среди коловраток по численности и биомассе среди которых преобладают *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), *Conochilus hippocrepsis* (Schränk, 1803), *Conochilus unicornis* (Rousselet,

1892) и *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879). Наименьшим видовым разнообразием отличается самая южная станция (ст. 18а), где обнаружено всего лишь два вида коловраток. С продвижением на север видовое разнообразие коловраток постепенно увеличивалось.

Почти все идентифицированные виды зоопланктона, найденные в прибрежной части озера Виштынецкого относятся к широко распространённому евроазиатскому фаунистическому комплексу, наряду с которыми были отмечены неревизованные широко распространённые виды [11]. Кроме того, в зоопланктоне водоема присутствует циркумарктический вид - *Kellicottia longispina*.

Видовое разнообразие зоопланктона является первой ступенью для оценки экологического водоема. Так значение индекса Симпсона (0,1), что указывает на высокое разнообразие зоопланктона в области литорали и отсутствие доминирования между отдельными видами.

Значение индекса видового разнообразия Маргалефа (5,67) соответствует высокому уровню видового богатства зоопланктонного сообщества литорали озера Виштынецкого, что вызвано присутствием большого разнообразия абиотических условий в прибрежной зоне.

Индекс Шеннона (3,26) указывает на среднюю степень сложности структуры зоопланктонного сообщества, удовлетворительный уровень его развития и олиготрофной состояние прибрежной части озера Виштынецкого. Учитывая, что индекс Шеннона может принимать низкое значение как для загрязненных, так и для относительно чистых вод, в качестве единичного критерия качества воды он не может быть использован.

По значению индекса доминирования Паля-Ковнацки большинство видов является второстепенными, в том числе и субдоминанты, поскольку их индекс также близок к второстепенным (*Thermocyclops oithonoides*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*, *Conochilus hippocrepis*, *Kellicottia longispina* и некоторые другие).

При достаточно высоком разнообразии зоопланктона в области литорали основу численности и биомассы его формировали всего несколько видов. К их числу относятся: ветвистоусые ракообразные *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*, *Eubosmina coregoni*, веслоногие *Cyclops scutifer*, *Cyclops kolensis* и *Thermocyclops oithonoides*.

Основу численности и биомассы зоопланктонного сообщества составляют представители надотряда *Cladocera* (41% и 60% соответственно) (рисунок 3). Среди них по численности лидируют *Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris* и *Eubosmina coregoni*, и которые составляют основу кормовой базы для популяции европейской ряпушки [12].

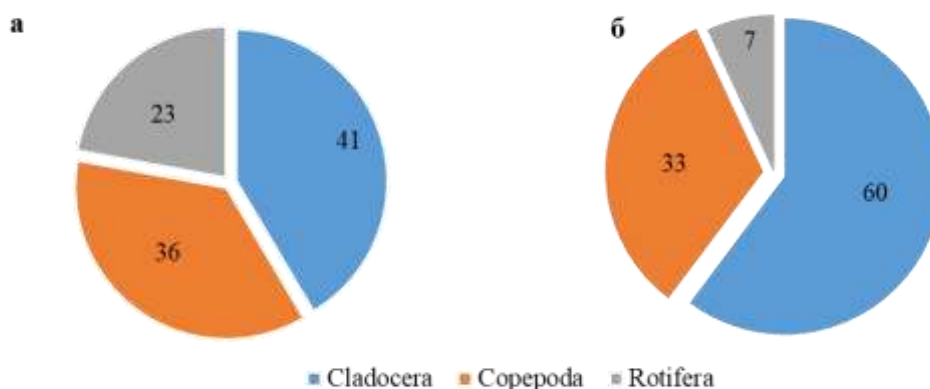


Рис. 3. Структура зоопланктонного сообщества прибрежной части озера Виштынецкого:
а- по численности, %; б – по биомассе, %

Второй по обилию группой являются веслоногие ракообразные (36%). Среди веслоногих ракообразных по численности и по биомассе доминирующие виды были не одинаковы, так по численности преобладали представители отряда *Cyclopoida*: *Thermocyclops oithonoides*, копепоидные и науплиальные формы. По биомассе доминирующую позицию закономерно занимают крупные формы подкласса *Copepoda*: *Eudiaptomus graciloides*, *Hetercope appendiculata*, а также представители рода *Megacyclops*, которые формировали до 60% от всей биомассы веслоногих ракообразных в зоопланктонном сообществе прибрежной части озера Виштынецкого.

Среди коловраток по численности преобладают колониальные формы рода *Conochilus*, а также, а также представитель циркумарктического фаунистического комплекса - *Kellicottia longispina*, составляющие до 82% от всей численности данной группы. По биомассе среди коловраток преобладают хищные формы: *Asplanchna priodonta* и *Asplanchna herricki* (Guerne, 1888), а также представители рода *Conochilus*.

Концентрация отдельных представителей зоопланктона прибрежной части озера Виштынецкого за время исследований изменялась в широких пределах, от нескольких экземпляров до 4 тыс. экз./м³, диапазон изменения биомассы менее широк - от 0,001 до 126 мг/м³.

Согласно данным предыдущих исследований по численности и биомассе в зоопланктонном сообществе прибрежной части озера Виштынецкого преобладали веслоногие ракообразные, а средние значения суммарной численности и биомассы зоопланктона не превышали 21 тыс. экз/м³ и 0,092 г/м³ соответственно [13]. Настоящие исследования показали увеличение общей средней биомассы зоопланктона в литорали почти в шесть раз, при незначительном увеличении общей средней численности (до 23 тыс. экз/м³), что является свидетельством начавшейся перестройки в структуре зоопланктона, и возрастание трофности.

Согласно классификации трофического состояния водоемов [14], по уровню усредненного значения биомассы зоопланктона, литораль озера Виштынецкого можно отнести к β -олиготрофному уровню, что на порядок выше его предшествующего природного состояния.

По результатам расчета структурных показателей (соотношение B_{Cycl}/B_{Cal} и N_{Cla}/N_{Cycl}) зоопланктонного сообщества, прибрежную зону озера можно оценить как мезотрофную, а по другим индексам, в том числе и показателю трофии (E/O), как олиготрофную.

Среди возможных причин изменения трофического статуса водоема могут быть названы возросшая антропогенная нагрузка, значительное снижение уровня озера, а также погодные условия, способствующие изменению температурного режима.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Столбунова В. Н. Особенности зоопланктона мелководий верхневолжских водохранилищ и условия его существования // Сборник научных трудов «Зооценозы водоемов бассейна верхней волги в условиях антропогенного воздействия». – СПб.: Гидрометеиздат, 1993. - С. 20-38.
2. Берникова Т.А. Многолетние изменения содержания органических веществ в воде как показатель трофического уровня озера Виштынецкого / Т. А. Берникова, Н. Н. Нагорнова, Н. А. Цупикова // Известия Калининградского государственного технического университета – Калининград: ФГБОУ ВО КГТУ, 2013. - № 28. - С. 70-78
3. Масюткина Е.А. Оценка экологического состояния оз. Виштынецкого с применением различных гидробиологических индексов // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – Калининград: БФУ им. Канта, 2014.- Вып. 7 – С. 66-76
4. Кривоpusкова Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние российской прибрежной части акватории озера Виштынецкого в летний период. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20-22 марта 2018)/ ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. - С. 50-54.
5. Кривоpusкова Е.В., Берникова Т.А., Агаркова Т.С. Оценка экологического состояния озера Виштынецкого (Калининградская область) по гидрохимическим показателям // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция. Труды. - Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2017. – С. 192-197
6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А. Абакумова – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
7. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР / Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 512 с.

8. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина: в 2 т. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – Т.1. Зоопланктон. – 495 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С. Я. Цалолихина: в 6 т. – СПб.: Наука, 2004. – 512 с.
10. Кривоpusкова Е.В., Шибаева М.Н. Видовой состав зоопланктона озера Виштынецкого в летний сезон // «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» IV Балтийский морской форум. Всероссийская международная конференция. Труды. Т.3 - Калининград: ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет». - 2018. - С. 226-232
11. Котов А. А. Фаунистические комплексы Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) Восточной Сибири и Дальнего Востока России / А. А. Котов // Зоол. журн., 2016. – Т. 95, № 7. – С. 748–768.
12. Кривоpusкова Е.В., Мычкова А.В., Шибаев С.В., Соколов А. В Характеристика питания европейской ряпушки озера Виштынецкого в периоды с различной интенсивностью потребления пищи. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля 2017): в 2 ч./ ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. – Ч I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 125-129.
13. Семенова А.С. Разработка региональной классификации для оценки качества воды водоемов и водотоков Калининградской области с использованием показателей зоопланктона // Вода: химия и экология, 2012. – № 6. – С. 61-69.
14. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С. П. Китаев; Карельский науч. центр Российской акад. наук, Ин-т биологии. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. – 394 с.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE COASTAL PART OF LAKE VISHTINETSKY BY HYDROBIOLOGICAL INDICATORS

Shibaeva Maria Nikolaevna, Ph.D. biol. Sciences, Associate Professor of the Department of Ichthyology and Ecology;

Krivopuskova Ekaterina Vladimirovna, Leading Engineer of the Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, e-mail: msh@klgtu.ru, katekrivopuskova@gmail.com

The article analyzes the data of summer monitoring studies of the zooplankton community of Lake Vishtynetskoye in 2014-2017. 58 taxonomic groups belonging to three groups represent zooplankton of the coastal part of Lake Vishtynetskoye. The concentration of zooplankton in the coastal part of Lake Vishtynetskoye varied widely, from several specimens to 4 thousand ind./m³, the range of biomass changes was less wide - from 0.001 to 126 mg/m³. According to the classification proposed by S.P. Kitaev and other indices, this section of Lake Vishtynetsky can be attributed to oligotrophic reservoirs, as well as according to the Shannon index. However, compared with the data of previous studies, there is a tendency to increase trophic status

УДК 504.054

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ФОСФОРА В ОЗЕРЕ ВИШТЫНЕЦКОМ В НАЧАЛЕ РЕКРЕАЦИОННОГО СЕЗОНА

Кривоpusкова Екатерина Владимировна, ведущий инженер кафедры
«Ихтиологии и экологии»;

Берникова Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, профессор кафедры
«Ихтиологии и экологии»

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: katekrivopuskova@gmail.com, bernikovy@gmail.com

В работе представлены результаты определения содержания общего фосфора в озере Виштынецком в начале рекреационного сезона 2016-2017 гг., проводимого в рамках ежегодного экологического мониторинга. Концентрация общего фосфора по акватории озера в рассматриваемый период сильно менялась. Однако общая тенденция, неоднократно отмечаемая нами и ранее, оставалась примерно одинаковой

Водоемы как аккумулирующие системы могут отражать особенности функционирования природных и антропогенных комплексов на их водосборах, что приобретает особое значение в условиях ускоряющихся темпов антропогенной модификации природных экосистем и увеличения источников и объемов поступления в них органических и биогенных веществ. Необходимо также учитывать, что чрезмерное накопление биологически активных веществ, таких как различные формы азота и фосфора, приводят к эвтрофированию водных объектов [1].

Следует отметить также, что при кратковременных наблюдениях высокие концентрации минеральных соединений фосфора часто могут быть не обнаружены из-за быстрого поглощения их фитопланктоном, поэтому при оценке степени эвтрофикации водоема, необходимо в первую очередь анализировать содержание в воде общего фосфора.

В последнее десятилетие увеличивающаяся антропогенная нагрузка на водные экосистемы вызывает ускорение темпов эвтрофикации, что в свою очередь приводит к ухудшению экологического состояния водоема и его трансформации. Увеличение объемов поступающего органического вещества и биогенных элементов вызывает изменения на первых уровнях трофической цепи водного объекта, тем самым стимулируя рост биомассы фитопланктонного сообщества в водной экосистеме.

Озеро Виштынецкое – уникальная водная экосистема на территории Калининградской области, в пределах водосборного бассейна которого основным источником загрязнения водоема является рекреационная нагрузка, поскольку промышленное производство фактически отсутствует [2], а объемы поступления биогенных элементов с сельскохозяйственных полей, которые в основном располагаются на польской части водосборного бассейна [3], определяются стоком р. Черницы и Визжайны, который в последние несколько лет сильно сократился.

Естественная фосфорная нагрузка с водосборной площади озера, рассчитанная по формуле Г.Т. Фурмана и Е.Н. Степановой (2009), составляет 0,012 т/км² в год [4], что свидетельствует о достаточно низком влиянии естественных экосистем водосбора в целом. Следовательно, одним из ведущих факторов эвтрофирования водоема может оказаться высокая антропогенная нагрузка. В связи с этим следует отметить, что в последние годы в прибрежной части озера активно реализуется региональная программа развития туризма, что не может не привести к возрастанию влияния

хозяйственной деятельности человека за счет увеличения количества отдыхающих. При этом неконтролируемо увеличивается доля неорганизованного туристического потока (составляют до 70% от всего туристического потока). Так, за летний период на побережье озера отдыхает «диким» способом до 10 тыс. человек (ориентировочно), что дополнительно привносит еще около 100 кг общего фосфора [5]. Основным источником общего фосфора в настоящее время остаются естественные процессы, однако из-за увеличения рекреационной привлекательности озера доля антропогенных источников в общем объеме поступающего фосфора закономерно увеличивается [3,4].

Целью работы является оценка содержания общего фосфора в поверхностном слое российской части акватории озера Виштынецкого до пиковой рекреационной нагрузки, приходящейся на начало июля-август.

Материалом для выполнения работы послужили данные, полученные в рамках комплексных мониторинговых исследований, выполненных кафедрой «Ихтиологии и экологии» в июне-июле 2016 и 2017 гг. Пробы воды для гидрохимического анализа отбирались в последнюю неделю июня в поверхностном слое на двадцати одной станции. Большинство станций располагалось в прибрежной части озера, в районах возможного влияния рекреационной деятельности (ст. 42, 17, 68, 5, 46, 6, 21 и 11). Глубина этих станций не превышала 2 м, точки отбора проб располагались на расстоянии 2-5 метров от берега в зависимости от уровня воды и степени зарастания прибрежной акватории высшей водной растительностью (рисунок 1).



Рис. 1. Схема расположения станций на озере Виштынецком в 2016-2017 гг.

Одновременно измерялись температура и электропроводность воды, pH и концентрация растворенного кислорода.

Для оценки влияния притока воды с водосборного бассейна отбирались пробы у устья реки Черницы (ст. 18) и на некотором удалении от него (ст. 18a). Кроме прибрежных, исследовались глубоководные станции вблизи российско-литовской границы (ст. 16, 14, 1, 12, 8).

Пробы для оценки концентрации общего фосфора обрабатывались в полевой лаборатории согласно методике, предложенной в ПНД Ф 14.1:2.106-97 [6]. Карты распределения концентрации общего фосфора построены при помощи программы Surfer (рисунок 2).

Экосистема озера Виштынецкого аккумулирует все формы фосфора как поступающие извне, так и продуцируемые внутри нее. Фосфор относится к числу биогенных элементов, которые влияют на скорость продукционных процессов в водоеме.

Как известно, содержание общего фосфора в подповерхностном слое зависит от множества различных факторов, таких как погодные условия в вегетационный период, температура воды, а также интенсивность хозяйственной деятельности человека. Поэтому лишь многолетние данные, собранные в идентичные периоды, могут дать полноценную картину экологического состояния водоема.

Концентрация общего фосфора по акватории озера в рассматриваемый период сильно менялась (рисунок 2).

В то же время, общая тенденция, неоднократно отмечаемая нами и ранее, например, в [7,8], оставалась примерно одинаковой. Максимальные значения, как всегда, наблюдалось в самой южной части озера на станциях 15 (2016 г. – 0,087 мг/дм³, 2017 г. – 0,042 мг/дм³) и 16 (2016 г. – 0,040 мг/дм³, 2017 г. – 0,050 мг/дм³). Повышенное количество фосфор по-прежнему было на крайнем северо-западе в районе баз отдыха на ст.6 (2016 г. – 0,068 мг/дм³, 2017 г. – 0,049 мг/дм³) и ст. 4б (2016 г. – 0,045 мг/дм³, 2017 г. – 0,087 мг/дм³).

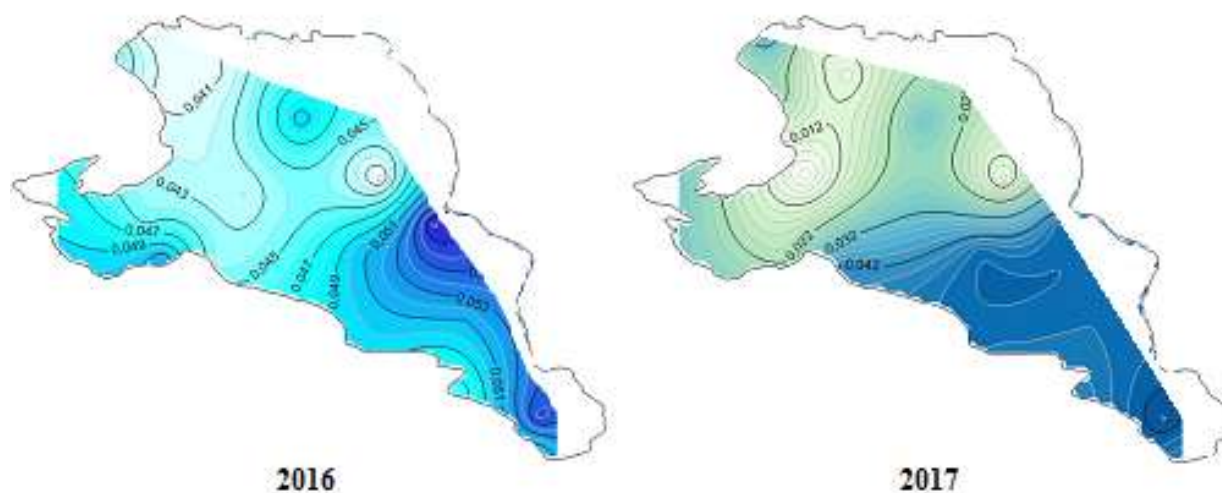


Рис. 2. Распределение концентрации общего фосфора (мг/дм³) в поверхностном слое в июне 2016-17 гг.

Достаточно много фосфора содержалось, как и прежде. Тихой бухте на ст.5 (2016 г. – 0,113 мг/дм³, 2017 г. – 0,057 мг/дм³). Хорошо просматривались затоки с более высокой концентрацией фосфора от пос. Виштитис и со стороны баз отдыха, расположенных в южной половине озера, в том числе, расположенных на литовском берегу. Последнее наиболее ярко проявилось в 2016 г., когда заток с максимальной концентрацией (ст. 15 – 0,087 мг/дм³), распространялся от ручья Лесного, протекающего через кемпинг восточно-юго-восточного берегу. В 2017 г. загрязнение, распространявшееся в этом районе с российской и литовской сторон, сомкнулись. Менее загрязненной оставалась центральная, самая широкая часть озера, наиболее удаленная от основных источников поступления фосфора (концентрация фосфора менее - 0,030 мг/дм³).

В целом, общее содержание фосфора в 2016 г. было почти в два раза выше, чем в 2017 г. Это в какой-то мере можно объяснить более высоким температурным фоном (рисунок 3), что могло ускорить регенерацию фосфора и увеличит приток туристов.

Следует добавить, что одним из «видимых» показателей возрастания антропогенной нагрузки на озеро является увеличение частоты случаев «цветения» воды. Так, еще в начале 2010-х гг. бурное развитие фитопланктона отмечалось только в прибрежной зоне литовской части акватории [9], тогда как в настоящее время «цветение» наблюдается уже на всей его акватории. Наиболее интенсивное развитие фитопланктона происходит в северной части озера, особенно вблизи истока реки Писсы, куда в соответствии с характером проточности [7] сносится вода, со всей акватории озера, при этом она задерживается в узкости перед [3].

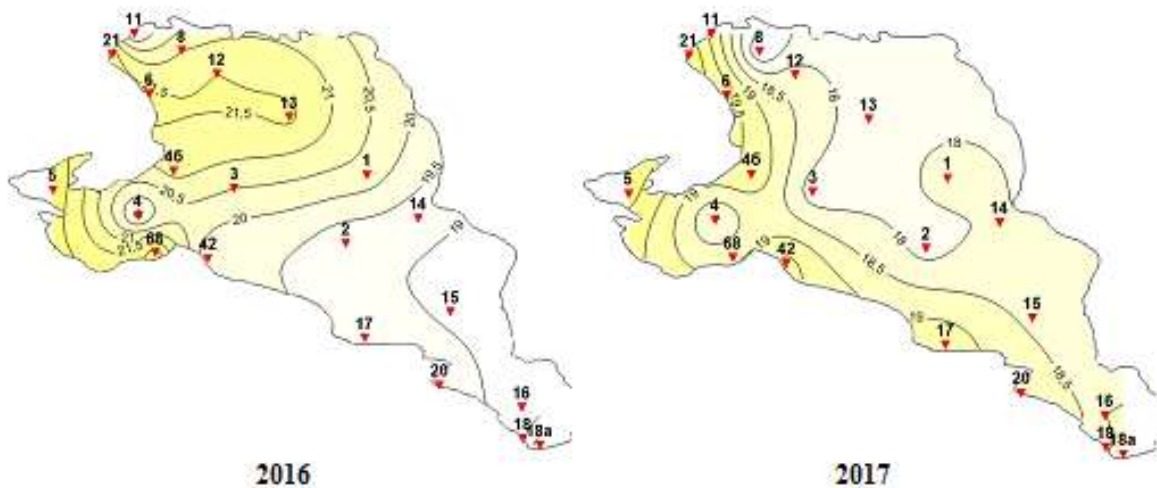


Рис. 3. Распределение температуры воды, °С, в поверхностном слое озера Виштынецкого в июне в 2016-2017 гг.

Приведенные результаты исследования концентрации общего фосфора вместе с уже имеющимися данными о прозрачности и содержании хлорофилла «а» позволили уточнить оценку экологического состояния прибрежной части водоема, используя трофический индекс Карлсона (TSI) (1977) [10]. Согласно этому, вся прибрежная часть озера в рассматриваемый период по-прежнему остается на «мезотрофном» трофическом уровне, а Утиный залив (ст.5) оценивается как пограничный между мезотрофным и эвтрофным.

В заключение отметим, что концентрация общего фосфора в поверхностном слое зависит от множества различных постоянно меняющихся факторов, поэтому лишь многолетние наблюдения могут дать полноценную картину экологического статуса озера. Однако состояние водоема в начале рекреационного сезона в определенной степени может рассматриваться как фоновое при последующем проведении экологического мониторинга с целью оценки влияния рекреационного фактора на водную экосистему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россолимо Л.Л. Изменение лимнических экосистем под воздействием антропогенного фактора/ Л.Л. Россолимо; АН СССР, Ин-т географии. - Москва: Наука, 1977. - 144 с.
2. Кривопускова Е.В., Соколов А.В. Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна //IV Балтийский форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология». – Калининград, ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2016. – С. 43-46
3. Кривопускова Е.В., Соколов А.В. Оценка удержания биогенных веществ водосборным бассейном озера Виштынецкого (в пределах Калининградской области) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке (12-14 апреля 2017): в 2 ч./ ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. – Ч II. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. - С. 100-105.
4. Кривопускова Е.В., Цветкова Н.Н. Предварительная оценка критической фосфорной нагрузки на озеро Виштынецкое (Калининградская область)// Известия КГТУ: Калининград, 2017. - № 45. С. 83-92.
5. Кривопускова Е.В. Влияние рекреационной нагрузки на экологическое состояние российской прибрежной части акватории озера Виштынецкого в летний период. // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Материалы IX Всероссийской научно-практической конференции (20-22 марта 2018)/ ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. - С. 50-54.

6. Берникова Т.А., Нагорнова Н.Н., Цупикова Н.А. Возможность оценки трофического статуса водоема по величине перманганатной окисляемости (на примере озера Виштынецкого Калининградской области) /Вестник РУДН. М. ИПК РУДН, № 3, 2013. - С. 12-23.
7. Берникова Т.С. Физико-географическая и гидрологическая характеристика // Озеро Виштынецкое. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 20-40.
8. ПНД Ф 14.1:2.106-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфора общего в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом после окисления персульфатом. – Москва, 2004. – 18 с.
9. Ar nevertėtų susirūpinti dėl Vištyčio ežero? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://suduvis.lt/2015/08/11/ar-nevertetu-susirupinti-del-vistycio-ezero/>
10. Carlson, R.E. A trophic state index for lakes // Limnology and Oceanography. - № 22(2), 1977 – P. 361-369.

PRELIMINARY EVALUATION OF TOTAL PHOSPHORUS CONTENT IN LAKE WISHTINETSKY AT THE BEGINNING OF THE RECREATION SEASON

Krivopuskova Ekaterina Vladimirovna, Leading Engineer
of the Department of Ichthyology and Ecology;
Bernikova Tatyana Alexandrovna, Ph.D. geo sciences,
prof. Department of Ichthyology and Ecology

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: katekrivopuskova@gmail.com, bernikovy@gmail.com

This article presents the results of determining the total phosphorus content in Lake Vishtynetskoje at the beginning of the recreational season in 2016-2017, conducted as part of the annual environmental monitoring. The concentration of total phosphorus over the water area of the lake during the period under review changed significantly. However, the general trend that we have repeatedly noted and previously remained approximately the same

УДК 628.394.6:59 (268.45)

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Горбачева Елена Анатольевна, канд. биол. наук

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича),
Мурманск, Россия, e-mail: gorbach@pinro.ru

*Представлены результаты биотестирования водных вытяжек донных отложений Баренцева моря в 2010-2018 гг. Изучалась токсичность вытяжек для морской одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricorputum* и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina*. Полученные данные указывают на относительно низкий уровень загрязнения донных отложений открытых районов Баренцева моря. Доля токсичных проб не превышала 23 %. Среди токсичных донных отложений преобладали слаботоксичные.*

В Мировой океан поступает огромное количество загрязняющих веществ. При проведении экологического мониторинга воды и донных отложений химико-аналитическими методами удается оценить степень загрязнения морской среды только частью опасных химических элементов и соединений. Использование приемов биотестирования позволяет определить токсичность морской среды. Токсичность является интегральной характеристикой, которая учитывает воздействие на тест-организм всех загрязняющих веществ и их метаболитов, присутствующих в пробе, а также их синергические и антагонистические взаимодействия. Биотестирование изучает пригодность исследуемой среды для существования живых организмов. Принято считать, что биотестирование дает информацию о неблагополучии в опережающем режиме, до проявления видимых изменений в природных экосистемах [1].

В работе представлены результаты биотестирования донных отложений, отобранных в рейсах научно-исследовательских судов в Баренцевом море в 2010-2018 гг. До начала исследований донные отложения хранились не более двух месяцев при температуре минус 18 °С.

Биотестированию подвергались водные вытяжки донных отложений. Перед приготовлением вытяжки донных отложений высушивали при температуре 20-25 °С до воздушно-сухого состояния. Для получения вытяжки каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться. Надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4000 об/мин.

В качестве тест-объектов использовали морскую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и личинок солоноватоводного жаброногого рачка *Artemia salina* L. Тест-параметрами являлись изменение численности клеток водоросли и выживаемость личинок. При постановке экспериментов на водоросли *Ph. tricornutum* руководствовались ГОСТ Р 53910-2010 [2], личинках *A. salina* – ГОСТ Р 53886-2010 [3]. Продолжительность опытов составляла 96 ч.

Всего за период исследований изучена токсичность 117 проб донных отложений для двух тест-объектов – *Ph. tricornutum* и *A. salina*. Результаты биотестирования представлены на рисунках 1 и 2. Полученные данные указывают на относительно низкий уровень загрязнения донных отложений Баренцева моря. Для рачков токсичными оказались 26 (22 %), культуры водоросли – 1 (0,8 %) проба донных отложений. Подавляющее большинство токсичных донных отложений относятся к слаботоксичным (токсический эффект вытяжек для личинок *A. salina* 10-35 % [4]). В вытяжках из 10 проб наблюдали кратковременное угнетение размножения клеток *Ph. tricornutum*, сменившееся в дальнейшем восстановлением роста культуры водоросли. Так как в конце экспозиции численность водоросли в этих вытяжках соответствовала контрольному уровню или превышала его, то согласно ГОСТ Р 53910-2010 [2] такие пробы классифицируются как нетоксичные. Вероятно, концентрации загрязняющих веществ в них уже чувствительны для культуры *Ph. tricornutum*, но она смогла адаптироваться к изменившимся условиям среды.

По данным биотестирования токсичные для личинок *A. salina* пробы донных отложений регистрировались в Центральной впадине (район Штокмановского газоконденсатного месторождения), на Финмаркенской и на юге Мурманской банок, Мурманском мелководье, Кольском (в пределах Западного Прибрежного промыслового района), Демидовском и Норвежском желобах, а также в прибрежной зоне от Мотовского залива до о. Кильдин (у м. Медвежий, на траверзе м. Поганьяволоок и напротив м. Черный). Токсичные пробы отмечали преимущественно в районе распространения мурманских прибрежных вод – 64 % от общего количества токсичных проб. В районе распространения норвежских и мурманских прибрежных вод токсичными оказалось 18 из 63 (28 %), атлантических – 4 из 46 (8,6 %), баренцевоморских – 3 и 5 (60 %) изученных проб.

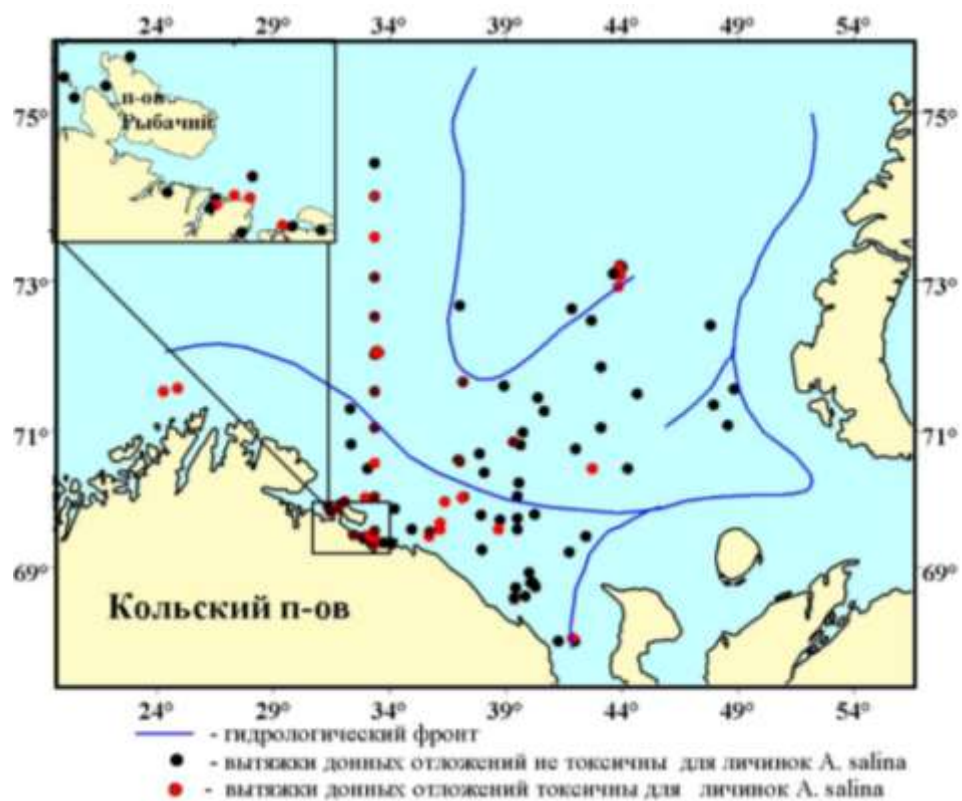


Рис. 1. Результаты биотестирования донных отложений на личинках *A. salina*

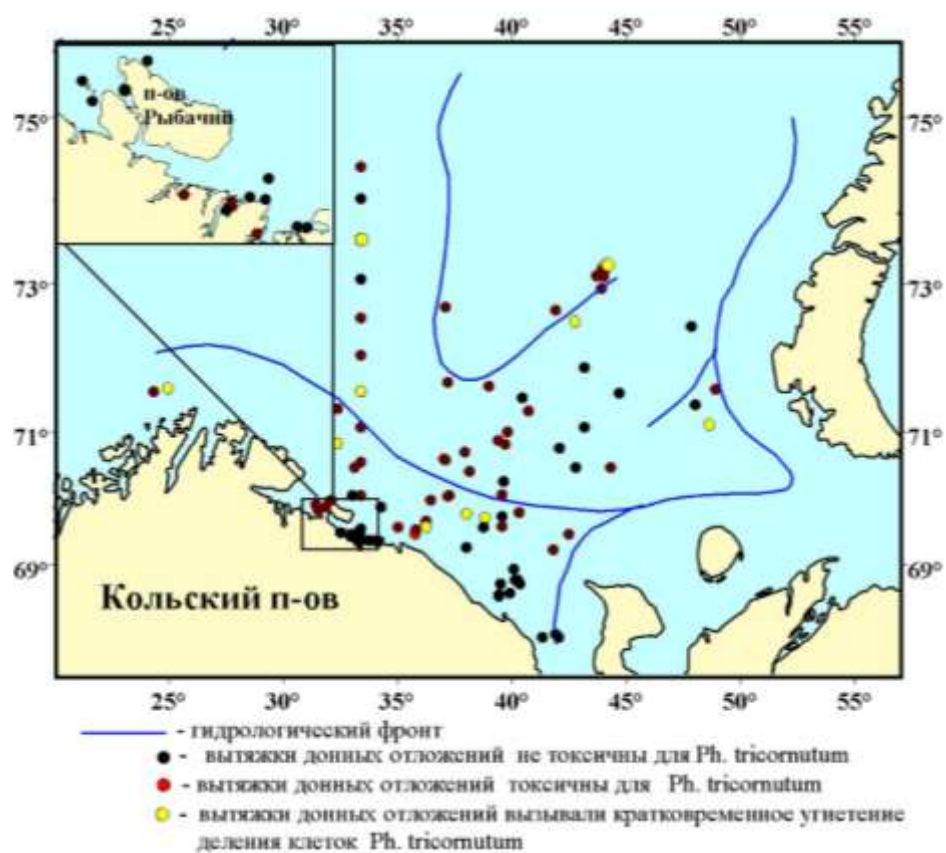


Рис. 2. Результаты биотестирования донных отложений на культуре водоросли *Ph. tricornutum*

В качестве основных источников загрязнения Баренцева моря токсичными соединениями рассматриваются воды теплых атлантических течений, переносящих поллютанты от северо-европейских промышленных центров, атмосферный перенос, судоходство и рыболовство. Так, в атлантических водах, поступающих в Баренцево море, регистрировались наиболее высокие концентрации гексахлорциклогексана (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ), полихлорированных бифенилов (ПХБ), которые снижались при продвижении водных масс на восток [5]. Отмечена роль теплых течений в транспорте мышьяка [6]. Характер атмосферной циркуляции в арктических районах обеспечивает дальний перенос в арктическую атмосферу загрязняющих веществ из средних широт (в основном из источников эмиссии в Евразии) преимущественно в зимний период [7]. Следует учесть, что значительная часть исследованной акватории Баренцева моря является районом активного рыболовства и судоходства. Вместе с судовыми стоками в морскую среду могут поступать тяжелые металлы, нефтепродукты, синтетические-поверхностно активные вещества. Даже прошедшие предусмотренную законодательством механическую «очистку» льяльные воды содержат нефтепродукты и тяжелые металлы в виде полидисперсных множественных эмульсий, что усиливает их экологическую опасность для экосистем [8].

Представленные в литературе данные химико-аналитических исследований указывают на сохранение в настоящее время относительно низкого уровня загрязнения донных отложений Баренцева моря [9, 10], что в целом согласуется с результатами биотестирования. Содержание в верхнем слое донных отложений нефтяных углеводородов, ГХЦГ, хлорданов, гексахлорбензола, ПХБ, меди, цинка, марганца, свинца, кобальта и ртути соответствует фоновым или техногенным фоновым уровням. Вместе с тем на ряде станций в донных отложениях отмечали повышенное накопление никеля, хрома, мышьяка, ДДТ и его метаболитов [9]. На представленной М. А. Новиковым и А. Ю. Жилиным [11] карте (выполнена в среде ГИС-приложения Arcview 3.2, классификация пространственно-распределенных цифровых данных по загрязнению донных отложений осуществлялась программными средствами Arcview 3.2,) показаны районы, в которых регистрировались максимальные для Баренцева моря уровни содержания загрязняющих веществ за период 1998-2014 гг. Следует отметить согласованность в оценках степени загрязнения побережья от Мотовского залива до о. Кильдин, Центральной впадины (участок Штокмановского газоконденсатного месторождения), южных районов Мурманской банки и Кольского желоба (в пределах Западного Прибрежного промыслового района), полученных с использованием химико-аналитических методов и биотестирования. В перечисленных районах встречались как токсичные донные отложения, так и пробы с максимальным для Баренцева моря содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях. По данным химического анализа [11], в побережье на участке, включающем в том числе и район от Мотовского залива до о. Кильдин, регистрировались пробы донных осадков с повышенным по сравнению с другими акваториями Баренцева моря содержанием никеля, меди, цинка, свинца и ПХБ, в Центральной впадине – меди, никеля, цинка, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), ПХБ, ДДТ и его метаболитов, на Мурманской банке – свинца, ДДТ и его метаболитов, в Западном Прибрежном промысловом районе – мышьяка, ДДТ и его метаболитов.

В России отсутствуют нормативы качества донных отложений. В руководстве Норвежского государственного агентства по контролю загрязнения (Statens forurensningstilsyn, SFT) [12] при определении границ классов качества донных отложений (приведены данные по 45 химическим элементам и соединениям) учитывались результаты токсикологических исследований. Согласно предложенной в нем классификации при увеличении содержания поллютанта в донных отложениях до категории «среднее», «плохое» и «очень плохое» могут наблюдаться хронические, острые и обширные острые (большая степень повреждения или воздействие на большее количество видов) токсические эффекты соответственно. Анализ данных, представленных М.А. Новиковым и А.Ю. Жилиным [11], показывает, что максимальные уровни накопления некоторых загрязняющих веществ в донных отложениях Баренцева моря, зафиксированные в ряде проб из наиболее загрязненных районов, соответствовали по норвежской классификации [12] категории качества «среднее» и реже «плохое». Вытяжки, полученные из проб со столь высоким содержанием какого-либо поллютанта, возможно, способны оказывать токсическое воздействие на тест-объекты в экспери-

менте. Вместе с тем необходимо учитывать, что токсичность является интегрированной характеристикой и определяется всем комплексом токсикантов, присутствующих в среде, в том числе и теми, идентификация которых при химико-аналитических исследованиях не осуществлялась. Загрязняющие вещества могут как усиливать (синергизм), так и ослаблять (антагонизм) токсическое действие друг друга. Использование приемов биотестирования при проведении экологического мониторинга позволяет выделить районы аккумуляции в донных отложениях комплекса наиболее опасных для биоты загрязняющих веществ.

Не противоречат данным биотестирования и результаты исследований донных сообществ, которые указывают на достаточно стабильное экологическое состояние бентоса в открытых районах Баренцева моря [13]. Для оценки экологического благополучия бентосных сообществ был использован индекс D_E . Предложенный на основе информационной меры Шенона индекс D_E изменяется от минус 1 (полное отсутствие стресса, что соответствует K -стратегии) до плюс 1 (наличие очень сильного стресса, что соответствует r -стратегии) при переходном значении – 0 [14]. По данным исследований [13], значение индекса D_E для бентосных сообществ открытых районов Баренцева моря варьирует преимущественно в диапазоне от минус 0,7 до минус 0,4. Индекс позволяет выявить донные сообщества подверженных стрессу вследствие негативных воздействий как антропогенной, так и естественной природы [14].

Таким образом, данные токсикологических исследований указывают на относительно низкий уровень загрязнения донных отложений большей части изученной акватории Баренцева моря. Доля токсичных проб не превышала 23 %. Среди токсичных донных отложений преобладали слаботоксичные. Наиболее чувствительны к загрязняющим веществам, накопленным в донных отложениях исследованных районов моря, личинки *A. salina*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 190-198.
2. ГОСТ Р 53910-2010 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2010. – 41 с.
3. ГОСТ Р 53886-2010 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2010. – 35 с.
4. ГОСТ 31959-2012 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2014. – 26 с.
5. Плотицына Н.Ф. Мониторинг химического загрязнения водных масс Баренцева моря // IV-VII Международные семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Ч. II. Изучение биотопов прибрежных экосистем. Социально-экологические и экономические исследования в прибрежной зоне северных морей 18 июля 2002 г., 17 июля 2003 г., г. Кандалакша: материалы докл. – Спб.: Изд-во РГГМУ, 2004. – С. 136-149.
6. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении // Г.Г. Матишов, С.В. Кренева, С.В. Муравейко и др. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. – 468 с.
7. Голубева Н. И. Загрязненность атмосферы Арктики токсичными тяжелыми металлами // Биология и океанография Северного морского пути. Баренцево и Карское моря. – М.: Наука, 2007. – С. 173-190.
8. Касперович Е. В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 25 с.
9. Гуревич В. И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный мир, 2002. – 135 с.
10. Жилин А. Ю., Плотицына Н. Ф. Мониторинг загрязняющих веществ в воде и донных осадках Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции

(24-26 марта 2015 г.) / Отв. за вып. Н.Г. Ключкова. Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 60-64.

11. Новиков М. А., Жилин А. Ю. Динамика уровней загрязнения донных отложений Баренцева моря в последнее десятилетие // Природные опасности: связь науки и практики: материалы II Междунар. научно-практ. конф., г. Саранск, 23-24 апреля 2015 г. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – С. 319-325.

12. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder OG kystfarvann / T. Bakke, G. Breedveld, T. Kællgvist et al. // SFT Veiledning. 2007. TA-2229/2007. – 12 p. (in Norwegian).

13. Anisimova N. A., Jørgensen L. L., Lyubin P. A., Manushin I. E. Mapping and monitoring of benthos in the Barents Sea and Svalbard waters: Results from the joint Russian-Norwegian benthic programme 2006-2008 // IMR-PINRO Joint Report Series. – 2010. – No. 1. – 114 p.

14. Денисенко С. Г. Информационная мера Шенона и ее применение в оценках биоразнообразия (на примере морского зообентоса) // Исследование фауны морей. – 2006. – Вып. 56 (64). – С. 35-46.

RESULTS FROM ECOTOXICOLOGICAL MONITORING OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE OPEN AREAS BARENTS SEA

Gorbacheva Elena Anatoljevna, cand. of biol. sciences

Polar Branch of FSBSI «VNIRO» («PINRO» named after N.M. Knipovich),
Murmansk, Russia, e-mail: gorbach@pinro.ru

*The paper presents the results from bioassays of the Barents Sea sediment elutriates that were obtained in 2010-2018. The toxicity of sediment elutriates for unicellular algae *Phaeodactylum tricornutum* and the larvae of brine shrimp *Artemia salina* was studied. Research results indicate a relatively low level of pollution in bottom sediments in the open areas of the Barents Sea. The portion of toxic samples did not exceed 23 %. Weakly-toxic sediments were prevalent in the total number of samples of toxic sediments*

УДК 551.464 (261.24)

О ТЕРМОХАЛИННЫХ И ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРАХ ВОДНЫХ МАСС БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Дубравин Владимир Филиппович, д-р геогр. наук, доцент, ведущий научный сотрудник;
Капустина Мария Владимировна, мл. научный сотрудник

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Россия, email: v_dubravin@mail.ru

Выполнена оценка климатических средних за период 1950-2005 гг. гидрохимических (ГХ) параметров в среднем для поверхностных и глубинных водных масс: кислорода (O_2 – мл/л, $\mu\text{моль}O_2/\text{кг}$), фосфора фосфатов (PO_4 – $\mu\text{моль}P/\text{кг}$), аммонийного и нитратного азота (NH_4 и NO_3 – $\mu\text{моль}N/\text{кг}$) из [1]. Для каждого из этих параметров, используя методику статистического анализа I. Cochrane [2], получены ГХ-индексы ядер четырех водных масс. Рассчитана теснота корреляционной связи [3] между полями солености и ГХ-параметров на поверхности моря и глубине максимума солености

Введение

Из-за своего географического положения (глубоко вдается в северо-западную часть Евразии) в Балтийском море (средиземном, внутриконтинентальном) [4-6], под действием солеформирующих факторов (атмосферной циркуляции, речного стока и водообмена с Северным морем) создается устойчивая плотностная стратификация, определяющая гидрологический и гидрохимический режимы [7-9]. При этом, в формировании гидрохимического режима, кроме физических процессов, приводящих к образованию главного скачка температуры, солёности и плотности (термо-, гало- и пикноклина), участвуют и биохимические: продуцирование в процессе фотосинтеза, деструкция органического вещества и биологический круговорот веществ [7, 10]. В результате чего, как термохалинная (Т,S-) структура, так и структуры гидрохимических параметров Балтики представлены двумя структурными зонами¹ (СЗ): поверхностной, или деятельным слоем (ДС), и глубинной [13].

Исходя из наиболее полного общепринятого определения понятия «водная масса» (ВМ) океана данного А.Д. Добровольским: «Водной массой следует называть некоторый, сравнительно большой объем воды, формирующийся в определенном районе Мирового океана – очаге, источнике этой массы, – обладающий в течение длительного времени почти постоянным и непрерывным распределением физических, химических и биологических характеристик, составляющих единый комплекс, и распространяющихся, как одно, единое целое» [12, с. 12], следует, что не только Т,S-, но и ГХ параметры могут быть индикаторами ВМ.

Ранее нами [9, 14] для всего Балтийского моря было показано, что его СВ представлена двумя СЗ с двумя ВМ в каждой: поверхностные: Западная (ПовЗБ) и Восточная (ПовВБ) и глубинные: Западная (ГлЗБ) и Восточная (ГлВБ). При этом ПовЗБ и (или) ГлЗБ на востоке взаимодействуют с ПовВБ и (или) ГлВБ, а на западе с солёной (~35,0 PSU) ВМ Северного моря (ПовС и ПовС₅₀). При этом, горизонтальная граница между ПовЗБ и ПовВБ проходит по изогалине 5,75 PSU (в среднем за год на входе в Рижский, Финский и Ботнический заливы), между ПовЗБ и ПовС – по изогалине 21,75 PSU (весь год за пределами Балтики, на юге Каттегата), а между ГлЗБ и ГлВБ – по изогалине 10,50 PSU (север Готландской котловины), между ГлЗБ и ПовС₅₀ – по изогалине 25,5 PSU (за пределами Балтики, на юге Каттегата).

В настоящей работе рассматриваются основные особенности распределения ГХ параметров в среднем для года: кислорода (O₂), фосфора фосфатов (PO₄), аммонийного и нитратного азота (NH₄ и NO₃) в (µмоль/кг) на глубине ядер ПовЗБ и ПовВБ (0 м) и ГлЗБ и ГлВБ (глубина ядра максимума солёности S_{max}) в одноградусных трапециях.

Авторы считают приятным долгом выразить искреннюю признательность А.В. Смирнову за выполненные расчеты рядов гидрохимических параметров и их обработку на персональном компьютере.

Материал и методика

Исследование выполнено на однородном материале многолетнего гидрологического массива Института исследований Балтийского моря (Варнемюнде) [1], усредненного за 1950-2005 гг. для среднегодовых значений Т, S, O₂, PO₄, NO₃ и NH₃ на регулярной сетке 1×1°.

В литературе нет единого мнения о критериях выделения границ между характерными слоями и СЗ в Балтике. В данной работе, как и ранее [13], за границу между СЗ: для O₂ и NO₃ – глубину максимального вертикального градиента $G_{\max}^{O_2}$ и $G_{\max}^{NO_3}$; для PO₄ – глубину залегания изофосфаты 1,0 (µмоль/кг). По этим критериям в среднем для моря нижняя годовая граница поверхностной зоны – ДС возрастает от 55-65 м для NO₃ и O₂ до 75 м, для PO₄. Если же рассматривать глубины залегания (м) максимумов вертикального градиента гидрологических (Т_w и S) и ГХ (O₂ и

¹ СЗ – сочетание и взаимодействие водных масс в горизонтальном направлении [11]. СВ – сочетание структурных слоев (зон) по вертикали [12].

NO₃) параметров в характерных точках: Арконской, Борхольской, Гданьской, Готландской впадинах и Финском заливе, то в Южной и Центральной Балтике глубина G_{max} в среднем за год для S, T_w, O₂ и NO₃ сначала возрастает от 15 м в Арконском бассейне до 55-75 м в Борнхольмской и Гданьской котловинах, а затем несколько уменьшается до 65 м в Готландской. На входе в Финский залив, где уже заметно влияние речных вод, глубина G_{max} для этих параметров располагается между 45 и 75 м. Что касается PO₄, то, глубина залегания изофосфаты 1,0 μмоль P/кг в характерных точках моря мало отличается от G_{max} для S, T_w, O₂ и NO₃ (различия не превышают ± 5 м) [13].

Для определения индексов ГХ параметров, как ранее [9, 14] для T,S-индексов был использован статистический T,S-анализ [2]. В T,S-классы диаграммы с шагом 1,0 °C по температуре и 0,5 PSU по практической солености, заносились T,S-значения в каждом одноградусном квадрате с учетом его площади в тыс. км². В среднем за год сумма площадей для поверхности моря составила 372 тыс. км².

Подобным образом поступали и в настоящей работе. При этом в S,O₂-; S,PO₄-; S,NH₄- и S,NO₃-классах диаграмм шаг по солености был одинаков – 0,5 PSU, а для ГХ параметров разный: для O₂ – 0,25 мл/л (11,164 μмольO₂/кг) для поверхностных и глубинных вод; для PO₄ – 0,05 и 0,5 μмольP/кг, соответственно; для NH₄ – 0,1 и 0,5 μмольN/кг, соответственно и NO₃ – 0,5 μмольN/кг для обеих СЗ.

В ряде работ Броккера и Такахаша [15-18] в качестве трассеров ВМ предлагаются параметры «NO» и «PO», представляющие комбинацию выраженных в грамм-молекулярной форме концентраций растворенного кислорода и биогенных элементов (азота и фосфора), при этом авторы считают, что если

$$\begin{aligned} O_2/NO_3 &= -9; \\ \frac{O_2}{PO_4} &= -135^2; \end{aligned} \quad (1)$$

то

$$\begin{aligned} \text{«NO»} &= 9NO_3 + O_2; \\ \text{«PO»} &= 135PO_4 + O_2 \end{aligned} \quad (2)$$

Параметры «NO» и «PO» в настоящей работе были рассчитаны для среднего года в каждой одноградусной трапеции для поверхностных и глубинных вод.

Таким образом, цель данного исследования – получить количественные оценки ГХ параметров O₂, PO₄, NH₄ и NO₃ как индикаторов ВМ Балтийского моря с помощью статистического T,S-анализа [2] и корреляционного – [3] на базе массива данных наблюдений за гидрологическими и гидрохимическими параметрами в одноградусных трапециях из атласа [1].

Результаты

На графике среднегодовой статистической T,S-диаграммы поверхностных вод, полученной нами в [14] для Балтийского моря и проливов (рис. 1), проявляются два типа распределения T,S-классов: при первом типе зависимость между температурой и соленостью прямолинейная, т.е. низкой температуре соответствует низкая соленость. При втором типе высокой температуре (8-10 °C) соответствует меняющаяся соленость (8-33 PSU). Это позволяет выделить три ВМ: Поверхностная Восточная Балтийского моря (ПовВБ), Поверхностная Западная Балтийского моря (ПовЗБ) и Поверхностная Северного моря (ПовС), отличающаяся высокой соленостью. Самые низкие значения температуры и солености наблюдаются в ПовВБ.

² А также O₂/SiO₂ = -1,8; NO₃/PO₄ = 15, причем, знак минус указывает на обратную связь между содержанием растворенного кислорода и биогенами [16-17].

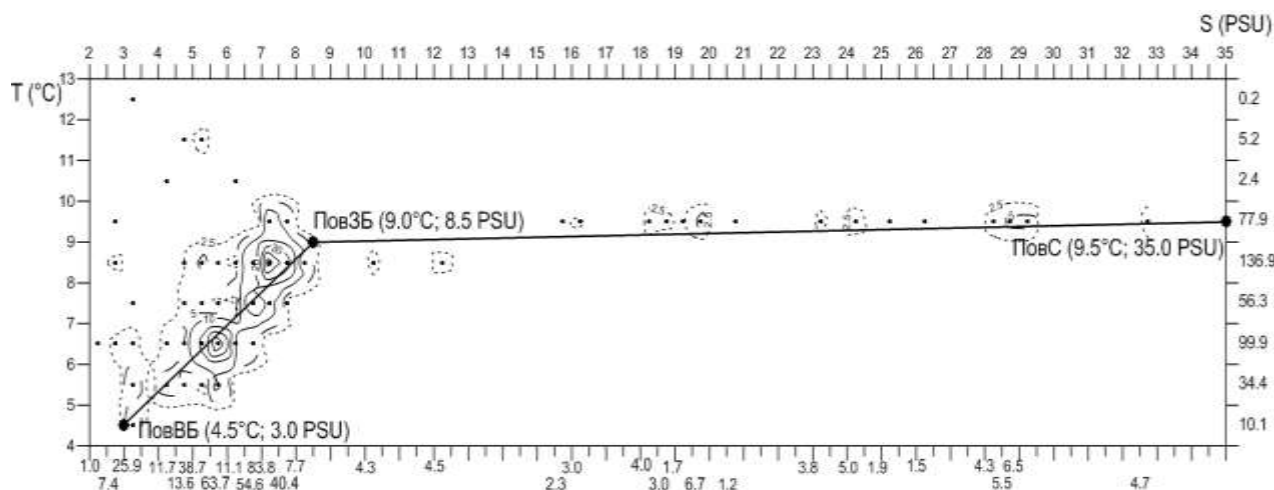


Рис. 1. Среднегодовая статистическая T,S-диаграмма поверхностных (ПовВБ, ПовЗБ и ПовС) вод Балтийского моря и проливов в одноградусных трапециях, средняя за 1900-2005 гг., по данным [1], рассчитанная по методике [2]. Из [14]. Сумма частот поверхностных вод составляет 423, для перехода к площади надо умножить значение частоты на 1000 км²

Аналогичным образом были построены S,O₂-; S,PO₄-; S,NH₄- и S,NO₃-диаграммы для поверхностных (рис. 2) и глубинных зон (рис. 3), а их T,S- и ГХ-индексы приведены в таблице 1.

Начнем с поверхностной СЗ. Как следует из рис. 2 для S,PO₄- и S,NH₄-классов зависимость между соленостью и ГХ параметрами – прямолинейная, т.е. низким значениям фосфатов и аммония соответствует низкая соленость, а для S,O₂- и S,NO₃-классов зависимость обратная, т.е. с ростом солености содержание растворенного кислорода и нитратов уменьшается. Следует заметить, что для поверхностной зоны из 373 тыс. км², приходящихся на всю площадь зеркала вод Балтики согласно [6], 364 тыс. км² учтены в S,ГХ-диаграммах, т.е. только для 2,4% площади моря отсутствуют данные гидрохимических наблюдений. Несмотря на различный характер распределения S,ГХ-классов, на всех четырех диаграммах максимумы частот распределения отмечаются вблизи значений солености 7,0-8,5 и 3,0-4,0 PSU. Это, на наш взгляд, позволяет рассчитывать ГХ-индексы по S-индексам 8,5 и 3,0 PSU, полученным нами ранее для поверхностных водных масс ПовЗБ и ПовВБ [9, 14] по данным различных массивов гидрологических наблюдений с помощью традиционного метода исследований – T,S-анализа. Результаты расчетов T,S- и ГХ-характеристик поверхностных и глубинных ВМ приведены в таблице 2, а результаты корреляционного анализа между полями солености и ГХ параметров – в таблице 3.

Анализ табл. 2 и 3 позволяет отметить, что в пределах поверхностной СЗ характер связи между соленостью и ГХ параметрами сохраняется не для всех элементов: прямая только с фосфатами (не высокая значимая теснота связи, $r = 0,29 \div 0,39$); обратная – с кислородом ($r = (-0,07) \div (-0,33)$), нитратами ($r = (-0,17) \div (-0,46)$) и параметром «NO» ($r = (-0,15) \div (-0,45)$). При этом, теснота связи между S и PO₄ выше для ПовЗБ, чем для ПовВБ ($r = 0,39$ и $r = 0,29$), а между S и O₂, NO₃ или параметром «NO», наоборот, выше для ПовВБ ($r = (-0,07)$ и $r = (-0,33)$; $r = (-0,17)$ и $r = (-0,41)$ или $r = (-0,15)$ и $r = (-0,45)$, соответственно). Кроме того, для большинства ГХ параметров их средние для ВМ значения мало меняются между ПовЗБ и ПовВБ, за исключением нитратов, для которых среднее для ПовЗБ примерно в 1,5 выше, чем для ПовВБ (3,21 и 2,18 μмольN/кг, соответственно).

Перейдем к глубинной СЗ. В отличие от поверхностной СЗ для глубинной СЗ нет ни одного параметра, для которого характер связи между соленостью и параметром сохранялся бы в пределах зоны. При этом, для ГлВБ теснота связи, как положительная, так и отрицательная, между соленостью и параметром значительно выше, чем для ГлЗБ (положительная с NH₄ и PO₄ – $r = 0,56$ и $r = 0,81$; отрицательная с NO₃ параметром «NO» и O₂ – $r = (-0,62)$, $r = (-0,89)$ и $r = (-0,98)$, соответственно). За исключением параметра «РО», для которого теснота связи с соленостью, хотя и отрицательная, в ГлЗБ выше ($r = (-0,49)$), чем в ГлВБ ($r = 0,32$).

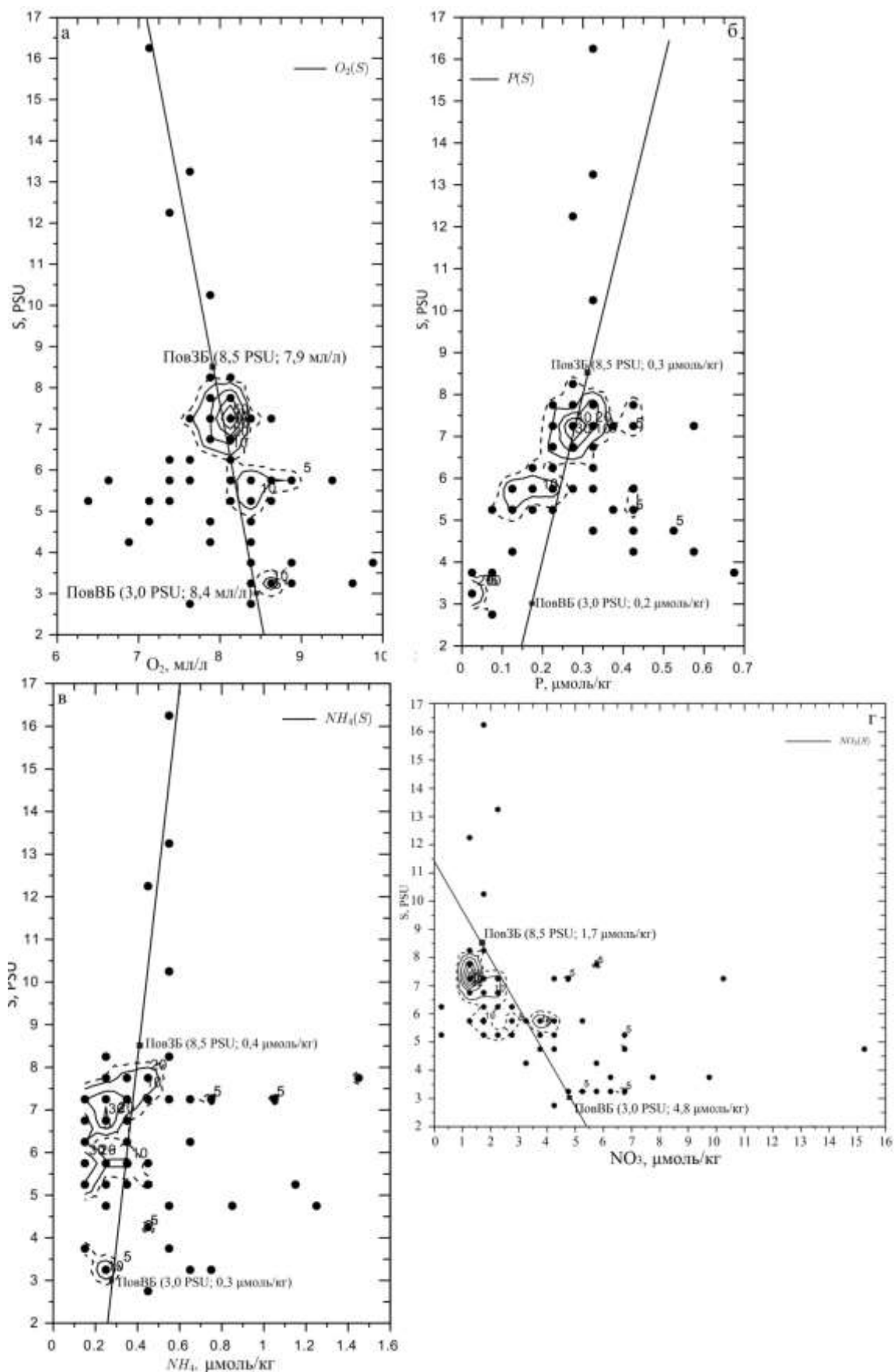


Рис. 2. Среднегодовые статистические S, O_2 - (а); S, PO_4 - (б); S, NH_4 - (в) и S, NO_3 - (г) диаграммы поверхностных (ПовВБ и ПовЗБ) вод Балтийского моря в одноградусных трапециях, средние за 1900-2005 гг., по данным [1], рассчитанные по методике [2]. Сумма частот поверхностных вод составляет 364, для перехода к площади надо умножить значение частоты на 1000 км^2 .

Таблица 1

T,S- и ГХ-индексы (O_2 , PO_4 , NH_4 и NO_3) ядер поверхностных и глубинных ВМ Балтийского моря, средние за 1900-2005 гг., рассчитано по данным [1]

T_w (°C)	S (PSU)	O_2 (мл O_2 /л)	O_2 (μмоль O_2 /кг)	PO_4 (μмольP/кг)	NH_3 (μмольN/кг)	NO_3 (μмольN/кг)
ПовЗБ						
9,00	8,50	7,92	353,5	0,31	0,41	1,67
ПовВБ						
4,50	3,00	8,44	377,0	0,17	0,28	4,84
ГлЗБ						
7,50	16,00	1,01	45,2	3,95	5,06	3,91
ГлВБ						
2,00	5,00	5,23	233,3	1,67	1,82	5,67

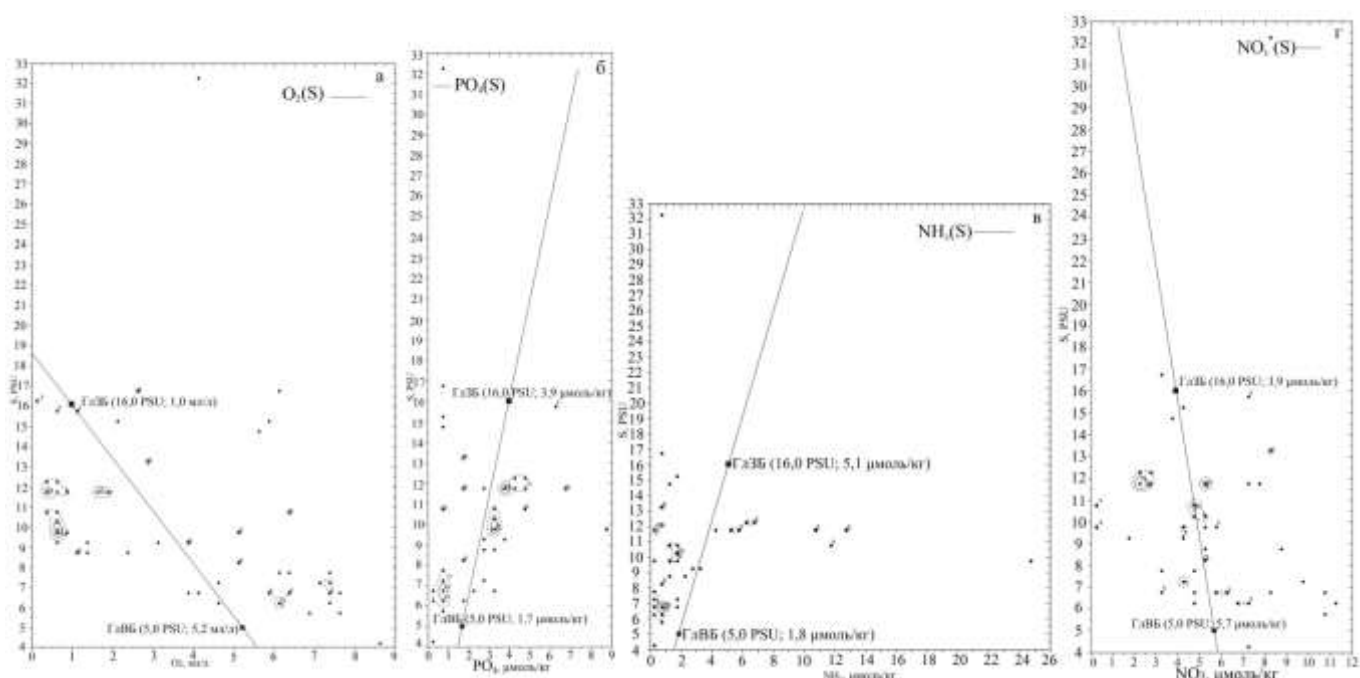


Рис. 3. Среднегодовые статистические S,O₂- (а); S,PO₄- (б); S,NH₄- (в) и S,NO₃- (г) диаграммы глубинных (ГлВБ и ГлЗБ) вод Балтийского моря в одноградусных трапециях, средние за 1900-2005 гг., по данным [1], рассчитанные по методике [2]

Таблица 2

Термохалинные и гидрохимические характеристики водных масс Балтийского моря на уровне ядра (средняя величина – первая, пределы изменения – вторая и значение в очаге – третья строки), рассчитаны по данным [1]

Параметры	ПовЗБ	ПовВБ	ГлЗБ	ГлВБ
T (°C)	8,1	7,4	5,7	3,9
	5,1÷11,3	5,1÷12,2	4,6÷7,4	2,7÷4,8
	9,0	4,5	7,5	2,0
S (PSU)	6,96	4,59	12,71	8,30
	5,75÷8,10	2,65÷5,75	9,98÷16,63	6,39÷10,58
	8,50	3,00	16,00	5,00

Параметры	ПовЗБ	ПовВБ	ГлЗБ	ГлВБ
O ₂ (млO ₂ /л)	8,08	8,14	1,97	2,89
	7,33÷9,26	6,39÷9,88	0,15÷7,27	0,59÷7,02
	7,92	8,44	1,01	5,23
O ₂ (μмольO ₂ /кг)	360,81	363,33	87,87	128,98
	327,53÷413,52	285,48÷441,21	6,70÷324,58	26,24÷313,64
	353,5	377,0	45,2	233,3
PO ₄ (μмольP/кг)	0,29	0,23	3,36	2,69
	0,11÷0,58	0,02÷0,69	0,76÷6,62	0,53÷8,51
	0,31	0,17	3,95	1,67
NH ₄ (μмольN/кг)	0,37	0,38	0,37	0,38
	0,10÷1,45	0,10÷1,20	0,10÷1,45	0,10÷1,20
	0,41	0,28	5,06	1,82
NO ₃ (μмольN/кг)	3,21	2,18	4,70	4,67
	0,04÷15,15	0,43÷10,05	0,00÷8,62	2,03÷8,18
	1,67	4,84	3,91	5,67
Параметр «PO»	400,01	394,62	451,89	470,09
	360,21÷455,46	330,84÷469,36	6,70÷973,81	26,24÷1376,38
	395,0	470,0	360,0	360,0
Параметр «NO»	380,4	405,5	112,3	191,8
	341,7÷466,4	307,4÷511,4	6,7÷328,0	26,2÷369,8
	370,0	410,0	300,0	330,0

Одной из причин невысокой связи между соленостью и ГХ параметрами для ГлЗБ, по сравнению с ГлВБ, может быть не совсем корректный выбор ГХ-индексов для ГлЗБ. В самом деле, как следует из рис. 3, максимумы частот на S,ГХ-диаграммах для всех четырех параметров наблюдаются на уровнях солености около 12,0; 10,5³ и 6,0 PSU. Таким образом, если ГХ-индексы для ГлВБ, хотя и с некоторыми оговорками, можно принять для всех параметров, то для ГлЗБ только – S, O₂- и S, NO₃-индексы. Поскольку только для этих параметров частоты распределения S, ГХ-классов для S ≈ 16,0 PSU (хотя и не максимальные) лежат вблизи линий регрессии (см. рис. 3а,г), а для фосфатов и аммония частоты распределения S, ГХ-классов для S ≈ 16,0 PSU значительно удалены от линий регрессии (см. рис. 3 б,в).

Таблица 3

Корреляция между соленостью и гидрохимическими параметрами в пределах всего Балтийского моря и отдельных ВМ, рассчитана по данным [1]

	O ₂	PO ₄	NH ₄	NO ₃	«PO»	«NO»
Поверхностная СЗ						
Вся зона	-0,283	0,294	0,108	-0,464	-0,067	-0,452
ПовЗБ	-0,069	0,391	0,363	-0,167	0,184	-0,146
ПовВБ	-0,331	0,307	-0,144	-0,415	-0,123	-0,450
Глубинная СЗ						
Вся зона	-0,096	-0,022	-0,002	0,174	-0,177	-0,092
ГлЗБ	0,199	-0,548	0,029	0,175	-0,492	0,071
ГлВБ	-0,977	0,810	0,560	-0,618	0,316	-0,892

Небольшая разница в средних для ВМ значениях сохранилась для аммония (0,37 и 0,38 μмольN/кг), нитратов (4,70 и 4,67 μмольN/кг) и параметра «PO» (452 и 470). Что касается остальных ГХ параметров, то средние значения кислорода и параметра «NO» в 1,5 и более раза выше в ГлЗБ, а фосфатов на 25% ниже, чем в ГлВБ.

³ Следует напомнить, что S-индекс 10,5 PSU – граница между ГлЗБ и ГлВБ, определенная с помощью Т, S-анализа в [14].

Выводы

1. На основании статистического анализа I. Cochrane [2], рассчитаны среднегодовые статистические S, O_2 -; S, PO_4 -; S, NH_4 и S, NO_3 -диаграммы для поверхностной и глубинной структурных зон вод Балтийского моря по данным [1]. При этом, как в поверхностной, так и глубинной зонах для S, PO_4 - и S, NH_4 -классов зависимость между соленостью и ГХ параметрами – прямолинейная, т.е. с ростом солености увеличиваются и значения фосфатов и аммония, а для S, O_2 - и S, NO_3 -классов зависимость обратная.

2. Используя $S, ГХ$ -диаграммы, для каждого из этих параметров, получены ГХ-индексы для ядер поверхностных ПовЗБ и ПовВБ и глубинных ГлЗБ и ГлВБ водных масс.

3. Выполнена статистическая оценка (среднее, максимум, минимум) термохалинных и гидрохимических характеристик структурных зон и водных масс Балтийского моря на уровне ядра, средних за период 1950-2005 гг..

4. Рассчитана теснота корреляционной связи [3] между полями солености и ГХ-параметров на поверхности моря и глубине максимума солености. Показано, что в пределах поверхностной СЗ характер связи между соленостью и ГХ параметрами сохраняется не для всех элементов: прямая только с фосфатами; обратная – с кислородом, нитратами и параметром «NO». При этом, теснота связи между S и PO_4 выше для ПовЗБ, чем для ПовВБ, а между S и O_2 , NO_3 или параметром «NO», наоборот, выше для ПовВБ. Для глубинной СЗ нет ни одного параметра, для которого характер связи между соленостью и параметром сохранялся бы в пределах зоны. При этом, для ГлВБ теснота связи, как положительная, так и отрицательная, между соленостью и параметром значительно выше, чем для ГлЗБ (положительная с NH_4 и PO_4 ; отрицательная с NO_3 параметром «NO» и O_2). За исключением параметра «PO», для которого теснота связи с соленостью, хотя и отрицательная, в ГлЗБ выше, чем в ГлВБ.

Работа выполнена в рамках госзадания ИО РАН (тема №0149-2019-0013).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Feistel, R. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment / R. Feistel, G. Nausch, N. Wasmund. – 2008. 712 p.

2. Cochrane I. D. The frequency distribution of surface-water characteristics in the Pacific Ocean // Deep Sea Res. – 1956. – Vol. 4. – No 1. – P. 45-53.

3. Брукс К. Применение статистических методов в метеорологии / К. Брукс, Н. Карузертс. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1963. – 416 с.

4. Шокальский Ю.М. Океанография. – Петроград, 1917 (2-е издание Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 537 с.).

5. Добровольский А.Д., Залогин Б.В. Моря СССР. – М. «Мысль», 1965. – 351 с.

6. Хупфер П. Балтика – маленькое море. Большие проблемы. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 136 с.

7. Берникова, Т. А. Гидрология и промысловая океанология: учебник. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с.

8. Антонов, А. Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и ее влиянии на промысел: моногр. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 248 с.

9. Дубравин, В. Ф. Эволюции термохалинной структуры вод Балтийского моря. – Москва: Изд-во «Перо», 2017. – 438 с.

10. Гидрохимические условия и основы формирования биологической продуктивности. Проект «Моря СССР» Т.Ш. Балтийское море. Вып. 2. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 435 с.

11. Степанов В.Н. Мировой океан. – М.: Знание, 1974. – 256 с.

12. Добровольский, А. Д. Об определении водных масс / А. Д. Добровольский // Океанология. – 1961. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 12-24.

13. Дубравин, В. Ф. Эволюции гидрохимических структур вод Балтийского моря / В. Ф. Дубравин, М. В. Капустина, В. А. Кречик // Известия Калининградского государственного технического университета. – 2017. – № 46. – С. 24-33.
14. Капустина М.В., Дубравин В.Ф. Сезонная изменчивость водных масс Балтийского моря // Сб. тезисов «Морские исследования и образование: MARESEDU-20156» (Москва, МГУ 19-24 октября 2015 г.). – М: Феория, 2015. – С. 268-271.
15. Broecker W.S., Takahashi T., Li Y.-H. Hydrography of the central Atlantic – II. Water beneath the Two-Degree Discontinuity // Deep Sea Res. – 1976. – Vol. 23. – No. 12A. – P. 1083-1104.
16. Broecker W.S., Takahashi T. Stuver M. Hydrography of the central Atlantic – I. The two-degree discontinuity // Deep Sea Res. – 1980. – Vol. 27. – No. 6A. – P. 397-419.
17. Broecker W.S., Takahashi T. Hydrography of the central Atlantic – III. The North Atlantic deep-water complex // Deep Sea Res. – 1980. – Vol. 27. – No. 8A. – P. 591-613.
18. Broecker W.S., Takahashi T. Hydrography of the central Atlantic – IV. Intermediate waters of Antarctic origin // Deep Sea Res. – 1981. – Vol. 28. – No. 3A. – P. 177-193.

ABOUT THERMOHALINE AND HYDROCHEMICAL INDICATORS OF WATER MASSES OF THE BALTIC SEA

Dubravин Vladimir Filippovich, Grand PhD in Geographic sciences, Associate Professor,
leading researcher;

Kapustina Mariia Vladimirovna, Junior Researcher

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, email: v_dubravин@mail.ru

The climatic average of hydrochemical parameters (oxygen (O_2 - ml/l, $\mu\text{mol}O_2/\text{kg}$), phosphorus phosphate (PO_4 - $\mu\text{mol}P/\text{kg}$), ammonium and nitrate nitrogen (NH_4 and NO_3 - $\mu\text{mol}N/\text{kg}$)) from [1] were estimated for surface and deep water masses for the period 1950–2005. For each of these parameters, using the Cochran statistical analysis method [2], hydrochemical indices of four water masses were obtained. The correlation [3] between the salinity and hydrochemical parameters at the sea surface and the depth of the salinity maximum was calculated

УДК 574.34; 639.371.12:591.5

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

Ефанов Валерий Николаевич, заведующий кафедрой экологии, биологии и природных ресурсов СахГУ, д-р биол. наук, профессор СахГУ, академик Российской академии естествознания

ФГБУ ВО Сахалинский государственный университет,
Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: yefanov.vn@mail.ru

Определена важность оптимального заполнения нерестилищ производителями – процесс, необходимый не только с позиции размножения и формирования численности потомства, но и с позиции формирования кормовой базы потомства.

По разным этапам онтогенеза представлены модели выживаемости особей в зависимости от абиотических и биотических факторов среды, а также краткосрочный прогноз интенсивности подхода рыбы в прибрежную зону

Результаты исследований

Представители рода тихоокеанских лососей – специфическая экологическая группа пойкилотермных моноциклических видов, совершающих анадромные миграции. В зависимости от нерестового субстрата их относят к литофильно-закапывающим, а по способу размножения к видам, охраняющим потомство [17].

Исходя из специфической экологической приуроченности рассмотрим эффективность воспроизводства тихоокеанских лососей на разных этапах онтогенеза. Однако для того, чтобы судить о воздействии абиотических и биотических факторов среды на эффективность воспроизводства особей кратко затронем такие два аспекта, как моноцикличность и анадромность.

В чём причина моноцикличности всех видов рода. Существует достаточно большое количество гипотез, объясняющих это явление. К примеру, **гипотеза истощения**: у рыб происходят значительные траты энергии в процессе анадромной миграции, а также на созревание половых продуктов, приводящих к необратимым нарушениям физиологических процессов в организме.

Инфарктная гипотеза – от поражения сердечно-сосудистой системы, от инфаркта миокарда, который возникает в результате внезапной смены среды обитания – перехода из морской среды в пресную. В стенках сосудов наблюдаются дистрофические, некротические явления.

Гипотеза гормональных изменений - некоторые гормоны, например, усиленно выделяющиеся кортикостероиды, выполняют функцию сигналов, включающих аппарат «самоубийства» клеток нерестующих лососей. Стресс признается основным фактором, приводящим к смерти рыб.

Генетическая гипотеза - посленерестовая гибель лососей связана с изменением структуры и функции генетического аппарата клеток рыб, т.е. с изменениями на молекулярном уровне. Эти механизмы можно назвать «генетическими часами смерти».

Гипотеза биологической целесообразности – заключающаяся в том, что тихоокеанские лососи обеспечивают кормовую базу для своей молоди. После нереста лососи, разлагаясь в основном в водотоках, поставляют в водоёмы (эстуарную зону моря, либо в озёра, будущее место нагула молоди, таких видов как горбуша, кета и нерка) или в водотоки (кижуч, чавыча, сима) как основные биогенные вещества такие как углерод, азот и фосфор, так и макроэлементы. Повышенное содержание биогенов благоприятствует развитию фитопланктона, а, в последующем, и прибрежного зоопланктона (корма доступного для молоди по размеру и качеству). В настоящее время наиболее распространена последняя гипотеза. В соответствии с ней олиготрофность водотоков и недостаток в эстуарных экосистемах биогенов покрывается за счёт весьма существенной энергии, привносимой лососями из океана.

Из сказанного вытекает, что заполнение рек производителями - процесс важный не только с позиции размножения и формирования численности потомства, но и с позиции формирования кормовой базы потомства.

Следующий экологический аспект – внутривидовая дифференциация лососей. Большинство исследователей отмечают, что у тихоокеанских лососей существует значительная биотопическая приуроченность, следствием чего считают ярко выраженный хоминг. Отсутствие последнего у горбуши и выдвижение гипотезы флюктуирующих популяций, по нашему мнению, либо некорректность сбора материала, либо недостаток натуральных наблюдений [14, 15, 16].

Что касается горбуши Сахалино-Курильского бассейна, то у неё, по результатам наших исследований, выделены поколения чётных и нечётных лет, между которыми существует темпоральная изоляция, летняя и осенняя горбуша, нерест которых происходит на различных биотопах (биотопическая и темпоральная изоляции) и специфические комплексы, приуроченные к определённым территориям (территориальная изоляция). То есть у горбуши, как и у других видов лососей, наличие различных типов популяционных структур [1, 2].

На рисунке 1 представлена схема популяционной структуры горбуши юга Сахалина.

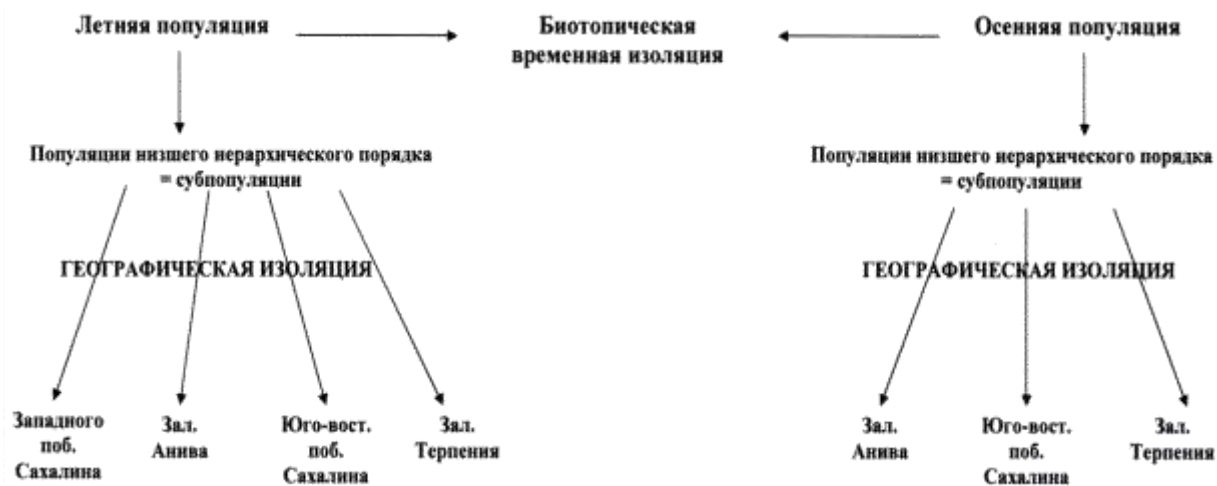


Рис.1. Популяционная структура горбуши юга Сахалина

Нерест особей горбуши летней и осенней внутривидовых группировок на различных биотопах обязывает принять следующие управленческие решения: оптимальным заполнением производителями следует считать не общее количество рыб в водотоке, а оптимальное заполнение производителями биотопа каждой внутривидовой группировки. Биотоп летней горбуши – верхнее и среднее течение водотоков (участки нерестилищ со скоростями течений в период нереста 0,5 – 0,6 м/сек), с заходом на нерест с июня по первые числа августа, а осенней - среднее и нижнее течение водотоков (скорости течений 0,4 – 0,5 м/сек и менее).

Возникает вопрос, а что значит оптимальное заполнение нерестилищ? Как отмечено ранее, тихоокеанские лососи относятся к литофильно-закапывающим, нерестящимся, как правило, на перекатах. Не вдаваясь в подробности процесса нереста заметим, что после откладки икры самка формирует так называемый нерестовый бугор, в основном овальной формы. Размер бугра зависит от вида, у горбуши он в длину до 1,5 м и 0,6 м в ширину. То есть его максимальная площадь равна 0,9 м². Исходя из плотности заполнения, при которой достигается наилучшая обеспеченность икры проточной водой, количество рыб на 100 м² нерестилищ должно быть в среднем равно 200 штук, при соотношении полов 1:1. Что касается других видов лососей, то оно оценивается в 80 – 120 штук.

Что позволяет достичь оптимальное количество заходящих особей? Во-первых – отложить то количество икры при котором возможно получить достаточное количество потомства. При этом обеспеченность икры, а в последующем эмбрионов и личинок кислородом, оптимальны. Во-вторых, размножение оптимального количества производителей обеспечивает достаточное количество основных биогенных элементов для последующего формирования кормовой базы в эстуарной зоне побережья. Кривая эффективности воспроизводства лососей от плотности заполнения нерестилищ производителями представлена на рисунке 2.

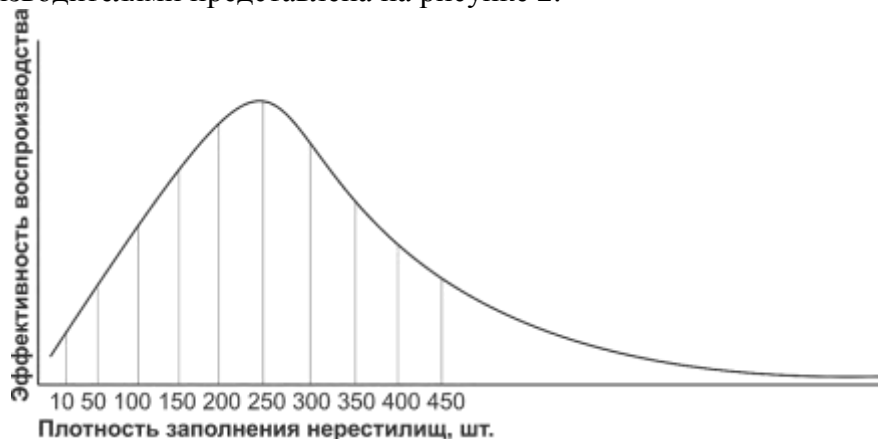


Рис.2. Кривая зависимости эффективности воспроизводства от плотности заполнения нерестилищ

Судя по информации, представленной на рисунке, наивысшая эффективность воспроизводства по горбуше достигается при плотности заполнения, варьирующей между 200 и 280 особями на 100 м² нерестовой площади. Обращает на себя внимание, что в том случае, когда в реки на нерест заходит менее 50 особей, эффективность воспроизводства уменьшается, налицо так называемый эффект Олли, ранее установленный нами на примере горбуши западного Сахалина [2].

При этом уменьшение эффективности происходит, не смотря на увеличение количества поклатников от пары производителей, до 900 – 1000 штук. Отсюда понятно, что причина минимальной эффективности – следствие слабо развитой кормовой базы в эстуарной зоне, обусловленной недостаточным количеством поступающих биогенов от разложившихся производителей.

Следующий аспект нашего рассмотрения - это отнесение лососей, как организмов к абиотическим и биотическим факторам среды обитания. Ряд исследователей относят их к эврибионтам, на том основании, что они обитают в весьма разнообразных условиях среды. Однако лососи, на разных этапах онтогенеза, обитают в 4, а некоторые в 5 экосистемах и при этом, по крайней мере, в пресноводной лотической, а нерка и в ленточной, а также в эстуарных экосистемах на ранних этапах онтогенеза весьма требовательны к условиям среды. Так, стенобионтность горбуши в речной период заключается в высокой требовательности её особей к расходам воды и плотности, а в эстуарный к термическому режиму, численности поклатников и кормовой базе такого размера, которого она способна потреть.

Стенобионтность лососей на ранних этапах онтогенеза можно продемонстрировать кривой выживаемости, изображённой на рисунке 3.



Рис. 3. Зависимость реакции организма от интенсивности действия фактора среды

Из рисунка 3 следует, что отклонение среды от оптимума обитания пойкилотермного организма приводит к уменьшению выживаемости, а порой и к смертности. Следует отметить, что чем больше сумма отклонений, накопленных в каждый день, тем выживаемость меньше и наоборот. Именно на этой основе построены экологические модели для прогнозирования тихоокеанских лососей, жизненный цикл которых протекает в весьма различных по условиям среды экосистемах. В моделях, разработанных совместно с Е. И. Скалецкой [2, 6, 7, 8, 9], выживаемость представлена в зависимости от абиотических и биотических факторов [4, 5], по крайней мере, по 3 этапам онтогенеза, таким как нерест, эмбрионально-личиночный и ранний морской периоды жизни. Считаю, что для построения интегральных моделей выживаемости достаточно использовать такие абиотические факторы как расход или скорость воды в водотоках и температуру воды в прибрежье, а из биотических – плотность, как производителей, так и молоди.

Ниже представлены модели выживаемости по трём этапам онтогенеза.

Модель эффективности нереста в зависимости от расходов воды и плотности заполнения нерестилищ производителями (1).

$$E = \frac{1}{aP} (1 - e^{-aP}) \times \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e^{-\beta(V_i - V_o)^2} \quad (1)$$

где:

E – эффективность нереста;

$P = n/S$ – плотность заполнения нерестилищ производителями;

N – продолжительность нереста в сутках;

V_i – скорость течения в i -е сутки нереста (м/сек);

V_o – некоторая оптимальная скорость течения воды;

$a = 0,1$ при плотности P , измеряемой в экз./100 м²;

β – коэффициент, принимающий два возможных значения:

$\beta = \beta_1$, если $V_i \geq V_o$, и $\beta = \beta_2$, если $V_i < V_o$.

Модель выживаемости горбуши в течение эмбрионально–личиночного периода в зависимости от скорости течения воды и плотности производителей (2).

$$\sigma = \exp(-V_1 Q / V_2 (V_2 - Q)) \exp(-\gamma \sum_{i=1}^{N_1} V_i - V^0)^2) \quad (2)$$

где:

σ – выживаемость в зависимости от плотности;

Q – плотность икры на нерестилище;

V_i – скорость течения воды в i -й день эмбрионально-личиночного периода ($i=1, \dots, N_1$);

N_1 – продолжительность этого периода в сутках;

V_o – оптимальное значение скорости течения воды.

Модель выживаемости горбуши в течение раннего морского периода жизни в зависимости от численности покатников и температуры воды в прибрежье (3).

$$S_M = A N e^{-\gamma N} \sum_{i=1}^T N_i \exp \left\{ -\beta \sum_{j=0}^9 (t_{j+i} - t_{j+i}^0)^2 \right\} / \sum_{i=1}^T N_i, \quad (3)$$

где:

S_M (%) выживаемость от N (млн. шт.);

T – продолжительность ската в сутках;

N_i – количество мальков, скатившихся в i -й день;

t_i – температура воды в прибрежной зоне моря в i -й день;

t_i^0 – оптимальное значение температуры в i -й день;

k, β_j ($j = 0, \dots, k$) – константы.

Величина k означает количество дней, в течение которых молодь горбуши особенно чувствительна к условиям внешней среды, т.е. k – это продолжительность периода адаптации (по нашим данным она равна 10 дням).

Прогнозирование тихоокеанских лососей на основе модели Рикера (потомство – родители) [18], а также им подобным [3], возможно для суждения о численности будущего поколения только в первом приближении. Значительная ошибка при использовании этих типов моделей в прогнозе – следствие того, что лососи пойкилотермные организмы и накопление изменений среды обитания у них, типичных стенобионтов на разных этапах онтогенеза, приводит к значительной вариабельности их выживаемости (у горбуши в 200 и более раз между смежными поколениями).

В заключение представим метод прогнозирования интенсивности возврата лососей в прибрежье, при этом отметим, что особям каждой внутривидовой группировки свойственны свои сроки возврата в прибрежную зону. При этом заметим, что этот метод был представлен ранее в различных изданиях [10, 11, 12, 13].

На рисунке 4 и 5 представлены кривые среднесуточной интенсивности подхода горбуши к юго-восточному побережью Сахалина и динамика изменения соотношения полов по срокам хода.

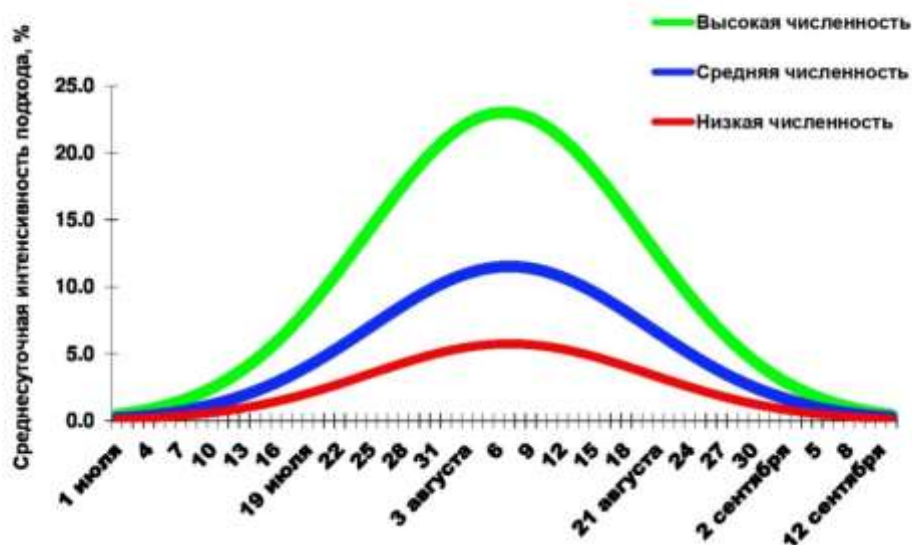


Рис. 4. Среднесуточная интенсивность подхода горбуши к юго-восточному побережью Сахалина

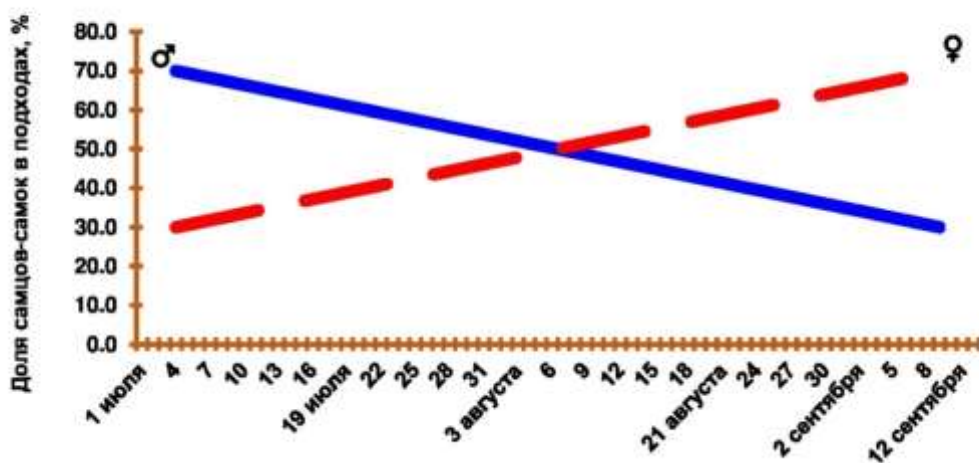


Рис. 5. Динамика доли самцов и самок горбуши

Следуя представленным данным можно отметить так называемый «эффект кажущегося изменения сроков подхода рыбы в прибрежье в зависимости от численности поколения». Однако этот «эффект» - кажущееся явление, заключающееся в том, что при низкой численности возврат рыб незначителен и их вылов орудиями лова ничтожен. Отсюда мнение, что рыба подошла позже. Отмеченная зависимость позволяет на основании данных по суточному вылову и динамике соотношения полов прогнозировать интенсивность подхода рыбы с недельной заблаговременностью.

В завершение работы представим основополагающие заключения, вытекающие как из настоящей работы, так и проделанных ранее исследований, довольно подробно представленных ранее в монографии [2].

1. Заполнение рек производителями процесс как необходимый, так обязательный не только с позиции размножения и формирование потомства, но и с позиции формирования кормовой базы потомства.

2. Оптимальным заполнением производителями следует считать не общее количество рыб в водотоке, а оптимальное заполнение производителями биотопа каждой внутривидовой группировки.

3. Прогнозирование количества возвращающихся тихоокеанских лососей возможно только на основе экологических моделей, в которых по этапам онтогенеза рассмотрена зависимость выживаемости от абиотических и биотических факторов среды.

4. Исходя из постулата о том, что особям каждой внутривидовой группировки лососей свойственны свои сроки возврата на основе кривых среднесуточной интенсивности подхода и динамики изменения соотношения полов, возможно осуществлять краткосрочный прогноз подхода рыбы в прибрежную зону.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефанов В.Н. Популяционная структура горбуши, воспроизводящейся в реках Сахалинской области / В.Н. Ефанов // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока: сб. науч. тр. - Владивосток, 1989. - С. 52-65.
2. Ефанов В.Н. Организация мониторинга и моделирование запасов популяций рыб (монография) / В.Н. Ефанов. - Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2003. - 258 с.
3. Ефанов В.Н. Прогнозирование численности промысловых подходов лососей в СССР / В.Н. Ефанов, А.В. Евзеров, О.А. Никулин // Биология лососевых: тез. докл. Междунар. четырехсторон. совещ. (СССР, США, Канада, Япония). - Южно-Сахалинск, 1978. - С. 70-72.
4. Ефанов В.Н. Некоторые аспекты исследования связей «среда-объект» на примере горбуши / В.Н. Ефанов, С.М. Климов // Тезисы докладов VII Всесоюзной конференции по промысловой океанографии, посвящ. 125-летию со дня рождения Н.М. Книповича (Астрахань, 19-21 мая 1987 г.). - Астрахань, 1987. - С. 213-214.
5. Ефанов В.Н. Количественный анализ численности горбуши южных районов о-ва Сахалин. Математическое моделирование в популяционных исследованиях / В.Н. Ефанов, С.М. Климов. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. - С. 115-122.
6. Ефанов В.Н. Математическое моделирование динамики численности южно-сахалинской горбуши / В.Н. Ефанов, Е.И. Скалецкая. - 1989. - 22 с. - Деп. в ВИНТИ.
7. Ефанов В.Н. Математическая модель динамики численности популяции горбуши. Математические проблемы экологии / В.Н. Ефанов, Е.И. Скалецкая // Тезисы докладов 3 школы. Чита, 1990а. - С. 54.
8. Ефанов В.Н. Краткосрочное прогнозирование численности популяции горбуши юга Сахалина. Математическое моделирование в популяционных исследованиях / В.Н. Ефанов, Е.И. Скалецкая. - Владивосток: ДВО АН СССР, 1990б. - С. 108-114.
9. Ефанов В.Н. Зависимость эффективности нереста горбуши от числа производителей и гидрологического режима нерестовых рек. Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования / В.Н. Ефанов, Е.И. Скалецкая, Н.П. Громова // Тезисы докладов 12 школы семинара. - Ростов н/Д., 1988. - С. 294.
10. Ефанов В.Н. Методика краткосрочного прогнозирования подходов горбуши к прибрежью. Биология лососевых / В.Н. Ефанов, В.М. Чупахин, Л.Д. Хоревин. - Владивосток: ТИНРО, 1978а. - С. 46-47.
11. Ефанов В.Н. Методика краткосрочного прогнозирования интенсивности подходов горбуши к прибрежью / В.Н. Ефанов, В.М. Чупахин, Л.Д. Хоревин // Международное 4-стороннее (СССР, США, Канада, Япония) совещание по биологии тихоокеанских лососей. - Владивосток, 1978б. - С. 65-67.
12. Ефанов В.Н. Методика прогнозирования сроков и интенсивности подходов горбуши в прибрежье. Количественные методы в экологии животных / В.Н. Ефанов, В.М. Чупахин. - Л.: ЗИН АН СССР, 1980. - С. 52-53.
13. Ефанов В.Н. Колебания численности горбуши, воспроизводившейся в реках Сахалино-Курильского бассейна, и некоторые факторы, ее определяющие / В.Н. Ефанов, В.М. Чупахин

// Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР. - М.: Наука, 1983. - С. 98-102.

14. Животовский Л.А. Роль миграций и отбора в генетической дифференциации горбуши / Л.А. Животовский, М.К. Глубоковский // Доклад АН СССР. – 1989. - Т. 308. - С. 1235-1240.

15. Животовский Л.А. Генетическая дифференциация горбуши / Л.А. Животовский, М.К. Глубоковский, Р.М. Викторский // Генетика. - 1989. - Т. 25, № 7. - С. 1261-1274.

16. Животовский Л.А. Модель динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* / Л.А. Животовский, В.В. Храмцов, М.К. Глубоковский // Вопросы ихтиологии. – 1996. - Т. 36, № 3. - С. 369-385.

17. Никольский Г.В. Экология рыб / Г.В. Никольский. – М.: Высшая школа, 1963. - 368 с.

18. Ricker W.E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish Res. Board Canada. Bull / W.E. Ricker. - 1975. - V. 191. - P. 1-382.

ECOLOGICAL ASPECTS OF REPRODUCTION OF THE PACIFIC SALMON

Efanov Valery Nikolaevich, Head of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources of SakhsU, Doctor of Biological Sciences, prof. SakhsU, academician of the Russian Academy of Natural Sciences

Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, e-mail: yefanov.vn@mail.ru

The importance of optimal filling of spawning grounds with producers is determined - the process necessary not only from the position of reproduction and formation of the number of offspring, but also from the position of the formation of the forage base of the offspring.

At different stages of ontogenesis, survival models of individuals are presented depending on abiotic and biotic environmental factors, as well as a short-term forecast of the intensity of fish approaching the coastal zone.

УДК 504.06(06)

К СОВРЕМЕННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Кочетков Константин Андреевич, аспирант кафедры ихтиологии и экологии;
Тылик Константин Владимирович, профессор кафедры ихтиологии и экологии,
канд. биол. наук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, e-mail: tylik@klgtu.ru

Проведен анализ объектов в системе прибрежно-морского природопользования Калининградской области, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Были применены критерии, позволяющие разделить эти объекты на четыре категории по степени негативного воздействия. Проведена группировка производственных объектов первой категории по видам и степени негативного воздействия на прибрежно-морские природные комплексы Калининградской области

Уникальным природным элементом ландшафта Калининградской области является ее морское побережье [1,2]. Вместе с тем это побережье уже давно подвергается все возрастающему антропогенному воздействию в рамках различных видов прибрежно-морского природопользования.

Прибрежная зона комбинирует в себе все компоненты природной среды, образуя прибрежно-морские природные комплексы, которые являются объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности [3]. Под воздействием различных антропогенных факторов эти комплексы во многих случаях трансформируются в техногенно развитые системы, нуждающиеся в пристальном контроле их развития с целью недопущения негативного воздействия на окружающую среду.

В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, по уровню воздействия подразделяются на четыре категории. При установлении критериев, на основании которых относят объекты к той или иной категории, исходят из:

- уровня воздействия на окружающую среду видов хозяйственной или другой деятельности;
- характера и концентрации загрязняющих веществ, классов опасности отходов производства и потребления;
- классификации промышленных производств и объектов;
- а также особенностей осуществления деятельности в области использования атомной энергии.

Критерии отнесения объектов, негативно влияющих на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий, установлены Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.09.2015 № 1029 [4].

Присвоение объекту той или иной категории происходит при его постановке на государственный учёт в государственном реестре. Эта категория объекта может быть изменена при периодическом обновлении сведений о данном объекте. Так, к примеру, предприятие ООО «Лукойл-Комплексный нефтяной терминал» в г. Светлый Калининградской области, ранее относившееся к I категории объектов негативно влияющих на окружающую среду, согласно обновленных сведений Федерального государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, в настоящее время перенесено во II категорию (табл. 2).

Таблица 1

Количество объектов по категориям, оказывающих негативное воздействие на прибрежно-морские природные комплексы, поставленных на учет Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзора) по Калининградской области

Категория	I	II	III	IV
Уровень воздействия на окружающую среду	Объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий	Объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду	Объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду	Объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду
Количество объектов	6	26	56	5

Еще около 30 объектов в настоящее время еще не поставлены на учет.

Таким образом, в системе прибрежно-морского природопользования Калининградской области к I категории объектов, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, в настоящее время отнесены:

1. «Морская ледостойкая стационарная платформа (МЛСП) Д-6», осуществляющая деятельность по добыче сырой нефти и природного газа, включая переработку природного газа на шельфе Балтийского моря в Зеленоградском районе Калининградской области, принадлежащий ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть».

2. «База производственного обеспечения (Участок по переработке бурового шлама в г. Светлый Калининградской области)», принадлежащая ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть», осуществляющая деятельность по обработке и утилизации отходов в части, касающейся обезвреживания отходов производства и потребления с применением оборудования и установок.

3. «Очистные сооружения ООО «Полекс-Эко» в черте городского округа «Город Калининград», ведущие деятельность по обработке и утилизации отходов в части, касающейся обезвреживания отходов производства и потребления с применением оборудования и установок: по обезвреживанию отходов производства и потребления I - III классов опасности, включая пестициды и агрохимикаты, пришедшие в негодность и запрещенные к применению.

4. «Производственная площадка ЗАО «Содружество-Соя» в черте г. Светлый Калининградской области. На данном объекте осуществляется деятельность по производству следующих пищевых продуктов: мясо и мясопродукты (с проектной производительностью 50 тонн готовой продукции в сутки и более); растительные и животные масла и жиры (с проектной производительностью 75 тонн готовой продукции в сутки и более); продукция из картофеля, фруктов и овощей (с проектной производительностью 300 тонн готовой продукции в сутки (среднеквартальный показатель) и более); молочная продукция (с проектной мощностью 200 тонн перерабатываемого молока в сутки (среднегодовой показатель) и более).

5. «Канализационные очистные сооружения Муниципального предприятия коммунального хозяйства «Водоканал» городского округа «Город Калининград» в черте г. Калининград. Осуществляется деятельность по сбору и обработке сточных вод в части, касающейся очистки сточных вод централизованных систем водоотведения (канализации) (с объемом 20 тыс. куб. метров в сутки отводимых сточных вод и более).

6. «Производственная площадка ООО «Союз-ТТМ» в г. Калининграде, ведущая деятельность по производству растительных и животных масел и жиров (с проектной производительностью 75 тонн готовой продукции в сутки и более).

Данные объекты I категории негативного воздействия на окружающую среду, за исключением МЛСП Д-6, располагаются в акватории реки Преголя - Калининградского морского судоходного канала в границах Морского порта Калининград и прямо оказывают воздействие на акваторию Калининградского (Вислинского) залива Балтийского моря.

Критерии отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I - IV категорий были утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации только в 2015 году и до этого времени широко не применялись. Постановка на государственный учет объектов негативного воздействия в настоящее время все еще носит добровольный характер. Стоит отметить, что конкретный объект относится к той или иной категории по одному или сразу нескольким критериям (табл.2).

Таблица 2

Критерии отнесения объектов негативно воздействующих на окружающую среду к I категории на территории Калининградской области

№	Объекты I категории, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий	Критерии отнесения объектов негативного воздействия на окружающую среду к I категории в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 (Осуществление хозяйственной и иной деятельности)
1	Морская ледостойкая стационарная платформа Д-6 ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть»	деятельность по добыче сырой нефти и природного газа, включая переработку природного газа
2	База производственного обеспечения ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть»	деятельность по обработке и утилизации отходов в части, касающейся обезвреживания отходов производства и потребления с применением оборудования и установок

№	Объекты I категории, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий	Критерии отнесения объектов негативного воздействия на окружающую среду к I категории в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 (Осуществление хозяйственной и иной деятельности)
3	Производственная площадка ЗАО «Содружество-Соя»	деятельность по производству следующих пищевых продуктов: мясо и мясопродукты (с проектной производительностью 50 тонн готовой продукции в сутки и более); растительные и животные масла и жиры (с проектной производительностью 75 тонн готовой продукции в сутки и более); продукция из картофеля, фруктов и овощей (с проектной производительностью 300 тонн готовой продукции в сутки (среднеквартальный показатель) и более); молочная продукция (с проектной мощностью 200 тонн перерабатываемого молока в сутки (среднегодовой показатель) и более)
4	Очистные сооружения ООО «Полекс-Эко»	деятельность по обработке и утилизации отходов в части, касающейся обезвреживания отходов производства и потребления с применением оборудования и установок: по обезвреживанию отходов производства и потребления I - III классов опасности, включая пестициды и агрохимикаты, пришедшие в негодность и запрещенные к применению
5	Канализационные очистные сооружения МП КХ «Водоканал» г. Калининграда	деятельность по сбору и обработке сточных вод в части, касающейся очистки сточных вод централизованных систем водоотведения (канализации) (с объемом 20 тыс. куб. метров в сутки отводимых сточных вод и более)
6	Производственная площадка ООО «Союз-ТТМ»	деятельность по производству растительных и животных масел и жиров (с проектной производительностью 75 тонн готовой продукции в сутки и более)

В соответствии с выявленными (установленными) критериями отнесения объектов прибрежно-морского природопользования к I категории негативного воздействия на окружающую среду на территории Калининградской области (Таблица 2) и анализа их хозяйственной деятельности можно сгруппировать данные объекты по следующим направлениям:

1. Добыча природных ресурсов.
2. Производство продуктов питания.
3. Обращение с отходами производства и потребления.

Производственные объекты, отнесенные к I категории, на территории Калининградской области оказывают следующие виды негативного воздействия:

- воздействие на геологическую среду (истощение недр, возможное изменение уровня дна моря);
- воздействие на водные биоресурсы (физические факторы – шумовые (акустическое загрязнение), вибрационные, электро-магнитные, фактор беспокойства);
- воздействие на атмосферу – выбросы загрязняющих веществ в процессе осуществления производственной деятельности;
- уничтожение биоты (зоопланктон и т.д.) в районе производства работ по берегоукреплению, намывке территорий;
- сброс производственных сточных вод в акваторию;
- обращение с отходами производства и потребления (временное хранение, размещение отходов, утилизация);
- отчуждение земельных ресурсов под размещение производств;
- инфильтрация поллютантов накопленного экологического ущерба через почву в акваторию;
- все стандартные негативные воздействия от производственной деятельности, оказываемые на литосферу, атмосферу, гидросферу при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.

По степени воздействия на прибрежно-морские природные комплексы, существующие производственные объекты I категории на территории Калининградской области, можно охарактеризовать следующим образом:

1. Объекты, не затрагивающие геоморфологические изменения прибрежной территории (МЛСП Д-6 – 22 км от берега).
2. Объекты, существенно изменяющие прибрежную территорию (ЗАО «Содружество-Соя»: отсыпка и берегоукрепление).
3. «Объекты-доноры» производственных территорий (вблизи канализационных очистных сооружений г. Калининграда появляются новые производственные объекты).
4. Объекты, расположенные на территориях накопленного экологического ущерба (ООО «Союз-ТТМ»).

Помимо собственного специфического негативного воздействия этих объектов может возникать кумулятивный эффект от комбинации совместной деятельности нескольких объектов на акваторию Балтийского моря.

Полная инвентаризация производственных объектов на территории Калининградской области, относящихся к прибрежно-морскому природопользованию, их классификация на категории по уровню воздействия на окружающую среду в соответствии с современной системой критериев позволят подойти к созданию единой системы управления прибрежными территориями и применения комплексного подхода для решения проблем охраны окружающей среды от негативного воздействия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Природа Калининградской области. Ландшафты. Особо охраняемые природные территории; [справочное пособие] /составители: Медведев В.А., Алексеев Ф.Е. - Калининград: Исток, 2013. - 192 с.
2. Природа Калининградской области. Ключевые природные комплексы: [справочное пособие] / составители: Медведев В.А., Алексеев Ф.Е. - Калининград: Исток, 2014. -192 с.
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
4. Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

MODERN CHARACTERISTICS OF THE COASTAL AND MARINE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE KALININGRAD REGION

Kochetkov Konstantin Andreevich, PhD student of the Department of Ichthyology and Ecology;
Tylik Konstantin Vladimirovich, professor of the department of ichthyology and ecology,
candidate of biological sciences

Kaliningrad State Technical University,
Kaliningrad, Russia, e-mail: tylik@klgtu.ru

The analysis of objects in the system of coastal-marine environmental management of the Kaliningrad region that have a negative impact on the environment was carried out. Criteria were used to divide these objects into four categories according to the degree of negative impact. A grouping of production facilities of the first category by type and degree of negative impact on the coastal-marine natural complexes of the Kaliningrad region was carried out

РАСЧЕТ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Кудрявцева Елена Андреевна, канд. геогр. наук, научный сотрудник;
Буканова Татьяна Васильевна, канд. геогр. наук, научный сотрудник

Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук,
Москва, Россия, e-mail: kudryavtzeva@rambler.ru

По данным, полученным в юго-восточной части Балтийского моря в экспедициях 2003-2015 гг. показано, что температура поверхностного 5-м слоя служит индикатором горизонтального распределения первичной продукции в столбе воды. В работе предложен простой регрессионный алгоритм, характеризующийся высокой статистической значимостью и достаточной точностью для практического использования. Алгоритм применен для расчета первичной продукции изучаемого региона на основе данных, полученных со спутников MODIS-Aqua и -Terra

Введение

Полученная со спутника информация широко используется для наблюдения за крупномасштабной динамикой морских экосистем, в том числе для расчета первичной продукции фитопланктона. Ключевым подходом в исследовании первичной продуктивности является моделирование с использованием биооптических спутниковых данных, которые предоставляют информацию по концентрации «а» хлорофилла, который является показателем биомассы фитопланктона [1].

Балтийское море представляет собой полузамкнутый солоновато-пресный водоем и классифицируется как оптически сложная морская среда [2]. Помимо концентрации хлорофилла «а» в оптических свойствах Балтийского моря преобладает взвешенное вещество, поступающее с речным стоком, окрашенное растворенное органическое вещество, включающее гуминовые и фульвокислоты. Растворенное органическое вещество поглощает в диапазоне ультрафиолетового синего спектра, конкурируя с фитопланктоном за поглощение синих фотонов. Это приводит к существенной переоценке концентрации хлорофилла «а» в Балтийском море [2, 3].

Грубость оценок концентрации «а» хлорофилла по спутниковым данным преследует нас в поиске альтернативных методов моделирования первичной продукции по спутниковым данным. В отличие от определений концентрации хлорофилла «а», спутниковые измерения температуры поверхности моря в инфракрасном диапазоне обеспечивают точность определения температуры *in situ* $\pm 0,5$ °C не только в прозрачных океанических водах, но и в регионах, подобных Балтийскому морю [4, 5]. По результатам многолетних комплексных исследований, которые проводились в юго-восточной части Балтийского моря в 2003-2015 гг., среди других факторов была выявлена тесная связь между осредненными по верхнему 10-м слою величинами первичной продукции и температурой воды [6]. Это свидетельствует о том, что данным районе температура может служить индикатором вод с разной продуктивностью фитопланктона. Поэтому было решено посвятить данное исследование оценке возможностей моделирования первичной продукции по спутниковым данным (MODIS Aqua и Terra) по температуре поверхности моря. Для этого необходимо было: (1) – по экспедиционным данным найти слой, для которого отмечается наиболее тесная статистическая связь между величинами первичной продукции и температурой воды; (2) – найти такую связь для экспедиционных и спутниковых данных по температуре воды для слоев разной мощности; (3) – рассчитать первичную продукцию по спутниковым данным по температуре воды с наибольшей точностью.

Материал и методы

Как уже было отмечено, экспедиционные исследования в юго-восточной части Балтийского моря проводились в период с 2003 по 2015 год. С разной частотой наблюдений на 37 станциях проводили определения первичной продукции и CTD-зондирования (Рис. 1). Для измерения температуры воды на станциях использовали CTD-датчики (Mark III Niel Brown Inst, YSI 600XLM, CTD90M See&Sun Technology CTD probes). Пробы воды на первичную продукцию отбирали из 5-л батометров Нискина, установленных на зондирующем комплексе. Первичную продукцию определяли с помощью радиоуглеродной модификации скляночного метода [6, 7]. Экспозицию проб проводили в стеклянных бутылках по 310 см³ (светлых и темных, покрытых алюминиевой фольгой) в течение 4-8 часов в проточном инкубаторе, установленном на палубе судна. [8]. Активность фильтров определяли на сцинтилляционном счётчике Rackbeta.

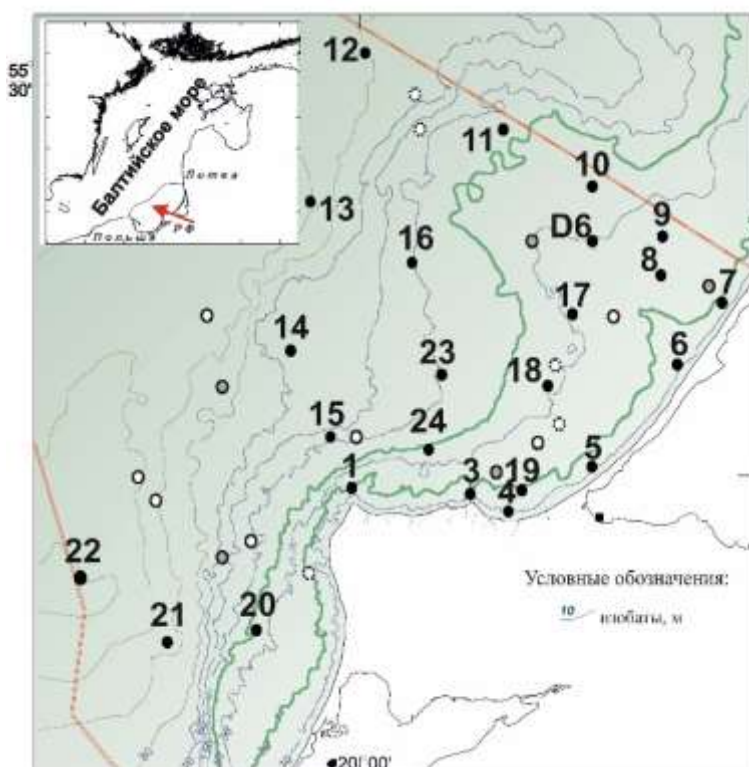


Рис. 1. Расположение станций наблюдений, где проводились натурные измерения первичной продукции и CTD-зондирования в ходе экспедиций 2003-2015 гг. в юго-восточной части Балтийского моря.

Спутниковые оценки температуры поверхности моря основаны на данных радиометра MODIS, установленного на спутниках (Aqua и Terra) по данным базы NASA (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>). В массиве за 2003-2015 гг. приводятся ежесуточные данные с пространственным разрешением 1×1 км. Спутниковые данные в инфракрасном диапазоне ограничены облачными условиями. Снимки обработаны в программе SeaDAS (версия 7.4).

Математическая обработка данных проведена с использованием линейного регрессионного анализа для поиска наилучшей связи между величинами первичной продукции (1-м слой, 10-м слой и для столба воды) и температурой поверхности моря для различных слоев (2-м слой, 5 м слой, 10-м слой). Поскольку температуры скин-слоя характеризуются разномасштабной временной изменчивостью аналогичное сравнение проведено для спутниковых и судовых данных (2-м слой, 5 м слой, 10-м слой). Для приведения данных по первичной продукции к нормальному распределению применена логарифмическая трансформация.

Результаты и обсуждение

Как ожидалось и показано в таблице 1, в результате математической обработки данных выявлена тесная статистическая связь между величинами первичной продукции и экспедиционными данными по температуре воды. Наиболее значимая связь найдена для наборов данных по первичной продукции, усредненной в верхнем 10-метровом слое, где создается около 90% от общего объема первичного производства [9]. Однако, наибольшие значения коэффициента детерминации (R^2) и наименьшая стандартная ошибка измерений (SE) были получены для первичной продукции в столбе воды и температуры верхнего 5-метрового слоя.

Таблица 1

Элементы линейного регрессионного анализа связи величин первичной продукции и температуры поверхности моря по данным CTD-зонда, осредненные для разных слоев (n=355)

Первичная продукция (y)	Температура воды (x)	a (сдвиг)	b (наклон)	R^2	SE	F	p
поверхностная (мгС м ⁻³ сут ⁻¹)	верхний 2-м слой	0,420	1,446	0,65	0,440	654	$2,0 \times 10^{-82}$
	верхний 5-м слой	0,422	1,452	0,65	0,441	649	$1,9 \times 10^{-81}$
	верхний 10-м слой	0,422	1,468	0,65	0,438	656	$2,4 \times 10^{-82}$
верхний 10-м слой (мгС м ⁻³ сут ⁻¹)	верхний 2-м слой	0,286	1,387	0,66	0,415	677	$2,3 \times 10^{-84}$
	верхний 5-м слой	0,287	1,393	0,66	0,417	670	$3,2 \times 10^{-83}$
	верхний 10-м слой	0,284	1,409	0,66	0,417	679	$2,8 \times 10^{-84}$
в столбе воды (мгС м ⁻² сут ⁻¹)	верхний 2-м слой	1,438	1,273	0,65	0,391	642	$7,3 \times 10^{-82}$
	верхний 5-м слой	1,441	1,284	0,66	0,386	664	$1,1 \times 10^{-82}$
	верхний 10-м слой	1,438	1,293	0,65	0,389	649	$3,7 \times 10^{-82}$

*a, b – коэффициенты регрессионного уравнения $y=a+bx$, R^2 – коэффициент детерминации, F – F-тест, SE – стандартная ошибка измерений, n – число наблюдений, p – p-уровень.

Применение четырех-факторной регрессионной модели к данным по первичной продукции и температуре воды приводит к увеличению статистической связи между рассматриваемыми показателями (Рис. 2), когда до 73 % изменчивости величин первичной продукции может объясняться температурой воды. Соотношение между двумя параметрами сильно положительное в диапазоне температур воды около 0-7 °С и 13-19 °С. Первый диапазон соответствует началу весеннего «цветения», сопровождающегося интенсивным ростом фитопланктона, второй – началу летнего «цветения» сине-зелёных водорослей. Согласно графику первичная продукция снижается при температуре воды, превышающей 19-20 °С, и в диапазоне температур 7-13 °С. Указанные диапазоны, очевидно, соответствуют периодам биогенного лимитирован роста фитопланктона в конце весны и периоду ухудшения условий освещенности и последующего снижения скорости фотосинтеза осенью. Угнетение фотосинтеза при температуре воды выше 19-20 °С очевидно связано лимитированием развития сине-зелёных водорослей низкими концентрациями фосфатов и сменой доминирующих групп фитопланктона.

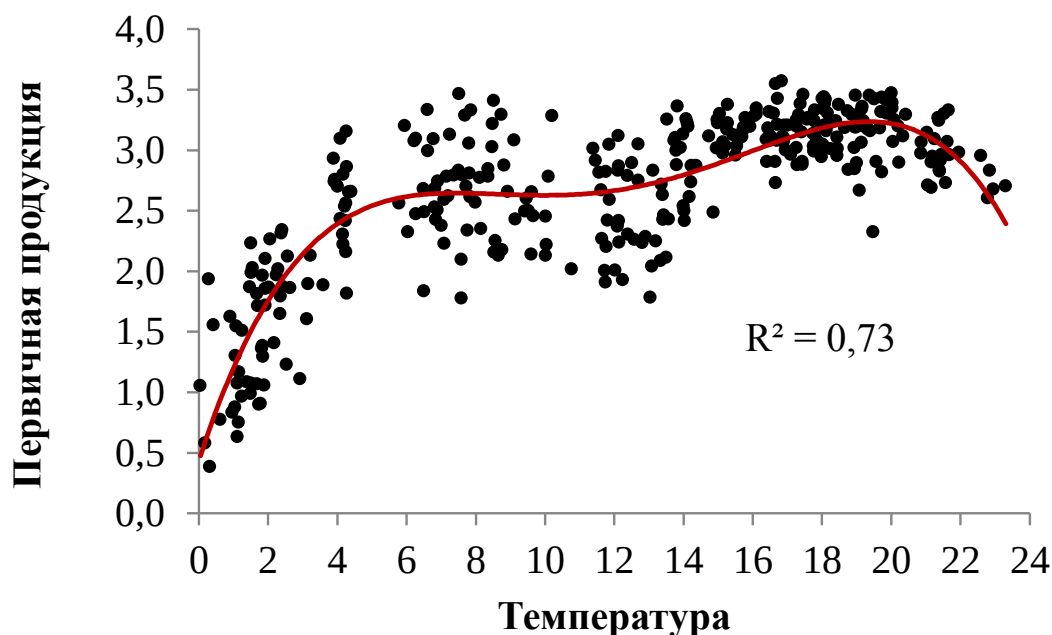


Рис. 2. Изменчивость величин первичной продукции в столбе воды ($\text{гС м}^{-2} \text{сут}^{-1}$) в зависимости от уровня прогрева верхнего 5-м слоя морских вод ($^{\circ}\text{C}$).

При сравнении данных по спутниковой температуре с результатами судовых измерений температур наилучшее соответствие было обнаружено для верхнего перемешанного слоя глубиной 2 м (табл. 2). По-видимому, в изучаемом районе скин-слой, полученный из спутниковых данных, является наиболее репрезентативным для указанных глубин.

Таблица 2

. Элементы линейного регрессионного анализа связи величин температуры поверхности моря по спутниковым данным и температуры поверхности моря по данным CTD-зондирований, осредненные для разных слоев ($n = 119$)

MODIS (y)	CTD-данные (x)	a (сдвиг)	b (наклон)	R^2	SE	F	p
	верхний 2-м слой	-0,243	1,018	0,964	1,424	3141	$2,2 \times 10^{-86}$
	верхний 5-м слой	-0,389	1,052	0,959	1,515	2762	$3,1 \times 10^{-83}$
	верхний 10-м слой	-0,483	1,105	0,942	1,830	1856	$8,4 \times 10^{-73}$

Величины первичной продукции в столбе воды, рассчитанные по наиболее статистически значимому алгоритму, оказались заниженными в 1,3 раза, по сравнению с натурными данными, что означает недооценку первичного производства по спутниковым данным. Точность определения смоделированных значений первичной продукции составляет 67 %, поэтому желательна дальнейшая коррекция эмпирической модели. Тем не менее, средняя для района смоделированная величина годовой первичной продукции составила $231 \text{ гС м}^{-2} \text{год}^{-1}$, что хорошо согласуется с данными натурных наблюдений [6, 8].

Пространственное распределение смоделированной годовой первичной продукции показано на Рис. 3.

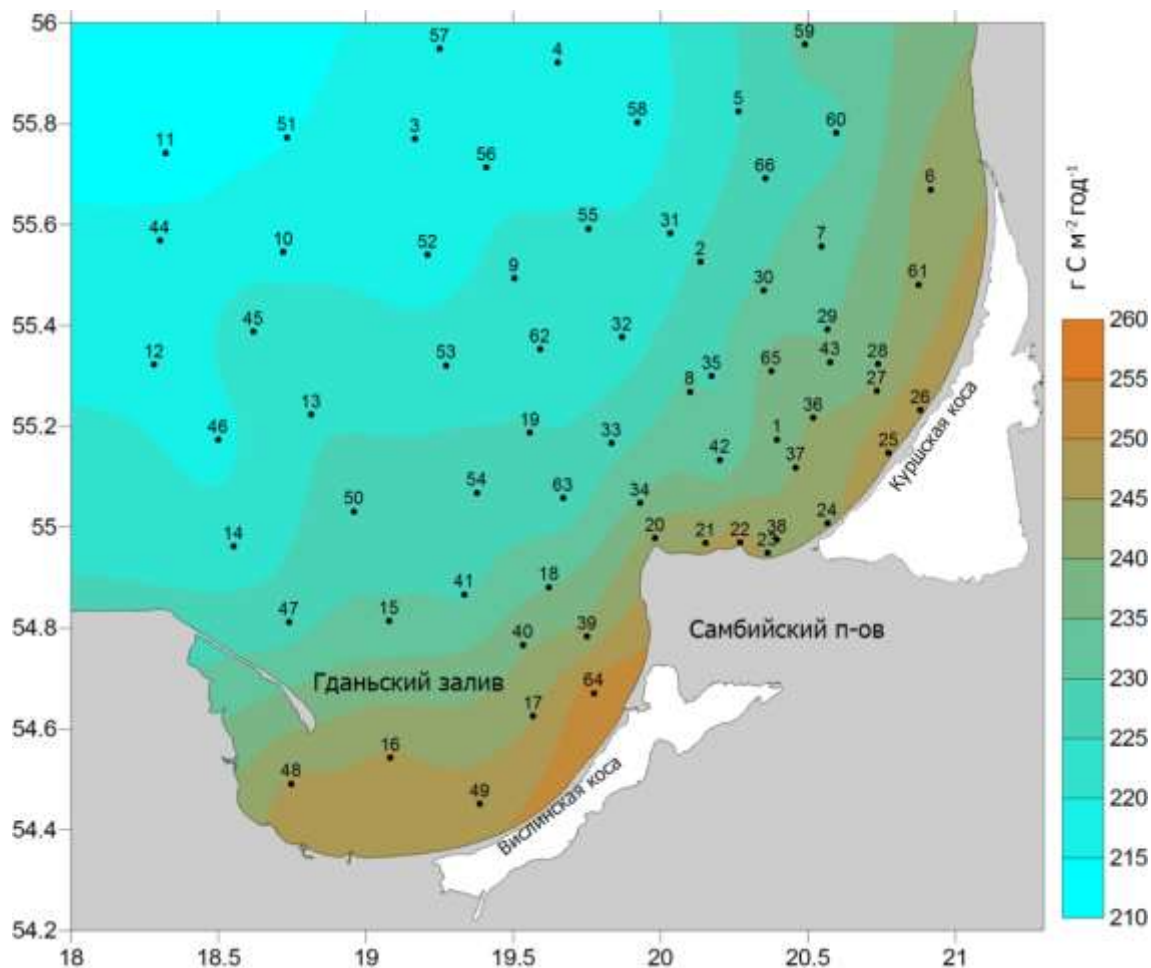


Рис. 3. Пространственное распределение первичной продукции ($\text{gC m}^{-2} \text{год}^{-1}$), смоделированное по спутниковым данным в юго-восточной части Балтийского моря

Выявлено устойчивое снижение величин первичной продукции по направлению от побережья к открытым морским районам, соответствующее среднемуголетнему распределению спутниковых температур в изучаемом регионе [10]. Самые высокие показатели наблюдаются в прибрежной зоне, особенно в Гданьском заливе, и вдоль Куршской косы. Это, в целом, соответствует среднемуголетнему распределению первичной продукции в пределах участка акватории, который обеспечен многолетними судовыми съемками, а расхождения связаны с выбором точек для построения карт и гидрологическими особенностями районов мыса Таран и плато Рыбачий [6, 8].

Заключение

Анализ данных наблюдений за показателями состояния экосистемы юго-восточной части Балтийского моря, собранных в 2003-2015 гг., свидетельствует о том, что температура верхнего перемешанного 5-м слоя является эффективным индикатором горизонтального распределения первичной продукции в столбе воды. Для моделирования первичной продукции может быть использован приведенный в работе регрессионный алгоритм. Алгоритм обладает высокой статистической значимостью и удовлетворительной точностью для практического использования, а также был протестирован на независимой базе данных по спутниковым температурам.

Работа выполнена при поддержке государственного задания по темам № 0149-2019-0013 (экспедиционные исследования) и № 0149-2019-0006 (обработка и анализ данных).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cullen J.J. The Deep Chlorophyll Maximum: Comparing Vertical Profiles of Chlorophyll a // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1982. – Vol. 39. – P. 791–803.
2. Darecki, M.; Stramski, D. An evaluation of MODIS and SeaWiFS bio-optical algorithms in the Baltic Sea // Remote Sens. Environ. – 2004. – Vol. 89. – P. 326–350.
3. Региональные алгоритмы оценки концентрации хлорофилла и взвеси в юго-восточной Балтике по данным спутниковых сканеров цвета/ Т.В. Буканова, С.В.Вазюля, О.В. Копелевич, В.И. Буренков и др. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8. – № 2. – С. 64–73.
4. Barton I.J. Satellite-derived sea surface temperatures: current status // Journal of Geophysical Research. – 1995. – Vol. 100 – № C5. – P. 8777–8790.
5. Martin S. An Introduction to ocean remote sensing. Second edition, Cambridge, 2014. – 496 pp.
6. Кудрявцева Е.А., Александров С.В. Гидролого-гидрохимические основы первичной продуктивности и районирование российского сектора Гданьского бассейна Балтийского моря // Океанология. – 2019. – Т. 59. – № 1. – С. 56–71.
7. Steemann-Nielsen E. The use of radiocarbon ^{14}C for measuring organic production in the sea // J. Cons. Int. Explor. Mer. – 1952. – № 8. – P. 117–140.
8. Кудрявцева Е.А., Пименов Н.В., Александров С.В., Кудрявцев В.М. Первичная продукция и хлорофилл в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2007 гг. // Океанология. – 2011. – Т. 51. – № 1. – С. 33–41.
9. Кудрявцева Е.А., Александров С.В. Оценка толщины фотического слоя и ослабления света в водах юговосточной части Балтийского моря с использованием данных диска Секки // Естественные и технические науки. – 2017. – Т. 114. – № 12. – С. 178–181.
10. Буканова Т.В., Стонт Ж.И., Гушин О.А. Изменчивость температуры поверхности моря в Юго-Восточной Балтике по данным MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2015. – Т. 12. – № 4. – С. 86–96.

PRIMARY PRODUCTION CALCULATION FROM THE REMOTE SENSING DATA IN THE SOUTH-EASTERN BALTIC SEA

Kudryavtseva Elena Andreevna, PhD, research fellow;
Bukanova Tatiana Vasilievna, PhD, research fellow

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, e-mail: kudryavtzeva@rambler.ru

On the basis of surveys compiled in 2003–2015, we showed that the sea surface temperature could be used as an indicator of spatial distribution of total primary production in the south-eastern part of Baltic Sea. A simple regression algorithm is proposed for calculation of areal primary production from sea surface temperature; this algorithm is characterized by high statistical significance and sufficient accuracy for practice. The algorithm was applied for calculations of the study region primary production on the basis of MODIS-Aqua and -Terra satellites data

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ВОД В ПРУДУ ПЕЛАВСКОМ (КАЛИНИНГРАД) ЗА ПЕРИОД 2015-2019 гг.

Лозицкая Екатерина Александровна, студент группы 18ЭП/м;

Цупкиова Надежда Александровна, канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры ИЭ

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: Lozitskaya.EA@yandex.ru, tsoupikova@klgtu.ru

Представлены результаты четырехлетнего экологического мониторинга пруда Пелавского (Калининград). Изучена сезонная и годовая динамика следующих показателей: температура воды, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, фосфор фосфатов, азот аммонийный, нитриты, железо общее; оценено качество вод. Установлено уменьшение содержания в воде азота аммонийного и фосфора фосфатов, смещение класса вод в сторону β - α -мезосапробного класса

Государственная политика нашей страны в соответствии с Водной стратегией Российской Федерации на период до 2020 года предполагает устойчивое водопользование с сохранением качества природного ресурса. Под термином «качество воды» понимают характеристику состава и свойств воды, определяющую пригодность ее для конкретных видов водопользования [1]. Любое конкретное использование будет иметь определенные требования к физическим, химическим или биологическим характеристикам, например, ограничения на концентрации токсичных вещества для использования в питьевой воде, поэтому качество воды имеет решающее значение для устойчивого социально-экономического развития.

Мониторинг качества воды является основой, на которой строится управление качеством воды. Мониторинг предоставляет информацию, которая позволяет принимать рациональные решения по разработке и установлению приоритетов в управлении качеством воды, а также нормативов допустимого воздействия на водоемы. Состояние небольших водных объектов, несмотря на их растущее значение во всем мире, редко является предметом мониторинга, чаще оно изучается только в исследовательских целях. Особенно это касается долгосрочного мониторинга. Однако именно долгосрочный мониторинг процессов в экосистемах необходим, поскольку он позволяет отличить естественные межгодовые колебания гидрологических и гидрохимических характеристик от долговременных тенденций изменения качества воды и определить, является ли тот или иной водоем эвтрофным по природным причинам или становится таковым под воздействием антропогенного фактора. В связи с этим авторами была поставлена цель – проанализировать данные, собранные в ходе мониторинга качества воды в пруду Пелавском по гидрохимическим показателям за 2015-2019 гг. и выявить основные тенденции в изменении определяемых параметров.

Материалы и методы

В основу работы положены данные мониторинга, проводимого авторами с мая 2015 года. В мониторинг входит: гидрохимический анализ воды, натурные наблюдения за состоянием воды и берегов. К определяемым параметрам относятся: температура воды, водородный показатель, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, биогенные элементы (азот аммонийный, нитриты, железо, фосфор фосфатов).

Отбор материала на пруду Пелавском ведется ежемесячно с поверхностного горизонта ведром на двух береговых станциях (до мая 2018 г. на четырех станциях), преимущественно в утренние часы. Всего за период исследований было проведено более 900 лабораторных анализов, осуществляемых по стандартным методикам [2].

Расположение пунктов отбора проб на водном объекте определялось, исходя из окружающих пруд объектов возможного негативного воздействия – завод, кафе, пляж, свалка (рисунок 1).

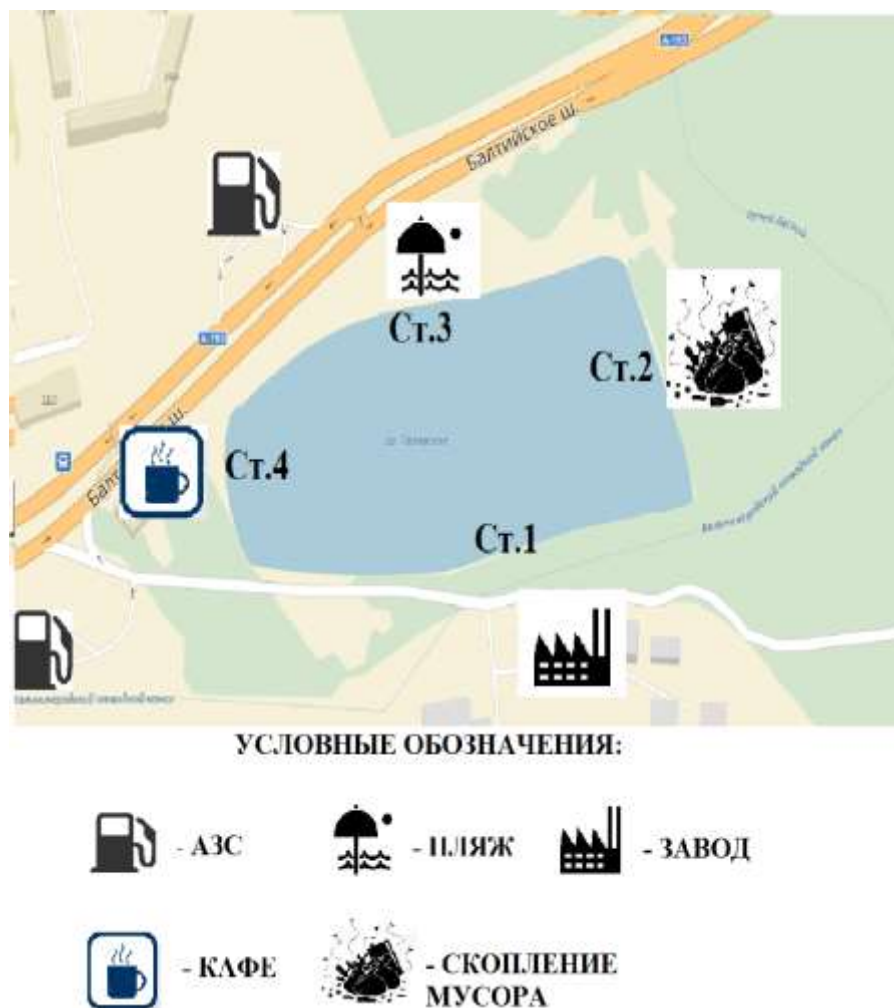


Рис. 1. Станции отбора проб

С мая 2018 г. в связи с несущественным пространственным различием исследуемых показателей между станциями их число было сокращено до двух – ст. 3 и ст. 4, т. к. именно на этих станциях отмечается наибольшая антропогенная нагрузка. Графики хода гидрологических и гидрохимических характеристик построены по осредненным данным для всех имеющихся станций.

Общая характеристика пруда Пелавского

Пруд Пелавский – небольшой замкнутый непроточный водоем, располагающийся в западной части г. Калининграда. Район характеризуется повышенной озерностью, т. к. на территории площадью 40 км² располагается более девяти средних озер и прудов, в т. ч. оз. Белое, оз. Карповское, оз. Свалка, многие из которых также являются прудами искусственного происхождения (рисунки 2). Пелавский находится лишь в 25-80 м к югу от Балтийского шоссе с оживленным движением. Северная часть пруда используется как пляжная зона, здесь в летние месяцы каждый житель и гость Калининграда может восстановить свое физическое и моральное здоровье. Поскольку пруд относится к официальным купальным водоемам, здесь же организуется станция спасательной службы, а с 2017 г. функционирует вейк-парк.

При помощи батиметрической съемки было установлено, что водоем относится к категории средних по площади водного зеркала (4,3 га) и по значениям средней глубины (5,3 м). Для Пелавского характерны сложный рельеф дна, практически прямолинейная береговая линия и почти правильная прямоугольная форма. Совокупность изученных морфометрических особенностей, а также анализ географических карт различных лет позволили высказать предположение об искусственном происхождении водоема [3].



Рис. 2. Географическое положение пруда

Гидролого-гидрохимическая характеристика

Температура воды

Термический режим вод в пруду в течение 2015-2019 гг. отмечается стабильным ходом температуры, с небольшими межгодовыми изменениями, связанными с погодными условиями конкретного года и дня выполнения измерений.

Начало прогревания воды в пруду весной обычно приходится на март и достигает наибольшей интенсивности к концу апреля, но в особенно теплом 2018 г. уже к середине апреля температура воды достигала средней майской. Своих максимальных значений температура воды обычно достигает в июле-августе (до 26° С) и после осеннего спада, происходящего в сентябре-октябре, температура воды в зимние месяцы достигает своих наиболее низких значений (около 0° С подо льдом).

В силу разнообразия синоптических процессов в зимний период ледовые условия отдельных зим отличаются друг от друга. Ледостав в среднем начинается с середины декабря и сохраняется до конца февраля, причем даже при положительной температуре воздуха. В 2018 г. ледостав начался уже в конце ноября, т. к. уже этому моменту установилась отрицательная температура атмосферного воздуха. Более раннее вскрытие водоема ото льда происходило в 2016 и 2019 гг., когда уже к началу февраля большая часть пруда была чистой.

Существует мнение, что глобальное потепление приводит к постоянному повышению температуры воды в водоемах, которое, в свою очередь, влияет на гидрохимические показатели в водоеме, вызывая снижение растворимости кислорода, а также провоцируя развитие возбудителей различных болезней [4]. Как можно заметить, в пруду Пелавском также наблюдается некоторая тенденция повышения температуры воды в течение исследуемого периода.

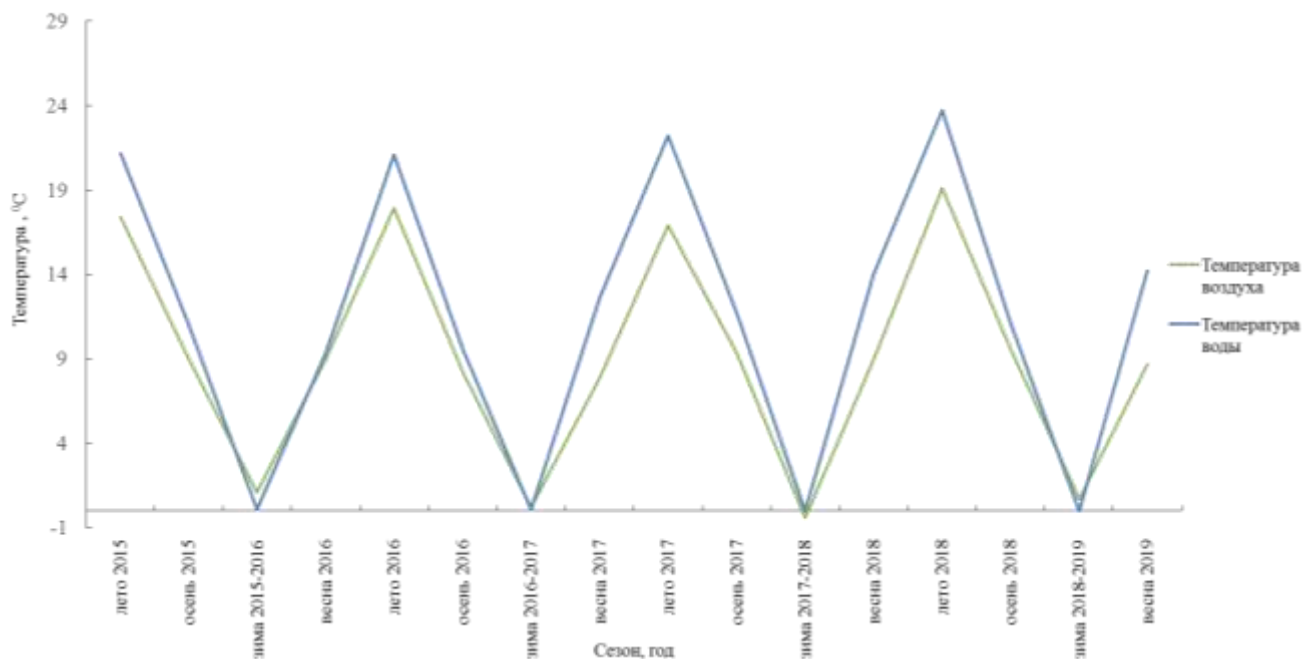


Рис. 3. Температура воды и воздуха в 2015-2019 гг.

Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяются количеством тепла, поступающего на поверхность, а также интенсивностью и глубиной перемешивания. Так как пруд Пелавский водоем замкнутый и бессточный, его температурный режим практически полностью определяется атмосферными изменениями. Анализ зависимости изменения температуры воды и воздуха в момент отбора проб, осредненной для всего рассматриваемого периода, показал, что на мелководье амплитуда температуры воды близка к размаху колебаний температуры воздуха. Коэффициент корреляции составляет 0,99, что говорит о тесной связи между сравниваемыми параметрами. В осенне-весенний период воды хорошо перемешаны по вертикали.

Растворенный кислород

Одним из важнейших газов, входящих как в обязательную, так и в сокращенную программу контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям и оценки качества воды согласно Государственному стандарту «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков», является растворенный в воде кислород [5]. Он участвует как в гидрохимических, так и в гидробиологических процессах. Содержание кислорода в природных водах зависит от погодных условий, фотосинтеза, процесса окисления органических и минеральных веществ, биохимических процессов.

В абсолютном содержании кислорода заметен правильной годовой ход (рисунок 4) – весной оно заметно возрастает, так как именно в этот период происходит пиковое развитие водорослей, но в тоже время сохраняются невысокие температуры воды. Во втором полугодии содержание кислорода снижается из-за преобладания окислительных процессов.

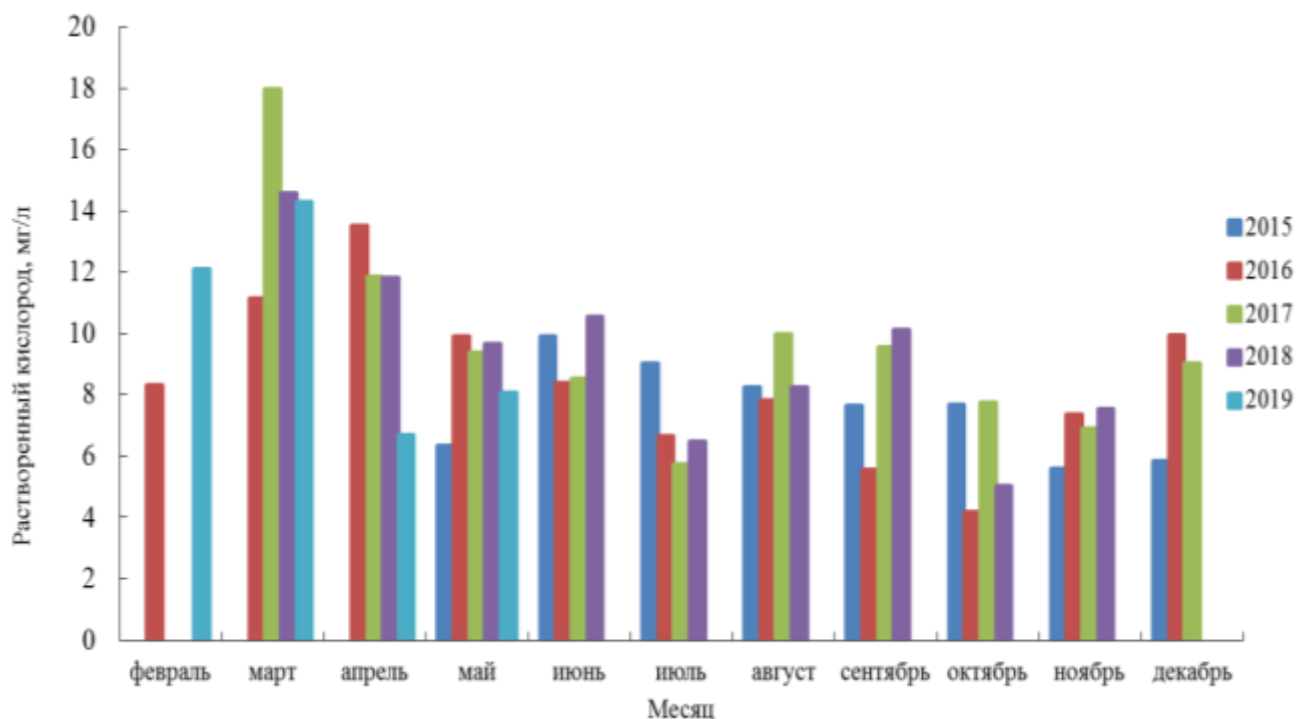


Рис. 4. Растворенный кислород, мг/л

В Пелавском в целом растворенного кислорода довольно много (обычно более 6 мг/л), хотя в годы с усиленным цветением фитопланктона (2015-2016 гг.) [6] по окончании фотосинтеза его концентрация падает ниже 5 мг/л. Несколько раз значения опускались ниже установленных рыбохозяйственных нормативов [7]. Поскольку кислород поступает в воду в основном только в слое фотосинтеза, а расходуется по всей толще, можно предположить, что содержание кислорода в придонных слоях также может не соответствовать нормам. Летом понижается растворимость кислорода в связи с повышением температуры воды и значительная его часть расходуется на разложение органики, что отражено на графике – чаще всего к июлю его абсолютное содержание опускается до порога ПДК.

Среднее абсолютное содержание растворенного кислорода возрастало от 7,4 мг/л в 2015 г. до 9,8 мг/л в 2018 г., однако в феврале-мае 2019 г. кислорода стало меньше, чем в те же месяцы предыдущего года.

Относительное содержание кислорода достигает 140 %, что характерно для грязных вод. Перенасыщение вод пруда кислородом стабильно происходит в весенние месяцы во все рассматриваемые периоды за исключением начала 2019 г., когда уровень кислорода в апреле и мае опускается до 65-90 % (рисунок 5). Тоже самое можно увидеть и в ходе абсолютного содержания кислорода.

Наименьшее содержание растворенного кислорода также отмечается осенью. Снижение концентрации растворенного кислорода свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема биохимически интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь органическими) [8]. Уже к октябрю насыщение воды опускается до 40-50 % даже в поверхностном слое. Температура воды в этот месяц уже опускается до 10° С, а растворимость кислорода при такой температуре повышается.

Среднее значение насыщения воды растворенным кислородом повторяло закономерность абсолютного содержания и также возрастало от 72 % в 2015 г. до 100 % в 2018 г., но уже в 2019 г. содержание кислорода в вегетационный сезон ниже по сравнению с тем же периодом в 2018 г., что особенно заметно в апреле (68 % в 2019 г. по сравнению с 118 % в 2018 г.).

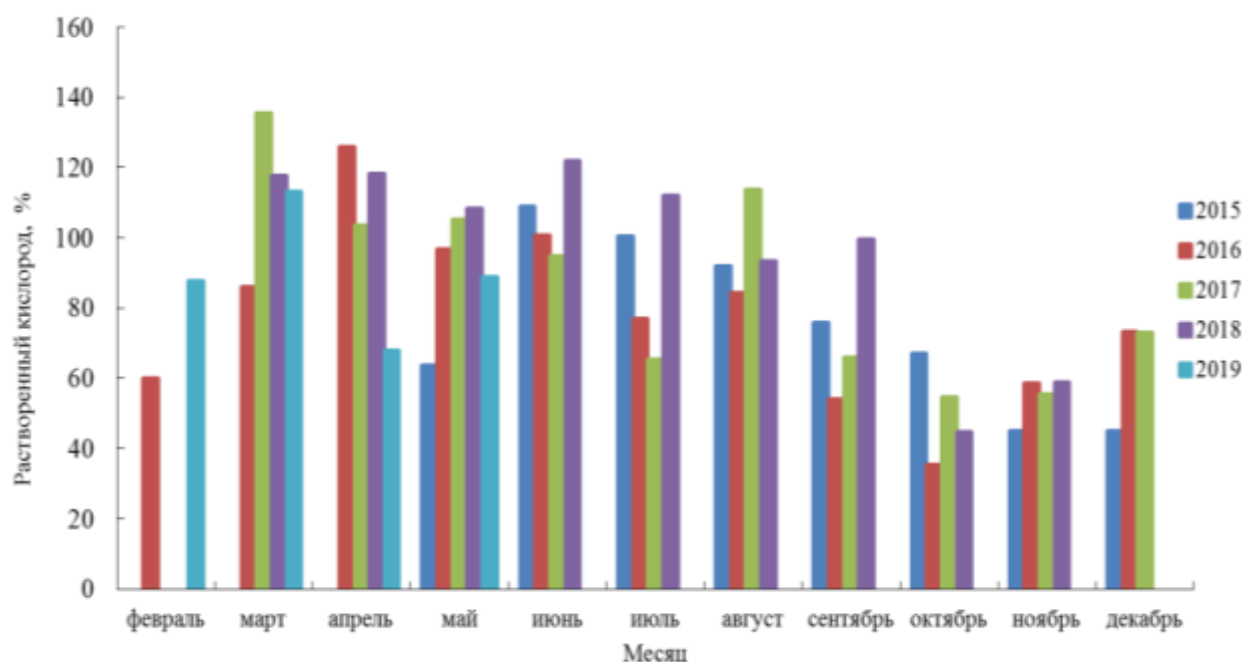


Рис. 5. Насыщение воды кислородом, %

Перманганатная окисляемость

Распад органического вещества играет важную роль в природных водах, т.к. в результате этого процесса в воду возвращаются многие минеральные компоненты. Но в тоже время большое количество органики изымает значительную долю кислорода для окисления, что приводит к ухудшению газовых условий в воде. По классификации О. А. Алекина [9] пруд попадает в категорию водоемов со средней окисляемостью, в 2017-2019 гг. в отдельные месяцы (апрель-май) доходит до слегка повышенной (рисунок 6).

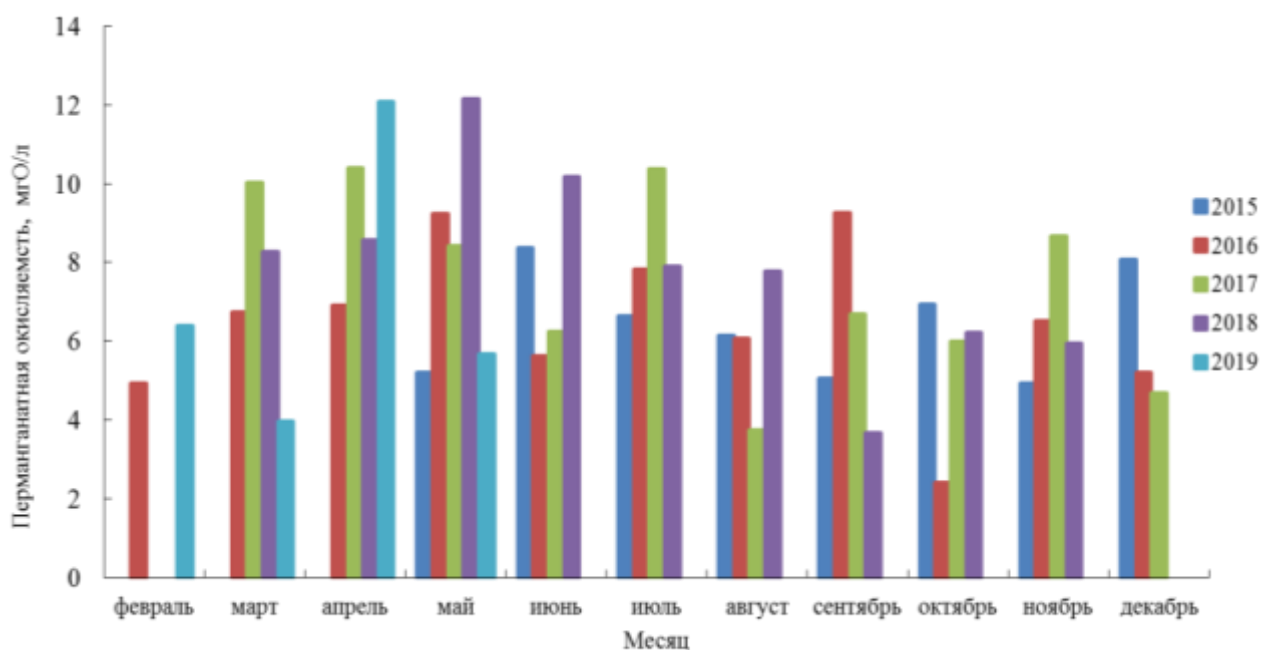


Рис. 6. Перманганатная окисляемость, мгО/л

В Пелавском изменение величины окисляемости в 2015-2017 гг. не связывается ни с ходом температуры, ни с сезоном года. Можно лишь отметить тенденцию к ее увеличению в весенний период. Во внутригодовом распределении перманганатной окисляемости наблюдались три-четыре пика, которые в 2015 г. приходились на июнь (8,4 мгО/л), октябрь (6,9 мгО/л), декабрь (8,1 мгО/л), в 2016 г. – на май (9,2 мгО/л), июль (7,8 мгО/л), сентябрь (9,3 мгО/л) и в 2017 г. – на март (10,0 мгО/л), апрель и июль (10,4 мгО/л), ноябрь (8,7 мгО/л). В 2018 г. таких пиков стало меньше, они приходятся на конец весны и начало лета (10,2-12,2 мгО/л), что соответствует нормальному годовому ходу, не выявлявшемуся в предыдущие периоды. Весной 2019 г. окисляемость также достигает 12,1 мгО/л. В целом, отмечается повышение среднегодового показателя окисляемости, что говорит о том, что органических веществ в воде из года в год становится больше.

Фосфор фосфатов

Основным регулятором поступления биогенных элементов в природных водах являются процессы разложения органики. Значительная часть биогенных элементов расходуется прежде всего на фотосинтез. Повышение содержания фосфора в непроточных и малопроточных водоемах приводит к резкому неконтролируемому приросту растительной биомассы. Происходит так называемое изменение трофического статуса водоема, сопровождающееся перестройкой всего водного сообщества и ведущее к преобладанию гнилостных процессов (и, соответственно, возрастанию мутности, концентрации бактерий), что неблагоприятно для развития рекреационной деятельности. При нормальном годовом распределении максимум фосфатов в водах должен наблюдаться к концу зимы.

Во время ледостава отбор проб на пруду Пелавском в зимние месяцы проводился нерегулярно, однако отчетливо прослеживается максимум фосфора фосфатов в 2015-2017 гг. в октябре (более 0,15 мг/л), что выше ПДК для мезотрофных водоемов, но ниже эвтрофных [10]. В 2016 г. превышение отмечается также и для ноября-декабря (рисунок 7).

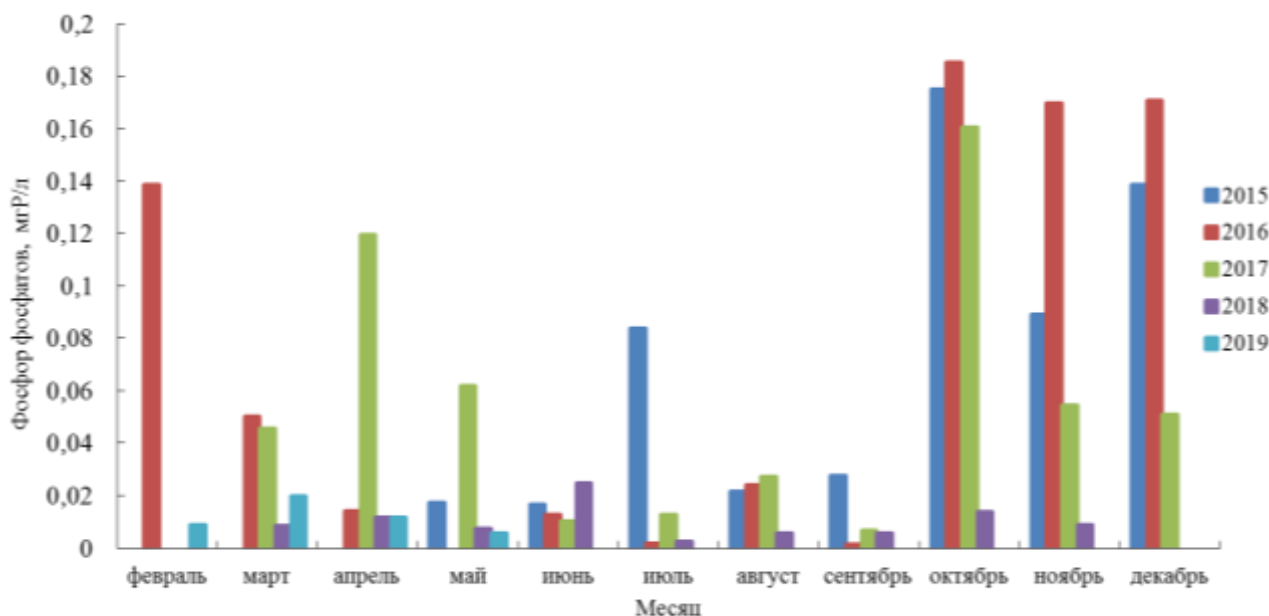


Рис. 7. Фосфор фосфатов, мгР/л

Несмотря на правильный годовой ход в целом, в 2017 и 2015 гг. можно отметить единичные отклонения в виде повышения концентраций в июле 2015 г. и в апреле 2017 г. Наименьшее среднемесячное значение наблюдалось в 2016 (май, июль и сентябрь) и в течение всего 2018 и начала 2019 гг., когда фосфор обнаруживался на уровне «следы».

Азот аммонийный

Содержание азота аммонийного в пруду за все время наблюдений часто многократно превышало ПДК как для рыбохозяйственных, так и для менее строгих культурно-бытовых нормативов (рисунок 8). Концентрации достигали 7,92 мг/л в августе 2017 г., что в пять раз выше ПДК культурно-бытовых водоемов и практически в 16 раз выше рыбохозяйственных. В остальные же месяцы концентрация ионов аммония в пруду в 2017 г. входит в допустимый диапазон до 1,5 мгN/л. Выше нормативов она и в вегетационный и зимний периоды 2016 года: максимальные значения достигали 5,11 мгN/л в декабре, минимальные составили 0,21 мгN/л в феврале. В 2015 г. содержание аммоний-иона колебалось от 0,21 мгN/л (декабрь) до 4,17 мгN/л (октябрь), что говорит об отсутствии какой-либо закономерности годового хода. В 2018-2019 гг. азота значительно меньше и лишь единожды (в июне) его концентрации выше ПДК для рыбохозяйственных водоёмов (рисунок 8).

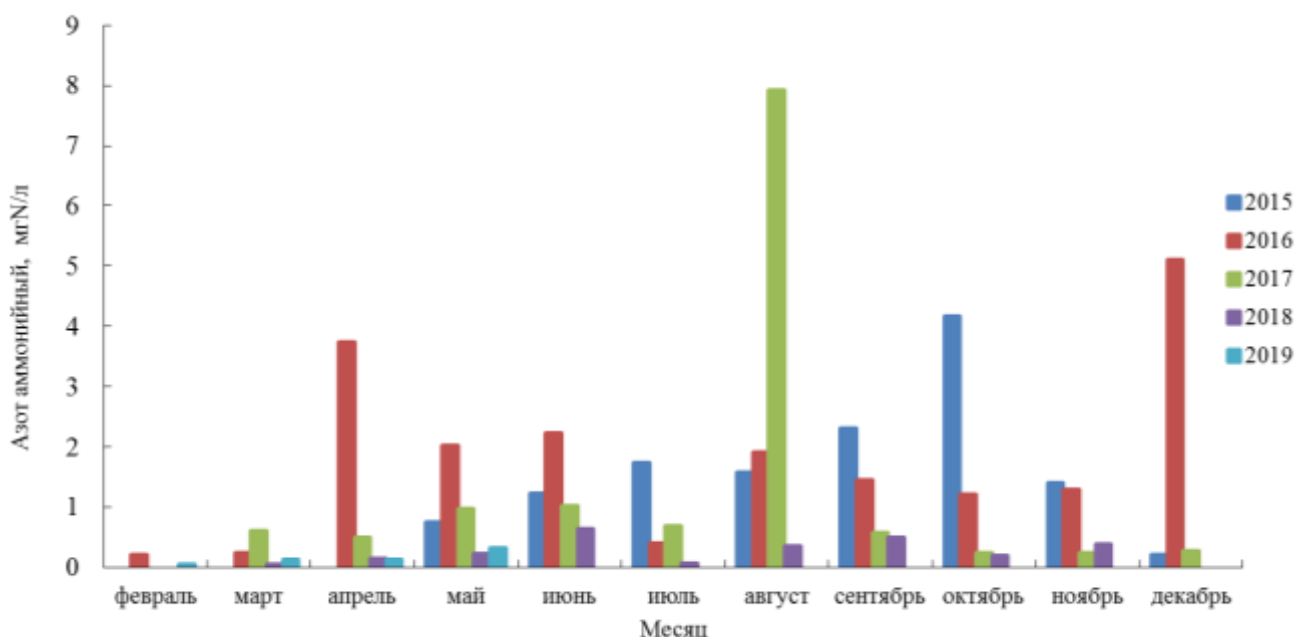


Рис. 8. Азот аммонийный, мгN/л

Среднегодовое содержание аммонийного азота устойчиво снижалось в период мониторинга от 1,76 мгN/л в 2015-2016 гг., до 1,30 мгN/л в 2017-2018 гг. и 0,26 мгN/л в 2018-2019 гг. Повышение концентраций азота аммонийного в отдельные месяцы может быть связано с отмиранием водных организмов, подъемом накопившегося азота в донных отложениях в ходе ветрового или конвективного перемешивания вод, а также за счет поступления азота и фосфора от купающихся, т. к. пруд является официальным купальным водоемом. По расчётам авторов рекреационная нагрузка на водоем превосходит нагрузку от водосборного бассейна более чем в 1,5 раза, а учитывая, что поступающий от отдыхающих азот вносится непосредственно в воды Пелавского в течение относительно короткого промежутка времени, он может оказывать летом существенное влияние на концентрации этих соединений в воде [11].

Нитриты

Нитриты – промежуточная ступень нитрификации, малостойкие соединения. Повышение концентрации является важным санитарным показателем [12]. Несмотря на более низкую устойчивость нитритов, относительно нитратов, они более ядовиты, поэтому они нормируются более

строго. Для нитритов характерны сезонные изменения, с отсутствием в зимний период и максимальной концентрацией в летнее время, что связано с жизненным циклом фитопланктона и термодинамической тенденцией к превращению всех форм связанного азота в нитраты, интенсивностью окислительных процессов. Увеличение концентрации в поверхностном слое связано с поступлением нитритов из донных осадков, придонного слоя, где происходит накопление органических остатков, подвергающихся окислению [13].

В пруду Пелавском в течение всего исследуемого периода концентрация нитритов не превышала допустимые значения даже для более строгих рыбохозяйственных нормативов (рисунок 9). В 2016 и 2017 гг. отмечается схожесть годового хода с максимумом в зимне-весенний период и снижением до минимума («следы») в мае, августе, сентябре и декабре 2016 г. и в сентябре, декабре 2017 г. Существенно отличается ход нитритов в 2015 г., когда максимальное значение наблюдалось в октябре, а минимальное в июле. В 2018-2019 гг. наблюдалось повышенное содержание нитритов в воде в течение всего года и, особенно, в сентябре 2018 г. Также в процессе нитрификации бактериями потребляется кислород, которого в октябре 2018 г. очень мало (45 %).

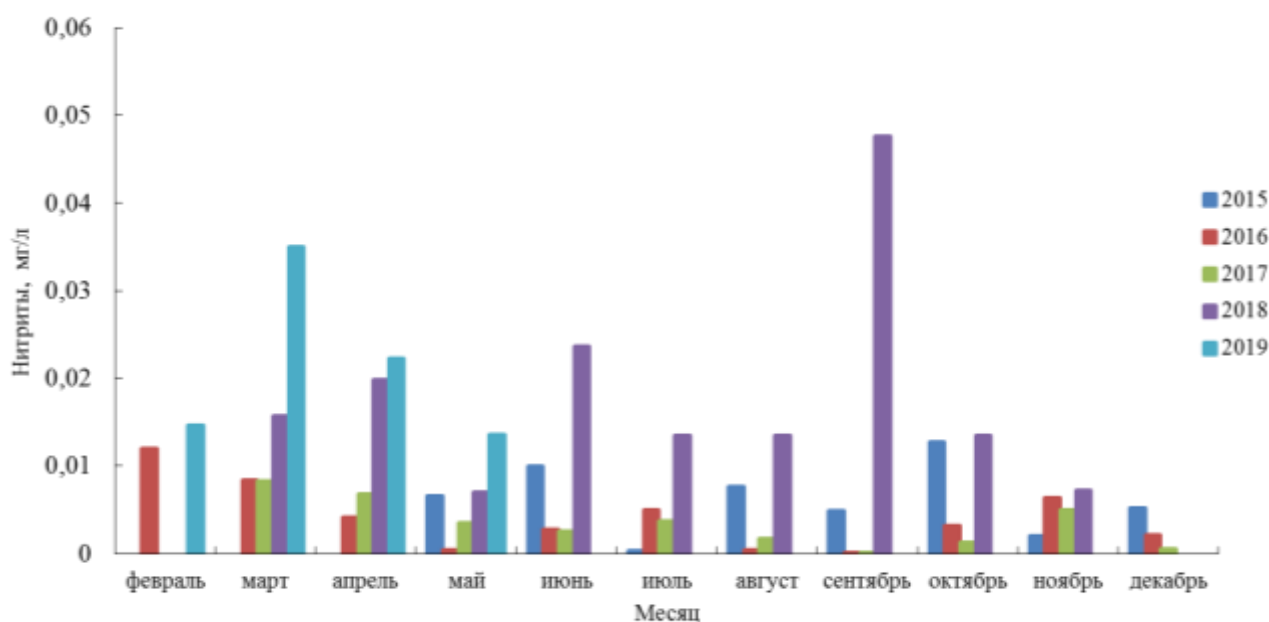


Рис. 9. Нитриты, мг/л

Железо общее

Содержание железа в пруду в целом повышенное, что типично для Калининградской области. Превышения замечены многократно в течение всех лет, наибольшие – в 2015 г.: в сентябре в три раза, в мае – в 2,5 раза. В остальные месяцы превышения не столь значительны, а в июле и ноябре концентрации соответствуют нормам. В 2016 г. повышенное содержание в водах железа также зафиксировано во все месяцы, кроме мая, августа и начала зимнего периода. В 2017 г. содержание железа в водах наименьшее, по сравнению с 2015 и 2016 гг., но даже при этом заметны превышения в несколько раз. Годовой ход железа в 2015 и 2017 гг. аналогичен (рисунок 10). В 2018 г. железа по-прежнему много. Больше всего его весной и летом, особенно в июне – максимальное содержание за год (0,26 мгFe/л). К зиме содержание железа, как и в прошлые годы, понижается. В начале 2019 г. во все рассмотренные месяцы железа больше, чем рекомендуется установленными нормативами (рисунок 10).

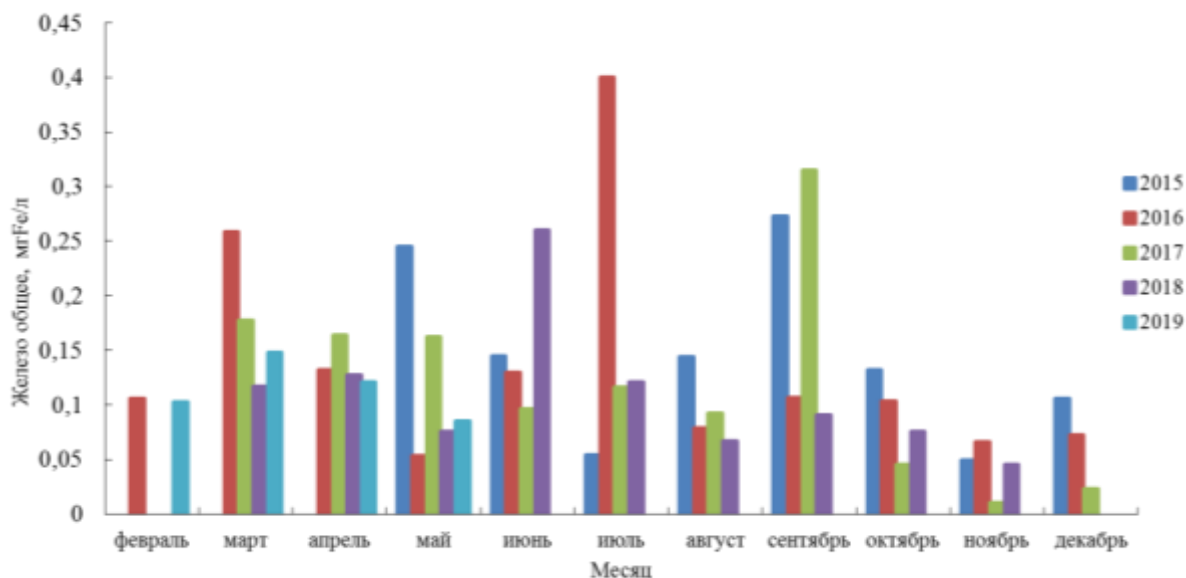


Рис. 10. Железо общее, мгFe/л

Оценка качества воды

Сопоставление анализируемых в ходе экологического мониторинга химических показателей с ГОСТ 17.1.2.04-77 [14], показало, что практически за весь период наблюдений по перманганатной окисляемости и нитритам воды пруда Пелавского относятся к категории водоемов с чистой водой, т. е. олигосапробным или ксеносапробным. В то же время концентрации азота аммонийного сильно повышены, особенно осенью 2015 и 2016 гг., из-за чего воды можно оценить как грязные. Значительные внутригодовые колебания содержания фосфора фосфатов в воде приводят к снижению качества в осенне-зимний период, отмечаемому практически ежегодно (таблица).

Таблица
Оценка качества воды в пруду Пелавском согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 в 2015-2019 гг.

Год	Сезон	Среднегодовое значение					Класс вод				
		Перманганатная окисляемость, мгО/л	N-NH ₄ ⁺ , мгN/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	P-PO ₄ ³⁻ , мгP/л	O ₂ , %	Перманганатная окисляемость, мгО/л	N-NH ₄ ⁺ , мгN/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	P-PO ₄ ³⁻ , мгP/л	O ₂ , %
2015	весна	5,2	0,74	0,007	0,02	64	КС	АМ	О	О	БМ
	лето	7,0	1,51	0,006	0,04	100	КС	П	О	БМ	О
	осень	5,7	2,62	0,007	0,10	61	КС	П	О	БМ	БМ
	зима	8,1	0,21	0,005	0,14	45	О	АМ	О	АМ	АМ
2016	весна	7,6	2,00	0,004	0,02	103	О	П	О	О	О
	лето	6,5	1,52	0,003	0,01	87	КС	П	О	О	О
	осень	6,1	1,32	0,003	0,12	49	КС	П	О	АМ	АМ
	зима	5,2	2,75	0,002	0,17	73	КС	П	О	АМ	БМ
2017	весна	9,6	0,69	0,006	0,08	115	О	АМ	О	БМ	БМ
	лето	6,8	3,21	0,003	0,02	91	КС	ГП	О	О	О
	осень	7,0	0,36	0,002	0,08	59	КС	БМ	О	БМ	АМ
	зима	4,7	0,27	0,001	0,05	73	КС	БМ	КС	БМ	БМ
2018	весна	9,3	0,13	0,016	0,01	116	О	О	О	О	БМ

2019	лето	8,6	0,35	0,017	0,01	109	О	БМ	О	О	О
	осень	5,3	0,36	0,023	0,01	68	КС	БМ	О	О	БМ
	зима	6,4	0,05	0,01	0,01	88-	КС	КС	О	О	О
	весна	7,2	0,19	0,024	0,012	89,91	О	БМ	О	О	О

Примечания

1 КС – ксеносапробные, О – олигосапробные, БМ – бетамезосапробные, АМ – альфамезосапробные, П – полисапробные, ГП – гиперсапробные.

2 Зеленым цветом обозначены месяцы с чистой водой, желтым – с загрязненной водой, красным – с грязной водой.

По относительному содержанию кислорода пруд чаще попадает в категорию бетамезосапробных. Можно отметить, что снижение качества вод по кислороду также происходит в осенний период. По кислороду среднее насыщение за рассматриваемый промежуток увеличивается с 72 до 100 % (в 2018 г.). Одновременно увеличивается и амплитуда колебаний среднемесячных значений в течение года – разница между экстремальными среднемесячными значениями возросла от 64 % в 2015 г., до 78-81 % в 2017-2018 гг.

При сравнении качества воды в разные годы было обнаружено, что средняя годовая величина перманганатной окисляемости с 2015 по 2018 гг. имеет тенденцию к росту (от 6,4 до 7,5 мгО/л соответственно), происходит снижение качества воды по этому показателю с ксеносапробного класса до олигосапробного в различные месяцы 2015-2018 гг. и до β-мезосапробного в некоторые месяцы 2018-2019 гг. (май-июнь 2018 г., апрель 2019 г.), что говорит об увеличении объема органических веществ, накапливающихся в Пелавском.

Высокое содержание азота аммонийного в 2015 и 2016 гг. (около 1,7-1,8 мгN/л) позволяло оценивать воды Пелавского как полисапробные, но в 2017-2019 гг. его содержание заметно снизилось, качество воды достигло класса загрязненных мезосапробных вод. Сходная картина улучшения качества вод от α-β-мезосапробных до чистых олигосапробных наблюдалась и по концентрации фосфора фосфатов, которая снизилась от приблизительно 0,07 мгР/л в 2015-2016 гг. до 0,01 мгР/л к 2018-2019 гг.

Нитритов в воде мало (0,006 до 0,003 мг/л). Воды по концентрации нитритов олигосапробного класса в течение всего периода мониторинга.

Выводы

Несмотря на то, что в течение всего периода исследования (2015-2019 гг.) воды Пелавского относятся к классу «загрязненных», в целом состояние пруда несколько улучшилось: в начале мониторинга оно оценивалось как β-α-мезосапробное, а в 2018 г. – уже олиго-β-мезосапробное. Непостоянство качества воды обусловлено количественными изменениями концентрации веществ, поступающих в водный объект, в частности улучшение класса вод произошло благодаря снижению концентрации в водах пруда Пелавского таких биогенных элементов, как фосфор фосфатов и азот аммонийный. Такие изменения могут быть вызваны как естественными, так и антропогенными причинами, и носить циклический или случайный характер.

Циклические ежегодные изменения состава воды могут вызываться погодными условиями, сезонным ростом и отмиранием водной растительности, например повышение содержания фосфатов ежегодно происходило осенью, что, вероятно, было связано с отмиранием фито- и зоопланктона, т. к. вокруг пруда отсутствуют хозяйства, с которых был бы возможен вынос удобрений. К 2018-2019 гг. концентрации фосфатов значительно ниже ПДК для эвтрофных и мезотрофных водоемов. Скорости процессов самоочищения и нитрификации в значительной степени зависят от температуры воды и тоже влияют на циклические изменения качества вод. Так, нитритов стало

больше, особенно в весенне-летний период. Уменьшение содержания азота аммонийного и рост нитритов может говорить об увеличении скорости нитрификации на фоне постепенного роста среднегодовой температуры воды.

К циклическим изменениям также относятся и внутригодовые колебания концентраций общего железа, определяемые режимом выпадения атмосферных осадков и сезонными изменениями температуры. Содержание железа в межгодовом ходе сохраняется примерно на одном уровне, но ежегодно повышается в летнюю межень, что нормально для Калининграда, чьи грунтовые воды богаты железом.

Случайные изменения обусловлены нерегулярными причинами и предсказать их зачастую невозможно. В частности, среднегодовое содержание азота аммонийного снижалось в течение всего периода мониторинга, и к 2018 г. отмечается семикратное различие с 2015 г. Ранее азот многократно превышал допустимые нормы как по рыбохозяйственным, так и по менее строгим культурно-бытовым нормативам. В 2018 г. это происходило лишь в некоторые месяцы.

Кислородный режим водоема всегда учитывается при оценке качества вод. В пруду Пелавском наблюдалось увеличение среднегодового содержания кислорода, чему способствовал активный фотосинтез в весенне-летний период. Однако значительное перенасыщение воды весной и недосыщение, а порой и дефицит, кислорода осенью позволяет классифицировать воды пруда как «загрязненные».

Перманганатная окисляемость изменялась от средней до слегка повышенный во все годы наблюдений. Для нее было характерно отсутствие правильного годового хода, наличие во внутригодовом распределении трех-четырех пиков, сроки наступления которых различны из года в год. В 2018 г. было отмечено уменьшение числа пиков и впервые прослеживался правильный годовой ход. В целом, отмечено повышение среднегодовой величины окисляемости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения (с Изменениями N 1, 2)
2. Берникова Т.А., Малявкина А.Н., Нагорнова Н.Н., Н.А. Цупикова .Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / под ред. Т.А. Берниковой. — М.: Колос, 2008. —304 с.
3. Н.А. Цупикова, Е.А. Лозицкая, А.В. Алдушин Морфометрические характеристики пруда Пелавского (г. Калининград) // Известия КГТУ.— №49. — С. 55-66.
4. Ученые предупредили об опасности уменьшения концентрации кислорода в океане // Электрон. дан. Режим доступа URL: https://news.rambler.ru/scitech/38827205/?utm_content=rnews&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения 10.07.19)
5. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков — М.: ИПК Изд-во стандартов, 1982. —12 с.
6. Бугранова О.С. Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015-2016 гг./ Бугранова О.С, Цупикова Н. А., Лозицкая Е. А. // Научный журнал «Известия КГТУ». — 2017 №47.— С. 22-33.
7. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 г. № 552 – 2018.
8. Стойкова Е.Е., Медянцева Э.П., Евтюгин Г.А. Гидрохимический анализ: Учебное пособие — Казань, Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2010. — 49 с.
9. Алекин, О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. — 443 с
10. Бугранова О.С., Цупикова Н.А. Некоторые результаты экологического мониторинга городских водоемов г. Калининграда в 2015 г. // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции (г. Ишим; 16

марта 2018 г.) / отв. ред. О.С. Козловцева. – Ишим : Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (филиал) ТюмГУ, 2018. – С. 44-46.

11. ЗАО «ГИЦ ПВ» // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.gicpv.ru/waterchem2.html> (дата обращения 10.07.19)

12. Лозицкая Е.А., Цупикова Н.А. Изучение внешней нагрузки на пр. Пелавский (г. Калининград) в 2016-2018 гг. // VI БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», – Калининград – 2018. – С. 328-339

13. Овчинникова С.И., Широкая Т.А., Пашкина О.И. Основные тенденции изменения гидрохимических показателей водной экосистемы Кольского залива (2000-2011 годы) // Вестник МГТУ. 2012. – Т. 15, – № 3. – С. 544-550.

14. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – С. 51-62.

ANALYSIS OF THE WATER QUALITY CHANGES IN THE PELAVSKY POND (KALININGRAD) WITHIN THE YEARS 2015-2019

Lozitskaya Ekaterina Aleksandrovna, student;

Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of Ichthyology and Ecology Department

Kaliningrad State Technical University,

Kaliningrad, Russia, email: Lozitskaya.EA@yandex.ru, tsoupikova@klgtu.ru

The paper presents the results of four-year environmental monitoring of the Pelavsky Pond (Kaliningrad). The seasonal and annual dynamics of the following indicators were studied: water temperature, dissolved oxygen, permanganate value, phosphate phosphorus, ammonium nitrogen, nitrite, total iron; water quality was estimated. A decrease in the content of ammonium nitrogen and phosphate phosphorus in water was revealed, the water class shifted towards β - α -mesosaprobic class

УДК 556.114(470.26)(06)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРОФИЧЕСКОГО СТАТУСА ПРУДА НИЖНЕГО (КАЛИНИНГРАД) ПО ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В 2017-2018 гг.

Миронова Полина Сергеевна, студент;

Цупикова Надежда Александровна, канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,

Калининград, Россия, e-mail: apollinaria.mironova@mail.ru, tsoupikova@klgtu.ru

В работе представлены результаты ежемесячного мониторинга пруда Нижнего на протяжении двух лет (2017-2018 гг.) В результате исследования выявлено, что пруд сильно эвтрофирован – до гипертрофного уровня в период вегетации. Воды загрязнённые, особенно высоки концентрации таких биогенных элементов, как азот аммонийный и фосфаты, перманганатная окисляемость – высокая (много органических веществ)

Небольшие водоемы являются одним из наиболее уязвимых элементов городского ландшафта с точки зрения антропогенного воздействия. Пруд Нижний, расположенный в центре г. Калининграда, является частью бассейна пруда Верхнего – крупнейшей системы водных объектов, охватывающей значительную территорию города Калининграда и имеющей для него особое значение. Пруд Нижний вытянут с северо-востока на юго-запад и очень извилист (в соответствии с ходом первоначального русла одним из притоков реки Преголи – реки Лёбебах, на которой он было возведён путем сооружения земляной дамбы), особенно в средней части.

Нижний пруд питается водой, перетекающей в него из выше расположенного Верхнего пруда по водосбросному сооружению – «Каскады Замкового пруда». Сброс воды из пр. Нижнего в Преголю происходит в южной части через подземный водовод (бывший ручей Катцбах, или Кошачий, забранный в трубу в 1903 г.) [1]. Кроме того, имеют значение талые и дождевые воды, по его берегам имеется семь выпусков ливневых вод (рис. 1). Предположительно, у Нижнего есть и источники подземного питания.

Формирование качества воды в пр. Нижнем является сложным процессом и находится под воздействием многочисленных природных и антропогенных факторов. Благоустройство территории вокруг пруда началось в начале XX века. Вторая мировая война принесла пруду значительные разрушения, вода из пруда была спущена, и в послевоенные десятилетия он оставался практически не обустроенным. В 60-е г.г. воду из пруда почти полностью спускали для расчистки дна, в 80-е г.г. на берегах убрали мусор, ликвидировали остатки развалин, обустроили променады и закрепили откосы, с помощью насосов откачивали ил. В центре пруда был установлен фонтан (действовал до середины 90-х г.г.). В 2008 г. проинвентаризированы и ликвидированы несанкционированные выпуски сточных вод [2]. В последние годы также неоднократно осуществлялось понижение уровня воды в пруду или ее спуск для разных целей: в 2015 г. – в связи с реконструкцией советского фонтана без предприятий по очистке дна водоема [3]; в 2017-2018 гг. в преддверии чемпионата мира по футболу проводились работы по очистке дна от мусора, иловых отложений и благоустройству набережной, для которых понижали уровень воды на 60 см [4]. Однако мониторинг, выполняемый силами кафедры ихтиологии и экологии КГТУ на протяжении ряда лет, показал, что экологическая ситуация в бассейне, несмотря на принимаемые меры, остается довольно напряженной [5].

Одним из важных показателей загрязненности водного объекта можно считать его трофический статус, который определяют по характеристикам как физико-химической, так и биологической природы. Поскольку обеспеченность элементами минерального питания (в первую очередь, азота и фосфора) оказывает решающее влияние на развитие и фотосинтез фитопланктона, т. е. на биологическую продуктивность водоема, то в ходе гидрохимического мониторинга определялся ряд биогенных элементов: аммоний-ион, нитрит-ион, железо общее и фосфор фосфатов (колориметрический метод), а также содержание растворённого кислорода (йодометрический метод Винклера) и величина перманганатной окисляемости (метод Кубеля).

Мониторинг качества вод исследуемого водоёма осуществляется на трех станциях, где ежемесячно отбирались пробы воды (рис. 1). Для измерения величины относительной прозрачности воды использовался диск Секки. Самой глубоководной является станция 1 на юге пруда, а самой мелководной – станция 3 в северной части, уровень воды на которой на протяжении двух лет не превышал 60 см, в связи с этим прозрачность вод на ней в течение года «до дна».



Рис. 1. Схема расположения станций мониторинга и ливневых стоков на пруду Нижнем

На состояние малых водоёмов значительное влияние оказывают погодные условия. С увеличением сумм атмосферных осадков происходит разбавление вод, сопровождающееся снижением концентраций биогенных элементов и органических веществ, что способствует процессам самоочищения. Повышение температуры влияет на скорость насыщения воды кислородом. Погодные условия 2017-2018 гг. в г. Калининграде довольно сильно отличались как друг от друга, так и от климатической нормы (таблица 1).

Таблица 1

Погодные условия в г. Калининграде в 2017-2018 гг. (согласно данным [6])

Период	Температура воздуха, ° С				Атмосферные осадки, мм			
	2017	2018	Среднее	Норма	2017	2018	Среднее	Норма
Январь	-1,7	-0,1	-0,9	-1,5	56	79	68	68
Февраль	-0,4	-4,3	-2,4	-1,1	85	22	54	49
Март	4,5	-0,6	2,0	2,0	153	19	86	52
Апрель	6,2	10,9	8,6	7,3	67	44	56	36
Май	12,9	16,4	14,7	12,5	10	35	22	54
Июнь	16,0	17,4	16,7	15,5	61	34	48	79
Июль	17,0	20,4	18,7	18,1	112	95	104	77
Август	17,8	19,5	18,7	17,6	72	67	70	97
Сентябрь	13,6	15,1	14,4	13,1	122	43	83	74
Октябрь	9,4	9,6	9,5	8,4	216	62	139	83
Ноябрь	5,0	4,2	4,6	3,3	118	30	74	83
Декабрь	2,7	1,5	2,1	-0,3	104	85	95	73
Год	8,6	9,2	8,9	7,9	1176	615	895	825

Наблюдавшийся годовой ход температуры воздуха в целом типичен для г. Калининграда, однако 2018 г. оказался заметно теплее предыдущего года, среднемесячная температура воздуха превышала норму постоянно, кроме холодных февраля и марта. Температурный режим в течение 2017 г. почти соответствовал климатической норме (рис. 2).

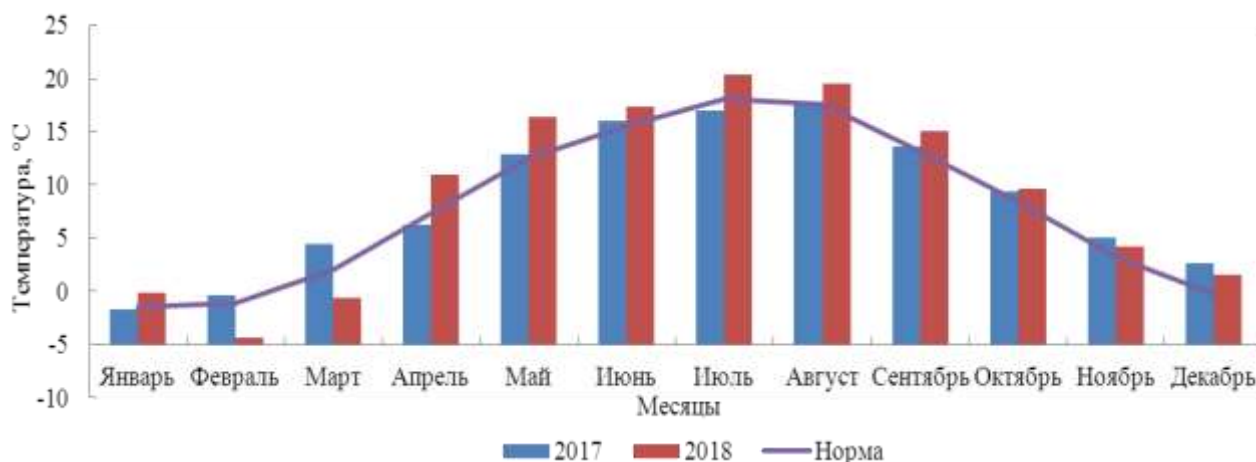


Рис. 2. Температура воздуха в г. Калининграде, °C

По количеству выпавших осадков 2017 и 2018 гг. сильно различаются. Динамика распределения осадков за период исследования отлична от нормальной. В 2017 г. обильные осадки были зарегистрированы на протяжении большей части года, а в октябре они превысили норму в 2,6 раза, вызвав бурный паводок на реках области. В 2018 г., напротив, почти во все месяцы осадков выпадало меньше или близко к норме (рис. 3).

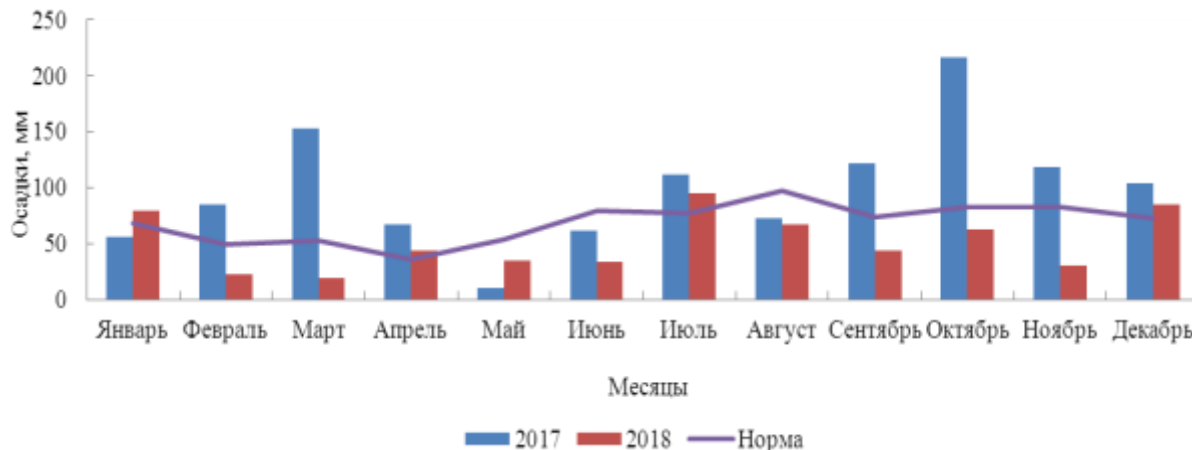


Рис. 3. Атмосферные осадки в г. Калининграде, мм

Относительная прозрачность высокопродуктивных мелководных водоёмов, каким и является Нижний пруд, невелика. Максимальная величина показателя обычно наблюдается в холодный период, когда фотосинтез протекает наименее интенсивно, а минимальное значение величина прозрачности имеет в конце вегетационного периода (рис. 4).

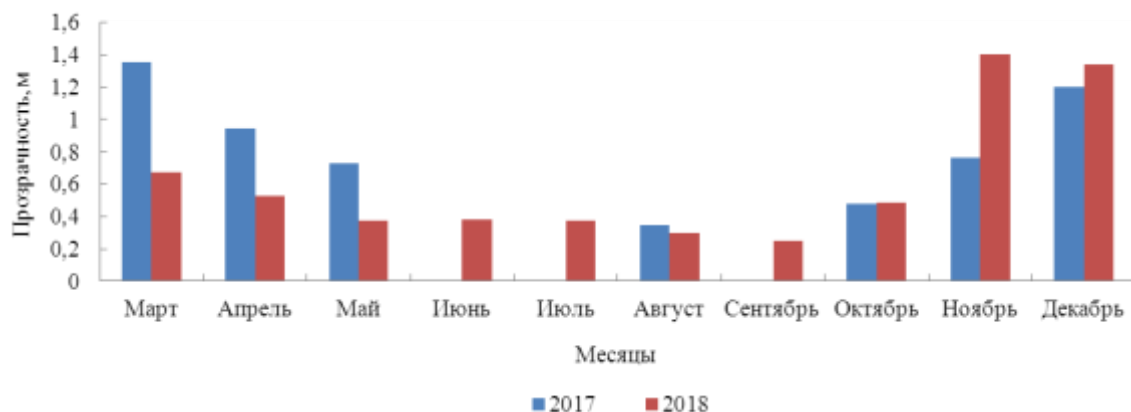


Рис. 4. Относительная прозрачность воды, м

Прозрачность воды, определяемая по глубине видимости диска Секки, является наиболее широко используемым методом приближенной оценки трофического состояния водоемов. Расчет трофического индекса Карлсона (TSI), учитывающего корреляции между такими параметрами водной среды, как прозрачность, концентрация хлорофилла в воде и содержанием общего фосфора, выполнен по формуле:

$$TSI = 10(6 - \log_2 SD), \quad (1)$$

где TSI – индекс трофического состояния, SD – прозрачность в метрах, измеренная с помощью диска Секки [7].

Расчеты показали, что пруд Нижний сильно эвтрофирован, в период вегетации – до гипертрофного (таблица 2). Повышение уровня трофности происходит весной (май-июнь) в результате интенсивного массового развития планктонных водорослей, и затем снижение категории трофности отмечается осенью (ноябрь), когда радиационный баланс становится отрицательным, до мезотрофно-эвтрофного типа. Характерно, что в более теплом 2018 г. усиленное эвтрофирование началось раньше, чем в 2017 г.

Таблица 2

Трофический статус пруда Нижнего по индексу трофического состояния

Месяц	TSI		Тип трофии	
	2017	2018	2017	2018
Март	55,67	65,78	Мезотрофно-эвтрофный	Эвтрофный
Апрель	60,82	69,30	Эвтрофный	Эвтрофный
Май	64,64	74,15	Эвтрофный	Эвтрофно-гипертрофный
Июнь	Нет данных	73,96	---	Эвтрофно-гипертрофный
Июль	Нет данных	74,15	---	Эвтрофно-гипертрофный
Август	75,35	77,37	Эвтрофно-гипертрофный	Эвтрофно-гипертрофный
Сентябрь	Нет данных	80,00	---	Гипертрофный
Октябрь	70,59	70,44	Эвтрофно-гипертрофный	Эвтрофно-гипертрофный
Ноябрь	63,96	55,15	Эвтрофный	Мезотрофно-эвтрофный
Декабрь	57,37	55,78	Мезотрофно-эвтрофный	Мезотрофно-эвтрофный

Подобные значения индекса трофического состояния согласно [7] позволяют предполагать, что в конце периода вегетации содержание хлорофилла «а» в водах Нижнего превышает 150 мг/л, но даже зимой оно не опускается ниже 14-15 мг/л.

Одной из лучших характеристик состояния всей акваэкосистемы принято полагать информацию о кислородном режиме водоема. Растворённого кислорода в водах Нижнего содержалось много, его ход соответствовал нормальному внутригодовому распределению, а абсолютное содержание опускалось ниже 6 мг/л лишь в отдельные месяцы: в октябре-ноябре 2017 г., ноябре-

декабре 2018 г. (рис. 5). Концентрация растворённого газа в водах в течение периода исследования колебалась в широких пределах. В целом, в 2018 г. отмечено общее снижение содержания кислорода в водах пруда по сравнению с 2017 г., среднегодовое значение составило 9,0 и 11,6 мг/л соответственно.

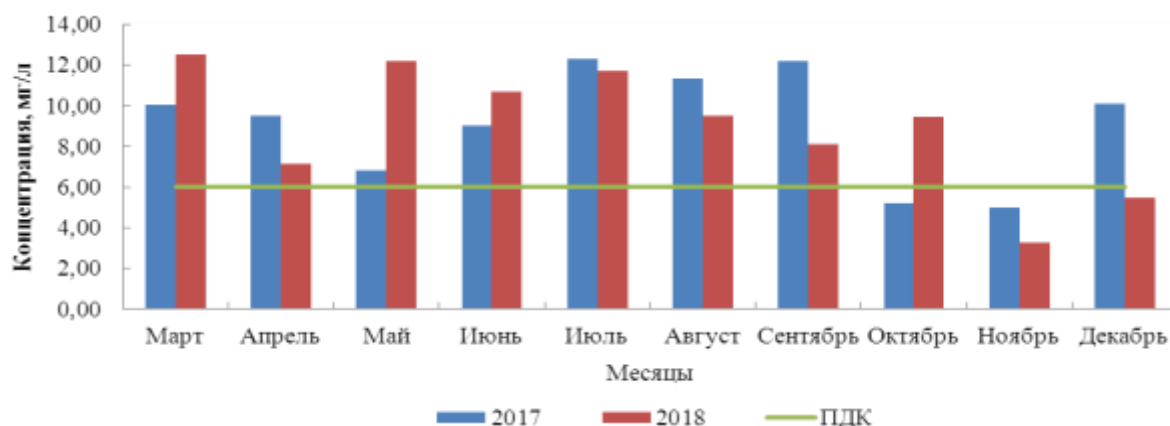


Рис. 5. Растворённый кислород, мг/л

Как максимальное, так и минимальное значения концентрации кислорода в разные годы наблюдалось в южной части пруда (ст. 1): в мае 2018 г. она достигла 16,2 мг/л, а в ноябре 2018 г. – 3,3 мг/л. Это может свидетельствовать о более сильном загрязнении вод в этой части водоема, происходящем, предположительно, из-за её расположения вниз по оси проточности и активного накопления биогенных элементов и органического вещества. Это, с одной стороны, создаёт благоприятную среду для интенсивного развития фитопланктона и, как следствие, усиленного продуцирования кислорода, а с другой, требует больших количеств кислорода на последующее окисление образовавшегося органического материала.

Динамика насыщения вод пруда кислородом, в общем, следует за изменением концентраций кислорода. Наибольшее перенасыщение воды кислородом наблюдается в летние месяцы в разгар периода вегетации (рис. 6), когда в августе 2017 г. на ст. 2 обнаружено 186 %. В ноябре вследствие преобладания процесса деструкции органического вещества над продукцией отмечен дефицит кислорода, особенно острый в 2018 г. (менее 20 % на ст. 1). Это может свидетельствовать о дисбалансе между поступлением в экосистему пруда органического материала и биогенных элементов, способствующих чрезмерному развитию фитопланктона и способностью водоёма к самоочищению. При дальнейшем понижении температуры воды в декабре содержание кислорода в ней увеличивается.

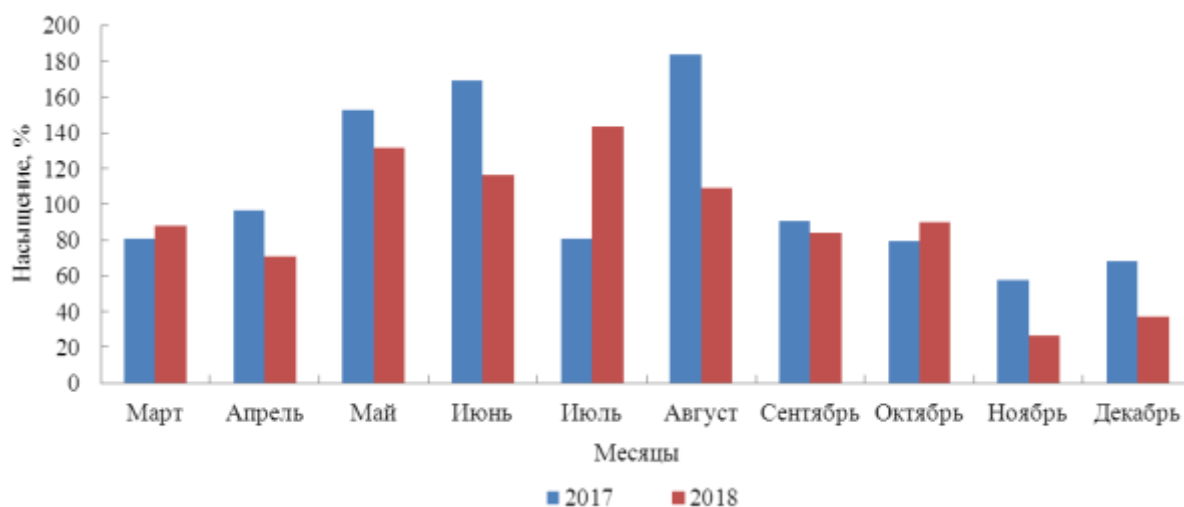


Рис. 6. Насыщение кислородом, %

Воды пруда Нижнего весьма богаты органическими веществами, о содержании которых позволяет косвенно судить величина перманганатной окисляемости. По классификации О.А. Алёкина [8] в 2017-2018 гг. перманганатная окисляемость водного объекта в среднем характеризовалась как высокая, а в августе 2018 г., когда ее значения превысили 30 мгО/л в южной части пруда (ст. 1), – очень высокая (рис. 7). Такие значения характерны для загрязненных гипертрофных водоемов, причем в 2018 г. величина перманганатной окисляемости была заметно больше на протяжении всего года, но особенно во время летне-осеннего пика активной вегетации водорослей.

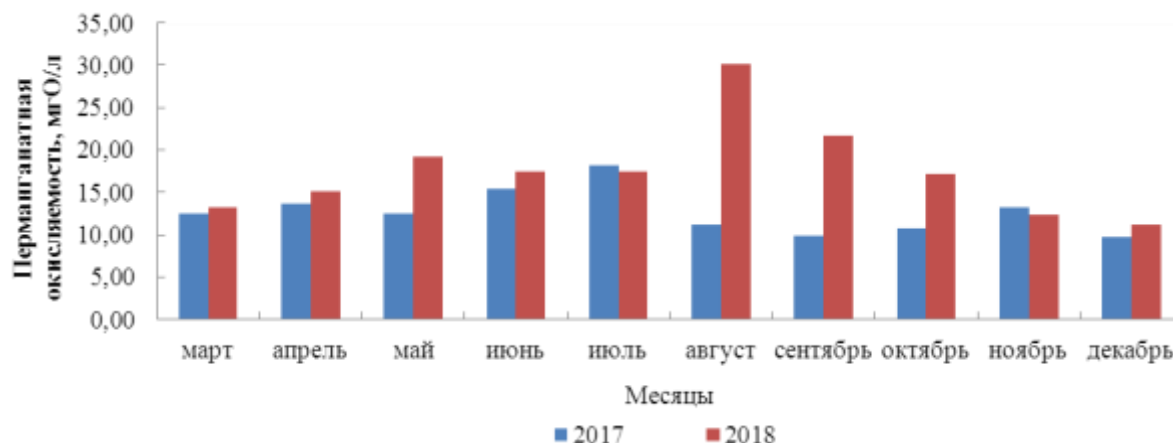


Рис. 7. Перманганатная окисляемость, мгО/л

Высокий уровень трофности, переизбыток органических веществ, вызванный массовым развитием фитопланктона, обусловлены тем, что воды Нижнего пруда богаты биогенными элементами, особенно азотом аммонийным, нитритами и железом.

Изменение концентраций аммонийного азота в водоёме во время исследования носит сложный характер, оно резко различается в 2017 и 2018 гг. (рис. 8). В 2018 г. концентрация аммоний-иона в целом заметно ниже, редко и незначительно превышая ПДК. В то ж время его внутри-годовая динамика не связана с общими закономерностями распределения концентраций аммоний-иона: летом наблюдалось их снижение (минимум в августе – 0,035 мгN/л на ст. 1), а с октября по декабрь включительно – постепенный рост до 0,91 мгN/л на той же ст. 1 в южной части пруда. Такое несоответствие правильным сезонным колебаниям указывает на внешнее антропогенное загрязнение водоема (предположительно, поступающего из пруда Верхнего).

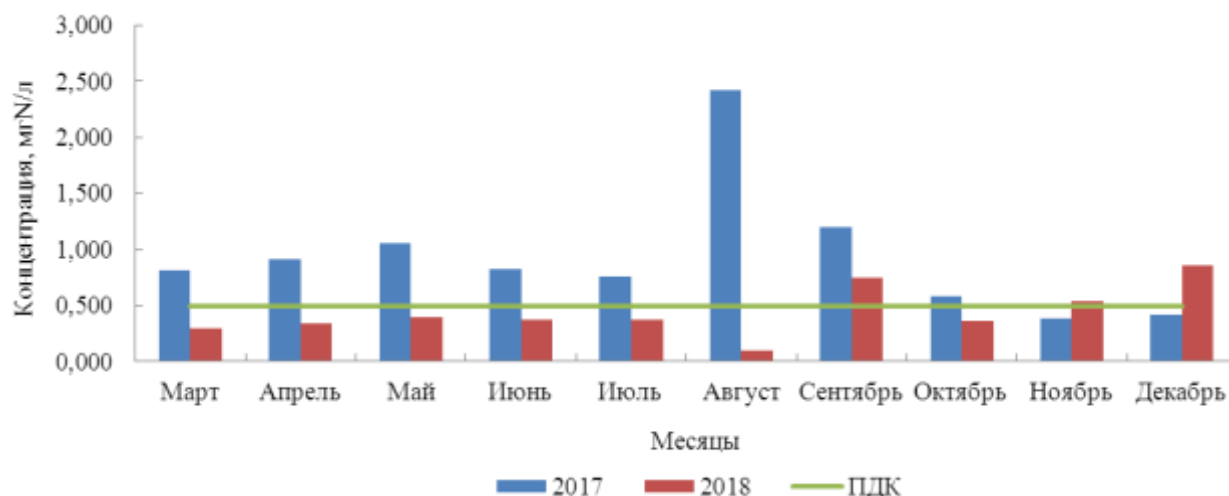


Рис. 8. Аммоний-ион, мгN/л

Предыдущий 2017 год отличается существенными превышениями установленных нормативов на фоне довольно правильного внутригодового хода аммонийного азота. Максимум наблюдался в августе (3,04 мгN/л на ст. 1), когда содержание аммоний-иона превысило 5ПДК.

Внутригодовое распределение концентраций нитритов, как и аммоний-иона, в водах Нижнего имеет сложный характер. В 2018 г. сезонная динамика нитритов была противоположна распределению аммонийного азота. Падение концентрации нитритов в августе является нехарактерным с учетом его высокого содержания в другие месяцы, хотя оно согласуется с ходом аммоний-иона (рис. 9). Тем не менее, в остальном, несмотря на незначительные превышения ПДК в отдельные месяцы, внутригодовое распределение в 2018 г. следует нормальному годовому ходу. 2017 г. отличался сниженным содержанием нитрит-иона по сравнению с 2018 г. при сильно повышенных концентрациях аммоний-иона в этом же году.

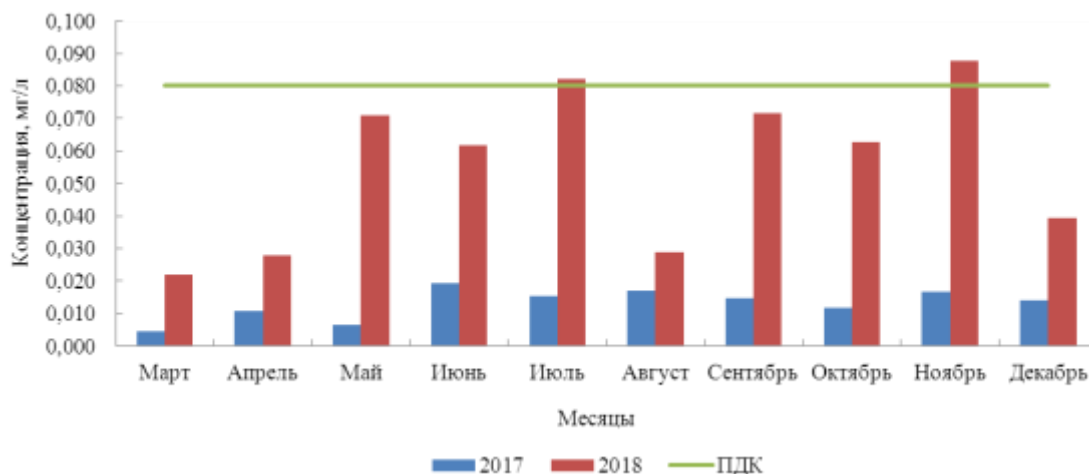


Рис. 9. Нитриты, мг/л

Являясь одним из биогенных элементов, железо в определенной степени влияет на интенсивность развития фитопланктона в водоеме. Содержание общего железа в водах пруда Нижнего, как и во многих других водоёмах Калининградской области, постоянно высокое [9-12]. Это обусловлено спецификой гидрогеологического строения региона и характером водного питания водоемов. Концентрации железа постоянно превышали рыбохозяйственную ПДК. Особенно высокие значения отмечены в июле 2018 г. (рис. 10), когда её значения достигали 0,74 мгFe/л в южной части пруда, а в среднем по водоему превышало нормативы более чем в 6 раз. За время проведения мониторинга был выявлен заметный тренд к увеличению концентрации железа в тёплое время года. Но в 2018 г. в августе наблюдался резкий спад концентрации.

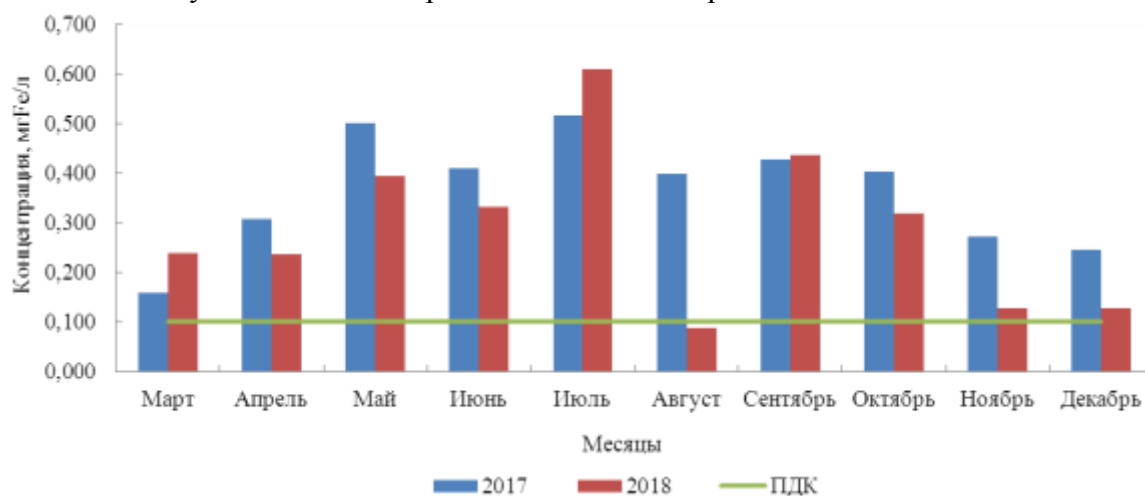


Рис. 10. Железо общее, мгFe/л

Фосфор является важнейшим показателем трофического статуса природных водоемов. Именно фосфор чаще всего лимитирует развитие продуктивности водоемов, однако в водах пруда Нижнего фосфора фосфатов содержится довольно много. При избыточном содержании соединений фосфора в водоемах, особенно малопроточных, происходит прирост растительной биомассы и изменение трофического статуса водоема. И хотя содержание фосфатов, в основном, не превышало рыбохозяйственные нормативы за исключением отдельных месяцев, по содержанию фосфора пруд Нижний относится к категории гипертрофных водоемов (рис. 11).

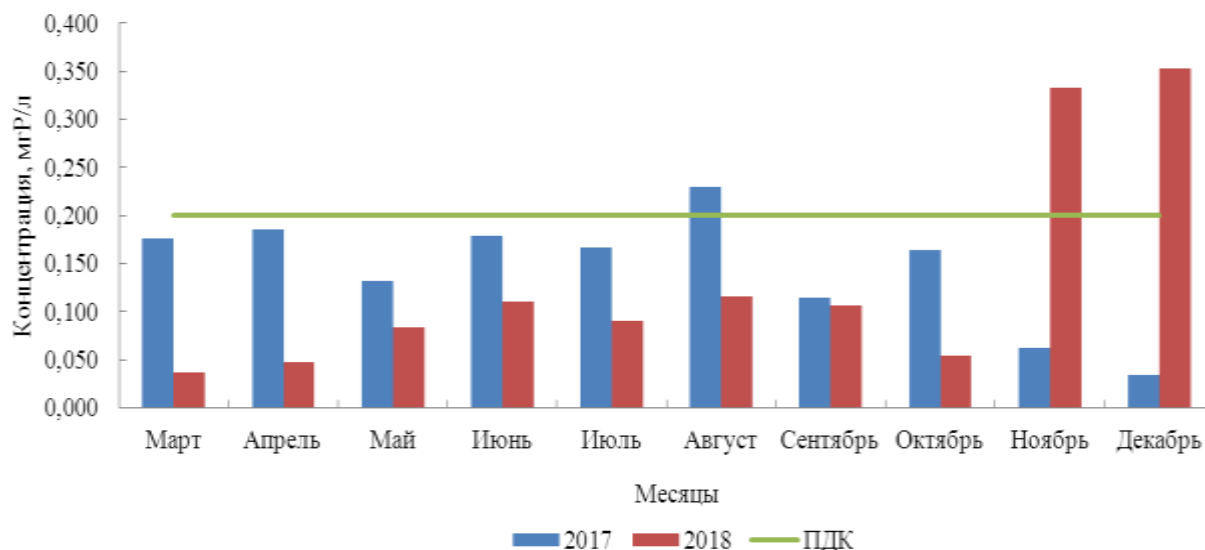


Рис. 11. Фосфор фосфатов, мгР/л

Эвтрофикация пруда привела к росту в нем сине-зеленых водорослей (цианобактерий), многие из которых токсичны. Водоросли отдела сине-зеленых преобладают по численности в фитопланктоне Нижнего в течение всего года, достигая более 90 % летом [13].

В соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77 [14] качество вод Нижнего пруда в 2017-2018 гг. по гидрохимическим показателям оценивается несколько выше, чем по величине индекса трофического состояния (таблица 3). Среднегодовое содержание растворённого кислорода и нитритов даже позволяет отнести его к категории мезотрофных (чистых) водоемов, но в то же время по содержанию азота аммонийного и фосфору фосфатов воды пруда также оказались гипертрофными (загрязнёнными).

Таблица 3

Трофический статус вод пруда Нижнего по гидрохимическим показателям

Критерий	Среднегодовая величина		Тип трофии		Класс воды	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Растворенный кислород, % насыщения	106	90	Мезотрофный	Мезотрофный	Чистая	Чистая
Перманганатная окисляемость, мгО/л	12,7	17,5	Эвтрофный	Эвтрофный	Умеренно-загрязненная	Умеренно-загрязненная
Азот аммонийный, мгN/л	0,94	0,44	Гипертрофный	Эвтрофный	Загрязненная	Умеренно-загрязненная
Нитриты, мг/л	0,01	0,05	Мезотрофный	Эвтрофный	Чистая	Умеренно-загрязненная
Фосфор фосфатов, мгР/л	0,14	0,13	Гипертрофный	Гипертрофный	Загрязненная	Загрязненная

В результате проведённого экологического мониторинга качества вод пруда Нижнего за время исследования было выявлено, что исследуемый водоём эвтрофно-гипертрофный, загрязнённый, а в некоторые месяцы по ряду показателей – грязный. В нем в большом количестве содержатся органические и биогенные вещества, провоцирующие активное развитие водорослей и приводящие к эвтрофированию воды. В течение 2017-2018 гг. в пруду Нижнем часто наблюдались превышения ПДК по многим из исследованных веществ, особенно по аммоний-иону и железу, а в октябре-декабре – дефицит растворённого кислорода. Наиболее загрязнённой оказалась южная часть пруда, там были зафиксированы практически все экстремумы концентраций определяемых характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Губин А. Б. Топонимика Калининграда. Реки и водоемы // Электрон. дан. Режим доступа: URL:<http://gako.name/index.php?publ=185&razd=212> (дата обращения 10.07.2019).
2. Динамика гидрохимических условий системы прудов Верхний-Нижний по материалам летних наблюдений в 1983-2016 гг./ Цупикова Н.А., Берникова Т.А., Блоцкая Е.Н. и др.// Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов V Балтийский морской форум. Всероссийская научная конференция, г. Калининград, 21-27 мая 2017. – С. 219-224.
3. Фонтан на водной глади Нижнего озера запущен в тестовом режиме // Электрон. дан. Режим доступа: URL:https://www.klgd.ru/rss/index.php?ELEMENT_ID=336761 (дата обращения: 10.07.2019).
4. Сергеев В. Уровень воды в Калининграде понизят на 60 см // Электрон. дан. Режим доступа: URL: <https://www.kaliningrad.kp.ru/online/news/2839947/> (дата обращения: 10.07.2019).
5. Берникова Т.А. Роль водных объектов в обеспечении устойчивого развития городской среды (на примере бассейна пруда Верхнего в г. Калининграде) // Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 4. – С. 97-107.
6. Архив погоды в Калининграде // Электрон. дан. Режим доступа: URL:https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Калининграде/ – (дата обращения 10.07.2019).
7. Carlson, R. E. A trophic state index for lakes. // Limnology and Oceanography. 1977.– Vol. 22.– Issue 2.– P. 361-369.
8. Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 413 с.
9. Экологическое состояние пруда Нижнего в г. Калининграде / Н.А. Цупикова, Т.В. Шумихина // III Балтийский морской форум. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», г. Калининград, 24-30 мая 2015. – С. 177-180.
10. Цупикова Н.А., Дроздова А.С. Экологическое состояние пруда Поплавок (Калининград) в 2015 году// IV Балтийского морского форума. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», г. Калининград, 2016.– С. 239-242.
11. Экологическое состояние системы прудов Верхнего и Нижнего (г. Калининград) как рекреационного объекта внутри урбанизированной территории / Н.А. Цупикова, Т.А. Берникова, Е.Н. Блоцкая, Е.А. Рябцева // VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке, г. Калининград, 12-14 апр. 2017. – С. 134-138.
12. Сезонная изменчивость фитопланктона на фоне гидрохимических показателей пруда Пелавского (г. Калининград) в 2015-2016 гг. / Бугранова О.С. // Известия КГТУ. – 2017. № 47. – С. 22-33.
13. Бугранова О.С. Динамика сезонного развития фитопланктона пруда Нижнего (г. Калининград) в 2015 году и факторы, ее определяющие // Известия КГТУ. – 2016. № 43. – С. 11-21.
14. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – С. 51-62.

DETERMINATION OF TROPHIC STATE OF THE NIZHNY POND (KALININGRAD) ACCORDING TO HYDROLOGICAL AND HYDROCHEMICAL INDICATORS IN 2017-2018

Mironova Polina Sergeyevna, student of Ichthyology and Ecology Department;
Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Associate Professor of Ichthyology and Ecology Department

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: apollinaria.mironova@mail.ru, tsoupikova@klgtu.ru

This paper presents the results of monthly monitoring of the Nizhny pond for two years (2017-2018). The study revealed that the pond is highly eutrophied – up to hypertrophic level during the growing season. Water is contaminated, there were found especially high concentrations of nutrients such as ammonium nitrogen and phosphates, permanganate value is high (a lot of organic substances)

УДК 502.52:504.4.062.2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОРСКИХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ И ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

¹Михневич Галина Сергеевна, канд. геогр. наук, доцент кафедры географии океана;

²Кречик Виктор Антонович, научный сотрудник лаборатории геоэкологии;

²Крек Александр Владимирович, научный сотрудник лаборатории геоэкологии;

²Данченков Александр Романович, мл. научный сотрудник лаборатории геоэкологии

¹ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,

Калининград, Россия, e-mail: mi78galina@mail.ru;

²Атлантическое отделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Калининград, Россия,

e-mail: myemail.gav@mail.ru, av_krek_ne@mail.ru, swdartvader@mail.ru

Рациональное природопользование в прибрежной зоне невозможно без учета влияния подземного стока (субмаринной разгрузки) и интрузий морских вод. В работе впервые для Калининградского сектора Юго-Восточной Балтики охарактеризованы условия развития процесса субмаринной разгрузки, дана его предварительная количественная оценка, обозначены экологические последствия. Наиболее значим сток палеогеновых и верхнемеловых подземных вод, составляющий более 40 тыс. м³/сут. Установлены предпосылки формирования интрузий морских вод в водоносные горизонты суши и развития их осолонения, обозначены наиболее уязвимые в плане развития интрузий участки берега

Введение

В прибрежной зоне происходит активное взаимодействие морских (океанических) вод с подземными водами суши. Как известно оно имеет двойственный характер: подземные водоносные горизонты разгружаются на дне морей, формируя подземную составляющую континентального стока; с другой стороны, при определенных условиях, имеется возможность проникновения морских вод в водоносные горизонты континентов (т.н. интрузии) [1, с. 100; 2, с. 42]. Первый процесс глобален, он доминирует по пространственным и объемным характеристикам, второй – лока-

лен. Оба этих процесса характерны для Балтийского моря. Контакт водных масс, отличающихся по химическому составу и физическим характеристикам, оказывает влияние на естественный ход гидрологических, седиментационных и биологических процессов. *Целью работы* является анализ процессов взаимодействия морских вод Балтики и подземных вод в пределах прибрежной зоны Калининградской области и выявление их экологических последствий.

Сток подземных вод в Балтийское море

Первая количественная оценка подземного стока непосредственно в море была выполнена для районов Советской Прибалтики еще в середине 60-х гг. XX века Зекцером И.С. и Куделиным Б.И. [3, с. 14]. Величина подземного стока с данной территории в море, равная примерно $1,1 \text{ км}^3/\text{год}$, составляет 1,5% поверхностного стока. Для всего бассейна Балтийского моря эта цифра оценивалась примерно в $4 \text{ км}^3/\text{год}$ [4, с. 120]. По данным Р.В. Мокрика, суммарный подземный сток из зоны активного водообмена составляет $1,2572 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{сут}$ [5, с. 345]. Ионный сток оценен в 617929 т/год. Зона замедленного водообмена поставляет в Балтику минуя речной сток около $54,2 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{сут}$, а ионный сток достигает 402777 т/год [5, с. 348]. Таким образом, подземный ионный сток в Балтийское море составляет свыше 1 млн. т/год (около 2% от величины речного ионного стока). В более поздних работах И.С. Зекцера [2, с. 161] и в монографии «Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Балтийское море» [6, с. 199] подземный сток в Балтику оценивается в $13,8 \text{ км}^3/\text{год}$ и $10,3 \text{ км}^3/\text{год}$ соответственно, а ионный сток в 4,2 млн. т/год. Значительно уступая речным водам по величине стока (14 км^3 против 472 км^3), ионный сток подземных вод составляет 1/10 от стока речных вод (4,2 млн. т/год против 46,6 млн. т/год). Уточненные оценки величины подземного стока в суббассейны Балтийского моря, как важной составляющей баланса, формирующей аномалии состава донных осадков, иловых и придонных вод, стали появляться только в последние десятилетия, однако для Калининградского сектора Юго-Восточной Балтики ранее не выполнялись. Поэтому в работе была предпринята попытка охарактеризовать условия формирования стока подземных вод с территории Калининградской области и оценить его объемы.

Условия формирования стока подземных вод

Исходя из особенностей гидрогеологического строения Калининградской области и прилегающей части Балтийского моря [7; 8], можно ожидать субмаринную разгрузку из зоны активного водообмена, а именно, из палеогеновых, меловых, юрских водоносных комплексов. Воды четвертичных и неогеновых образований в значительной мере разгружаются в речные долины, овраги, на морском берегу, т.е. их сток не имеет субмаринного характера. Субмаринная разгрузка подземных вод из разных горизонтов, отличающихся составом, минерализацией, будет вызывать разные по характеру локальные аномалии в составе морских придонных вод и донных осадков [5, с. 346; 9, с. 29], что необходимо учитывать в процессе поиска и идентификации участков разгрузки.

Палеогеновый водоносный комплекс приурочен к отложениям, широко распространенным на Калининградском полуострове. В водоносном комплексе здесь выделяются два горизонта: верхний (олигоцен-плиоценовый, надпродуктивный), залегающий над глинами янтареносной толщи, и нижний (палеоцен-эоценовый, подпродуктивный), залегающий под этой толщей [8, с. 114]. *Олигоцен-плиоценовый водоносный горизонт*, встречается на морском подводном склоне только на западе полуострова (спорадически, на глубине от 0 до 5-10 м). Перспектива установления участков субмаринной разгрузки здесь невелика. Причины: слабый напор, малая водообильность, значительная мощность донных осадков. *Палеоцен-эоценовый водоносный горизонт* распространен широко, особенно на северном подводном склоне Калининградского п-ова, где выходит на глубинах от 12-15 до 25-30 м. Обнаружение участков субмаринной разгрузки этого водоносного горизонта более вероятно.

Воды палеогеновых горизонтов пресные, с минерализацией 0,2-0,8 г/л, гидрокарбонатные кальциевые [8, с. 115], могут образовывать отрицательные аномалии солености, характеризоваться аномальным соотношением главных ионов за счет уменьшения концентрации хлора и натрия, ти-

пичных для морской воды. Особенностью вод палеогеновых отложений (как впрочем, и четвертичных) является высокое содержание железа, что может также служить идентификационным признаком участков субмариной разгрузки подземных вод. Некоторым подтверждением высказанной гипотезы служит тот факт, что в ходе предварительных работ, проведенных несколько лет назад в районе м. Купальный, были обнаружены аномалии в распределении некоторых характеристик морской воды (уменьшение концентрации иона хлора, натрия, увеличение сульфат-иона, уменьшение величины жесткости и др.) [10, с. 74; 11, с. 37].

В меловых отложениях также выделяются два водоносных горизонта. *Верхнемеловой (кампан-маастрихтский) водоносный горизонт* распространен на Калининградском полуострове повсеместно. Минерализация вод колеблется от 0,2 до 3,9 г/л [8, с. 116]. Химический состав вод зависит от степени минерализации, которая в свою очередь очень сильно изменяется с глубиной. Воды верхнемеловых отложений относятся к гидрокарбонатному натриевому типу, реже к гидрокарбонатно-сульфатному, кальциево-натриевому и натриево-кальциевому типам. Воды до глубин 100 м в основном пресные воды с минерализацией 0,3-0,8 г/л гидрокарбонатные натриевые, реже гидрокарбонатные кальциевые. На глубинах 100-150 м минерализация равна 0,94-1,11 г/л, воды переходного типа - от гидрокарбонатных к хлоридным; минерализованные воды - хлоридно-гидрокарбонатные натриевые. Далее с глубиной наблюдается увеличение минерализации [12, с. 69]. Следует отметить, что в скважине, расположенной на Куршской косе (пос. Морское, глубина 50 м), наблюдалась высокая минерализация (5,39 г/л), воды относятся к хлоридному натриевому типу, что можно объяснить подпиткой вод с более высокой минерализацией, происходящей, вероятно, через тектонические нарушения [12, с. 69]. Наиболее близко к берегу верхнемеловые образования подходят около корневой части Куршской косы и м. Таран. Выходы отложений верхнего мела на подводном морском склоне приурочены к отметкам от 20 м (западнее пос. Донское, северо-западнее м. Таран) до 50 и более метров. Прогнозировать конкретные места выходов субмариной разгрузки на настоящий момент было бы безосновательным: водообильность горизонта и водопроницаемость пород очень изменчивы, практически неизвестны гидродинамические условия.

Польские исследователи указывают, что недалеко от Гданьска в меловых отложениях развит обширный водоносный горизонт, мощностью до 100–150 м - Гданьский суббассейн, распространяющийся под дном одноименного залива и достигающий косы Хель [13, с. 140]. В южной части суббассейна воды были обнаружены в маастрихтских карбонатах. Меловой водоносный горизонт содержит слабоминерализованные подземные воды гидрокарбонатно-натриевого, реже, гидрокарбонатно-кальциевого типа. Высокие концентрации фторид-иона также являются характерной особенностью этих вод, достигая в некоторых местах даже 5 мг/дм³ [13, с. 140].

Апт-сеноманский водоносный горизонт распространен повсеместно. По химическому составу воды горизонта относятся к хлоридному или гидрокарбонатному, натриевому типу с минерализацией 2,6 г/л. На большей части площади распространения на континенте минерализация вод горизонта не превышает 1,5, реже составляет 3–4 г/дм³. В составе растворённого газа преобладают углекислота и азот. Температура воды 10–12°C [8, с. 117].

Таким образом, участки разгрузки меловых водоносных горизонтов должны будут формировать отрицательную соленостную аномалию в придонных водах. Однако при особых обстоятельствах (разломная тектоника, условность водоупоров) соленость может резко увеличиваться из-за притока вод более глубоких горизонтов (как случается на континенте, в Калининградской области).

В юрских отложениях сформированы два водоносных горизонта. *Оксфорд-титонский водоносный горизонт* приурочен к верхней части разреза юры. По химическому составу вода соленая, относится к хлоридному натриевому типу, их минерализация изменяется в пределах от 12 до 17 г/дм³. *Геттангско-батский водоносный горизонт* приурочен к нижней части разреза юрских отложений. По химическому составу воды горизонта хлоридные натриевые, величина их минерализации от 13 до 19 г/дм³, содержание брома от 25,0 до 44,0 мг/дм³ [8, с. 117]. Юрские водоносные горизонты разгружаются в Балтийское море далеко от берега Калининградской области, в центральной части Гданьского залива; выходы водовмещающих отложений находятся на глубинах от 50 до 100 м. В Польше юрские водоносные горизонты имеют очень высокую минерализацию. Это хлоридные натриевые или кальциевые, бромид-йодид-бор-железистые рассолы. Их общая минера-

лизация достигает 65 г/дм^3 , а содержание хлорид-иона достигает 40 г/дм^3 [13, с. 140]. Эти воды дренируются в донные отложения южной Балтики близ западной части польского побережья. Таким образом, для районов субмариной разгрузки юрских водоносных горизонтов, будет характерна положительная соленостная аномалия, резкое увеличение концентрации натрия, хлора, высокое содержание брома.

Количественная оценка стока подземных вод

Предварительную количественную оценку величины стока подземных вод необходимо начать с мелководной зоны, прилегающей к Калининградскому полуострову. Наиболее перспективной представляется оценка стока из палеогенового (палеоцен-эоценового) и верхнемелового (кампан-маастрихтского) водоносного горизонта.

Для количественной оценки подземного и ионного стока из указанных горизонтов в Балтийское море за основу была взята методика, применявшаяся для аналогичных расчетов в акватории Финского залива А.Н. Вороновым и Е.А. Вивенцовой [14, с. 657]. Методика основана на изучении условий формирования подземного стока в море в пределах водосборной части суши, анализе гидрогеологических и геологических условий прибрежной части моря, и представляет собой одну из вариаций гидродинамического метода [1, с. 116]. Сущность метода состоит в следующем.

Необходимо определить для каждого исследуемого водоносного горизонта площадь водосборного бассейна, т.е. площадь на которой горизонт питается и с которой сток будет направлен в интересующую акваторию (в данном случае это Балтийское море). Для определения этой площади были проанализированы гидрогеологические карты и по характеру гидроизопьез определены территории, с которых подземный сток будет направлен непосредственно в Балтийское море. Для палеоцен-эоценового горизонта данная площадь составила примерно 306 км^2 , для кампан-маастрихтского – 470 км^2 .

Далее для каждого водоносного горизонта в соответствии с литературными данными [7, с. 101] подбирались значения среднего модуля подземного стока. Для палеоцен-эоценового водоносного комплекса значение модуля составляет $1,0 \text{ л/сек/км}^2$. Соответственно с площади 306 км^2 величина подземного стока в Балтийское море составит примерно $26438 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Однако, воды палеоцен-эоценового горизонта активно используются для водоснабжения населения и хозяйства, расходуется на подпитку рек, поэтому второй вариант расчета сделан при условии, что средний модуль подземного стока составляет $0,8 \text{ л/сек/км}^2$, тогда значение подземного стока составит $21150 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (табл. 1).

Для кампан-маастрихтского водоносного горизонта было выбрано значение модуля подземного стока равное $0,5 \text{ л/сек/км}^2$ [7, с. 101]. Объясняется это затрудненными условиями питания горизонта, в сравнении с палеогеновым комплексом. В этом случае подземный сток в Балтийское море из верхнемелового горизонта составит $20304 \text{ м}^3/\text{сутки}$ (табл. 1). Выбранные значения модулей подземного стока сопоставимы со значениями модулей эксплуатационных запасов [7, с. 116].

Для определения величины ионного стока необходимо знать общий объем стока и среднюю минерализацию вод каждого водоносного комплекса или горизонта. Средняя минерализация вод палеогенового комплекса, полученная как среднее арифметическое значение величин минерализации нескольких десятков проб воды, составила $0,27 \text{ г/л}$, верхнемелового горизонта – $0,86 \text{ г/л}$. Таким образом, ионный сток в Балтийское море из палеогенового комплекса составляет $7,14 (5,71) \text{ т/сутки}$, из верхнемелового горизонта – $17,46 \text{ т/сутки}$ (табл. 1).

Следует отметить, что полученные значения являются приближенными и отвечают только за общий и ионный сток непосредственно в Балтийское море, без учета потока, разгружающегося в Калининградский и Куршский заливы. Неогеновый водоносный горизонт и водоносные горизонты четвертичных отложений не рассматривались в силу локальности распространения, высокой дренируемости эрозионной сетью и практическим отсутствием на дне Балтийского моря.

Характеристика подземного стока в прибрежной зоне Самбийского полуострова

Горизонт	Площадь области питания, км ²	Коэффициент подземного стока, л/сек/км ²	Подземный сток, м ³ /сут	Средняя минерализация, г/л (в скобках число определений)	Ионный сток, т/сут
Pg	306	1,0	26438	0,27 (17)	7,14
		0,8	21150		5,71
K ₂	470	0,5	20304	0,86 (47)	17,46

Интересно сравнить полученные результаты с данными, приведенными в [5, с. 345]. Сток непосредственно в море из кайнозойско-мезозойской системы (т.е. из юрских, меловых и палеогеновых горизонтов) составляет 125000 м³/сут. Суммарная рассчитанная величина составляет чуть более 40000 м³/сут или 1/3 от общей величины. По ионному стоку всего из кайнозойско-мезозойской системы в море попадает 12772 тыс. т/год [5, с. 348]. Рассчитанная величина составляет около 9 тыс. т/год (менее 1%). Такой дисбаланс объясняется тем, что по подсчет велся по водоносным горизонтам, имеющим активное питание и насыщенным пресной водой. Годовой сток из двух исследованных горизонтов составляет примерно 0,15 км³. Общий подземный сток в Гданьский залив Балтийского моря из всей системы водоносных горизонтов оценивается в 8000 м³/ч [15, с. 141]. Можно заключить, что полученные оценки не противоречат расчетам, сделанным в других работах.

Экологические аспекты процесса субмаринной разгрузки

В последние десятилетия субмаринная разгрузка была признана механизмом переноса загрязняющих веществ наземного происхождения в моря и океаны. Биогенные элементы, органические вещества, тяжелые металлы и патогенные микроорганизмы, находящиеся в подземных водах, могут вызывать химические и биологические эффекты в прибрежной зоне, где осуществляется подземный сток. В некоторых регионах разгрузка подземных вод является непосредственной причиной ухудшения состояния прибрежной среды, влияющей на местную экономику и специализацию района [16; 17; 18].

Было доказано, что разгрузка подземных вод в море влияет на окружающую среду, изменяя соленость и температуру, а доставляемые извне биогенные элементы увеличивают первичную продуктивность и эвтрофикацию, изменяют видовой состав и циклы потока энергии между пелагической и бентической зонами [19; 20, с. 213; 21, с. 178]. Питательные вещества, органические соединения и металлы, транспортируемые подземными водами через прибрежные водоносные горизонты, являются значимыми факторами в инициации цветения фитопланктона [22, с. 294], а также служат важными источниками железа [23, с. 260] и фосфатов в окружающих водах [24, с. 341]. Следовательно, субмаринная разгрузка может непосредственно воздействовать как на прибрежную бентическую, так и на пелагическую биоту [25, с. 520; 26, 119; 27, с. 26].

Подобного рода работы для Балтийского региона пока редки. Для тяжелых металлов первые расчеты, относящиеся к региону Советской Прибалтики, были сделаны еще в конце 80-х гг. XX века Мокриком Р.В. Было определено, что с подземным стоком в море попадает: по четвертичной гидрогеодинамической системе - железа 995, марганца 98, цинка 40, меди 20 т/год; по дочетвертичной гидрогеодинамической системе - железа 207,4, марганца 9, цинка 11,7, меди 9,8 т/год [5, с. 348]. В местах разгрузки в морских осадках происходит накопление ряда компонентов химического состава подземных вод за счет хемиседиментации на окислительно-восстановительном или сероводородном барьере между зоной осадков с низким потенциалом и океаническими водами, содержащими свободный кислород [28]. Железо и марганец, концентрация которых в подземных водах на один-два порядка выше, чем в морской воде, в современных морских осадках часто приурочены к областям субмаринной разгрузки, что обуславливает геохимические аномалии, служащие индикаторами процесса. В зонах разгрузки подземных вод в донных осадках происходит накопление полезных ископаемых, например железомарганцевых конкреций.

Комплексная оценка разгрузки подземных вод в морской бассейн, примером которого является Пущкий залив (южная часть Балтийского моря), была представлена в работе [29]. В ней указаны формы и типы разгрузки подземных вод, вклад отдельных водоносных горизонтов и интенсивность процессов. Для Пущкого залива был проведен ряд исследований влияния выходов подземных вод на придонную воду. Например, количественно оценен вклад ртути, поступающей с субмаринной разгрузкой [30], растворенных органического и неорганического углерода [31, с. 340], тяжелых металлов [32, с. 151]. Изучено биогеохимическое влияние выхода подземных вод на песчаном мелководье мористее косы Хель (Польша) [33, с. 139].

Игнорирование процесса разгрузки подземных вод в химическом бюджете прибрежных вод и донных осадков может привести к неправильной интерпретации данных в широком спектре экологических исследований, связанных с изучением эвтрофикации и загрязнения прибрежных районов, с расчетом фоновых значений различных элементов при проведении процедур оценки воздействия на окружающую среду и производственных мониторингах. Понимание роли и вклада процесса разгрузки подземных вод в химический баланс прибрежных вод, с одной стороны, поможет лучше понять влияние биогеохимических процессов на окружающую среду, с другой стороны, будет полезно для правильной интерпретации результатов исследований, ориентированных на изучение прибрежных районов.

Интрузии морских вод

Интенсивное освоение ресурсов подземных вод в приморской части Балтийского моря, обусловленное развитием городов, промышленности и сельского хозяйства привело к отрицательным последствиям: частичному истощению их запасов, сокращению подземного стока и интрузии соленых морских вод в прибрежные водоносные горизонты. Активный водоотбор в приморской части суши способствует значительному снижению напоров подземных вод, формированию обширных депрессионных воронок на суше и в пределах акватории моря.

В естественных (ненарушенных эксплуатацией) условиях пресные подземные воды, мигрируя по водовмещающим отложениям, под действием перепада напоров двигаются от областей создания напора на континенте к региональной области разгрузки — в море. В данном случае из-за разности плотностей пресных и морских вод происходит внедрение морских вод в водоносные горизонты. По размерам это проникновение незначительное: оно проявляется лишь на границе выклинивания водоносных пород в море [5, с. 350]. Граница раздела между морскими и пресными водами в естественных условиях нестабильная. Под действием изменения инфильтрационного питания на суше, приливных явлений и изменения атмосферного давления, эта граница периодически меняет свое положение. Однако такие сдвиги обычно по размерам не превышают нескольких сотен метров. Лишь интенсивный водоотбор, нарушающий естественный режим фильтрации подземных вод, вызывает перемещение границы раздела в сторону приморской зоны на большие расстояния — до нескольких десятков километров [34, с. 148]. Скорость движения границы раздела соленых и пресных вод изменяется в большом диапазоне (от нескольких метров до сотен метров в год) в зависимости от интенсивности, эксплуатации и фильтрационных свойств водовмещающих отложений [5, с. 350; 35, с. 144; 9, с. 42]. Продвижение соленых вод по пласту представляет собой циклический процесс, при котором относительно короткие промежутки быстрого продвижения фронта соленых вод чередуются с замедлением темпа перемещения, временной стабилизацией и даже частичным отступлением фронта соленых вод. Скорость перемещения контура соленых вод значительно возрастает в засушливые маловодные периоды [35, с. 135].

Влияние моря на режим подземных вод различно для безнапорных и напорных водоносных горизонтов. По условиям взаимосвязи безнапорных вод с морем выделяются участки прибрежного, островного и приречного типов [5, с. 351]. В первых двух случаях в приморской части отчетливо ощущается влияние моря на химический состав и гидродинамический режим подземных вод. В прибрежной полосе безнапорные воды разгружаются в море в верхней части разреза и подвержены естественной интрузии морской воды, которая проявляется в нижней части водоносного горизонта из-за различий плотностей вод. Об этом свидетельствует факт засолонения многочисленных копаных и буровых колодцев приморья; их гидрохимический и гидродинамический режимы под-

вержены сезонным изменениям и синхронны колебаниям уровня моря, а также количеству инфильтрующихся в грунт атмосферных осадков. Для приречного типа характерны такие же условия, только здесь влияние моря передается в дельте реки через речные воды, которые засоляются вверх по течению. Как правило, их влияние кратковременное и прекращается с отступлением морских вод [5, с. 352].

Изменения пьезометрического и химического режимов вод напорных водоносных горизонтов обусловлены геолого-гидрогеологическими свойствами водовмещающих пород и интенсивностью их эксплуатации. В начале эксплуатации доминирует неустановившаяся фильтрация, в период которой в водоносном горизонте происходит постоянное понижение напоров подземных вод, в результате которого образуется подземная депрессионная воронка. С момента, когда депрессионная воронка достигает контура морских вод (выхода водоносных пород под дно моря), неустановившийся режим фильтрации сменяется на установившийся. В установившийся режим фильтрации понижения напоров водоносного горизонта минимальны. Такое состояние режима фильтрации можно изменить лишь с изменением дебита водозабора [5, с. 352]. Начало установившегося режима фильтрации зависит от фильтрационных свойств пласта, расхода водозабора и геологических условий на шельфе [35, с. 140].

Предпосылки внедрения интрузий морских вод в подземные воды Калининградской области

На морском побережье Калининградской области располагаются водозаборы гг. Зеленоградска, Светлогорска, Пионерска, Балтийска, эксплуатирующие подземные воды верхнемеловых, палеогеновых и межморенных четвертичных водоносных горизонтов [36, с. 57]. Помимо этого на побережье располагается некоторое количество потребителей, водоснабжение которых связано с грунтовыми водами современных отложений. Поэтому, изучение процесса внедрения морских вод в водозаборы представляет собой актуальную задачу.

Основными способами внедрения морских вод являются проникновение непосредственно в горизонт подземных вод, инфильтрация из рек и каналов, перетекание через слабо проницаемые отложения, литологические «окна», проникновение по трещинам и разломам. Морские воды вторгаются в грунтовые воды и первые от поверхности напорные водоносные горизонты [35, с. 133]. Глубокозалегающие водоносные горизонты, как правило, не подвергаются внедрению морских вод. Проникновению морских вод способствуют: наличие рек и каналов, сообщающихся с морем; изрезанность береговой линии, наличие заливов; непосредственная связь водоносного горизонта с морем; небольшой естественный расход пресных подземных вод, разгружающихся в море; фильтрационная неоднородность и трещиноватость водоносного горизонта и др. [35, с. 134]. Нагон морских вод в реки и каналы происходит под влиянием ветров, штормов. Дальность нагона морских вод зависит от расхода и уклона потока речных вод, ширины и глубины русла реки, продолжительности и интенсивности ветров и приливов.

Исходя из особенностей гидрогеологического строения Калининградской области, наиболее подверженными внедрению морских вод будут являться грунтовые воды эоловых отложений, морских отложений и воды аллювиальных отложений, а также палеогеновый водоносный горизонт.

Воды аллювиальных отложений приурочены к долинам рек. Интерес представляет долина р. Преголи, в пределах которой находятся водонасосные станции ЮВС-1, ЮВС-2, ВВС, снабжающие питьевой водой г. Калининград. Развитие штормовых нагонов солоноватых вод из Калининградского залива неоднократно приводило к ухудшению качества подаваемой населению воды, выражающееся в увеличении минерализации и содержания хлорного иона. В некоторые годы влияние нагона и подъем уровня р. Преголи ощущался до г. Черняховска. Из-за угрозы нагонов на ЮВС-2 были организованы резервные водохранилища, позволяющие на протяжении нескольких недель подавать воду, соответствующую санитарно-гигиеническим требованиям. Особенности геологического строения долины р. Преголи делают возможным проникновение солоноватых вод и в подземные горизонты (в современные аллювиальные и межморенные отложения), что может отражаться на качестве вод инфильтрационного водозабора в пос. Озерки (ВВС).

Наиболее чутко реагируют на внедрения морских вод грунтовые воды эоловых и морских отложений. Эоловые отложения широко развиты на Вислинской и Куршской косах и имеют огра-

ниченное распространение в северной части области. Эоловые отложения представлены мелкозернистыми хорошо отсортированными песками рыхлого сложения. Мощность их в северной части области обычно 3-5 м, увеличиваясь на Куршской и Вислинской косах до 10-20 м, а в отдельных местах Куршской косы достигает 60 м [36, с. 86]. Эоловые пески, образующие отдельные дюны или возвышенности, не отделены водоупором от подстилающих их песчаных отложений морского, дельтового и озерно-ледникового происхождения и образуют единый водоносный горизонт. Возвышенное положение эоловых песков не способствует накоплению атмосферных осадков, что позволяет характеризовать эти отложения как водопроницаемые, но практически безводные, за исключением самой нижней части. В этом случае песчаная толща в нижней части насыщена морской водой, а верхняя, находящаяся над уровнем моря и получающая инфильтрационное питание частично заполнена пресной водой, образующей линзу, сильно подверженную влиянию морских нагонов [37; 38]. В тех частях Куршской косы, где моренный цоколь поднимается выше уровня моря, имеются небольшие озера, в которые дренируются (разгружаются) грунтовые воды эоловых отложений.

Грунтовые воды нерасчлененного комплекса современных и древних морских отложений встречаются в узкой прибрежной полосе Балтийского моря, а также заходят в дельтовую часть Преголи и Немана. Представлен этот комплекс мелко- и тонкозернистыми песками, на Вислинской и Куршской косах местами с прослоями песчаных глин и торфа. Мощность образований колеблется от 5-10 до 20 м. Наибольшая мощность отложений на Вислинской косе, где они залегают непосредственно на палеогеновых отложениях или на четвертичных суглинках небольшой мощности [36, с. 88]. Способ их питания аналогичен грунтовым эоловым водам. Тонкая линза пресных вод будет находиться в «подвешенном» состоянии на морских водах, от минерализации и уровня которых будет зависеть их положение. Используются воды вследствие незначительной водообильности и повышенной минерализации только мелкими водопотребителями. На Куршской косе, однако, эти воды имеют первостепенное значение, так как нижележащие четвертичные и меловые отложения маловодообильны и содержат воды повышенной минерализации. В юго-западной части Калининградской области грунтовые морские воды образуют единый водоносный комплекс со московско-валдайским и палеогеновым водоносными горизонтами [39, с. 117]. Проникновение морских вод потенциально возможно по всему разрезу.

В вопросе схематизации природных условий месторождения пресных подземных вод морских побережий, можно выделить две расчетные схемы: а) полуограниченный поток с линейной границей постоянного напора (береговая линия), которая является контуром разгрузки подземных вод; б) неограниченный поток подземных вод [35, с. 135]. Первая схема имеет место, когда водозабор расположен в сравнительной близости от береговой линии. Данная схема характерна для водозаборов г. Балтийска, Зеленоградска, Светлогорска и Пионерска, находящихся на расстоянии 0,5-2,5 км от Балтийского моря. Вторая схема реализуется, когда водозабор расположен на значительном удалении от моря (на расстоянии 5-10 км). В данном случае, учитывая низкие скорости продвижения интрузий морских вод, можно предположить нормальное функционирование водозаборов на весь расчетный период эксплуатации (10^4 суток). Оценка размера «языка» соленых вод, выполненная В.М. Гольдбергом показала, что в случае минерализации морских вод 2-5 г/л длина языка, сформировавшегося за период 10^4 суток, не превысит нескольких десятков метров [35, с. 135]. Учитывая незначительную соленость вод Балтийского моря, можно заключить, что риск проникновения соленых вод в водозаборы очень низок. Однако, в случае усиленной эксплуатации водоносных горизонтов ситуация может измениться.

Влияние морских вод на качество подземных вод

Существует вероятность, что внедрение морских вод в водозабор г. Балтийска повлекло за собой изменение качества подземных вод. Исследования качества проводились сотрудниками Отряда мониторинга подземных вод с 1991 г. [40, с. 96]. Централизованное водоснабжение г. Балтийска основано на эксплуатации окско-днепровского водоносного горизонта. Окско-днепровские отложения приурочены к древнему ледниковому врезу и погребенной палеодолине, протягивающейся поперек Балтийской косы с северо-запада на юго-восток. Ее ширина колеблется от 1 до 1,5 км,

протяженность составляет 5 км, поверхность вреза находится на отметках -120...-140 м [41, с. 27]. Дно вреза сложено верхнемеловыми породами (алевролитами и алевролитами), а борта выстланы алевролитами и песками палеогена. Воды горизонта имели минерализацию не выше 0,6 г/л и содержание хлоридов не более 90 мг/л. В начале 90-х наметилась тенденция к увеличению данных значений до 2-2,5 г/л и до 350-800 мг/л соответственно. Наибольшей минерализации был подвержен срединный участок долины, приходящийся на центр депрессионной воронки, образовавшейся в результате эксплуатации водозабора. Минерализованное пятно (минерализации более 1 г/л) было притянуто к южному борту долины с незначительным смещением от центра в сторону моря. Его ширина по южному борту – до 1 км, у северного – до 0,5 км [41, с. 156]. Все неблагоприятные скважины были затампонированы. В 1999-2000 гг. отмечалась некоторая стабилизация солености и даже ее уменьшение, что вполне соответствует циклическому характеру распространения «языка» солености [41, с. 251]. С 2003 г. исследования приостановлены [40, с. 97].

Четкое обоснование появления «засоленного пятна» в центре участка отсутствует. Имеется предположение, что повышение минерализации связано с подтягиваем морских вод через южный борт долины, где водовмещающими являются палеогеновые отложения, представленные разнородными песками. Другое возможное объяснение состоит в том, что в водоносный горизонт начали перетекать воды дочетвертичных горизонтов, прежде всего палеогеновые. Однако, как правило, палеогеновые воды имеют меньшие значения минерализации, потому вероятно возникновение интрузии морских вод в палеогеновые горизонты, а затем – в окско-днепровский горизонт из-за сверхэксплуатации водозабора.

В некоторых случаях в водозаборах, расположенных близ берега моря или заливов также фиксируются изменения в качестве подземных вод, хотя и не столь радикального характера. Близ г. Пионерска воды четвертичного горизонта характеризуются содержанием ионов хлора и натрия в несколько раз большим, нежели аналогичные воды в континентальных районах [7, с. 52]. Увеличение жесткости воды на водозаборе пос. Янтарный также часто связывается с влиянием морских вод [40, с. 85].

Между тем, избыточное содержание хлоридов и высокая минерализация ухудшают вкусовые качества воды, оказывают негативное воздействие на работу желудочно-кишечного тракта, нарушает водно-солевой баланс, способствует развитию болезней системы кровообращения, мочеполовых органов, влияет на репродуктивную функцию женщин, снижает иммунитет [42, с. 22]. Согласно исследованиям сотрудников Роспотребнадзора, избыточное содержание хлоридов (1.1-1,3 ПДК) является одним из основных факторов риска питьевой воды здоровью. Под воздействием этого фактора находятся около 58 тыс. чел., проживающих в г. Балтийск, пос. Приморск, Заливино, Рыбачий, Полесском и Славском районах и др. [42, с. 21]

Таким образом, на побережье Калининградской области имеются предпосылки для развития интрузий морских вод в подземные воды. Этому способствуют не только гидрогеологические условия области, но и активная эксплуатация подземных вод на прибрежных водозаборах. Планирование новых водозаборов и функционирование старых должно проводиться на основе исследований факторов формирования и механизмов продвижения интрузий морских вод. Засоление водозаборов может явиться причиной ухудшения здоровья населения.

Выводы

Субмаринная разгрузка в прибрежной зоне Юго-Восточной части Балтийского моря может осуществляться из водоносных горизонтов, сосредоточенных в палеогеновых, меловых и юрских отложениях. Наиболее масштабен и значим для экологического состояния прибрежной зоны сток из верхнемелового (кампан-маастрихтского) и палеоцен-эоценового водоносного горизонта. Величина стока составляет соответственно 20 и 21-26 тыс. м³/сут, ионный сток - 17,5 и 5,7-7,1 тонн/сутки. Разгрузка вод, резко отличающихся по составу от морских, приводит к формированию в придонном горизонте гидрохимических аномалий, изменяет состав донных осадков. Посредством подземного стока осуществляется перенос загрязняющих веществ с континента в море. В некоторых случаях, в зонах разгрузки подземных вод создаются условия для накопления железомарганцевых конкреций.

В Калининградской области также имеются природные предпосылки для развития интрузий морских вод. Активная эксплуатация подземных водозаборов побережье Балтийского моря стимулирует этот процесс, вызывает истощение запасов подземных вод и появление интрузий морских вод в водоносные горизонты континента, что создает угрозу приморскому водоснабжению и может оказывать патологическое воздействие на здоровье населения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 19-45-390007 p_a).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зекцер И.С. Подземные воды как компонент окружающей среды. - М.: Научный мир, 2001. - 328 с.
2. Зекцер И.С. Подземные воды Мира: использование, прогнозы. - М.: Наука, 2007. - 438 с.
3. Зекцер И.С., Куделин Б.И. К вопросу о подземном стоке в Балтийское море // Труды ГГИ. - Л., 1965. - Вып. 122. - С. 82-86.
4. Геология Балтийского моря / под ред. В.К. Гуделиса, Е.М. Емельянова. - Вильнюс: Мокслас, 1976. - 384 с.
5. Геология и геоморфология Балтийского моря / Под ред. Григялиса А.А. - Л.: Недра, 1991. - 420 с.
6. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / под ред. Терзиева Ф.С. - СПб: Гидрометеиздат, 1992. - Т. III. Балтийское море. - Вып. 2. - 434 с.
7. Гидрогеология СССР. Калининградская область РСФСР. - М.: Недра, 1970, т. XLV. - 158 с.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-(34) – Калининград. Объяснительная записка / Лукьянова Н.В., Богданов Ю.Б., Васильева О.В., Варгин Г.П. и др. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2011. – 226 с.
9. Мокрик Р.В. Гидрогеология побережья Советской Прибалтики (районирование, формирование подземных вод, подземный водообмен суши и моря): автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. - М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. - 54 с.
10. Михневич Г.С., Чугаевич В.Я., Тупейко О.А. Выявление участков субмариной разгрузки подземных вод палеогенового горизонта в Балтийское море по гидрохимическим данным // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы IV всероссийской научно-практической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения первого заведующего кафедрой географии ПГСГА профессора К.В. Полякова. - Самара: ПГСГА, 2013. - С. 71-75.
11. Тупейко О.А. Использование гидрохимического метода обнаружения участков субмариной разгрузки подземных вод в Балтийское море // Шаг в науку. Сб. статей. - Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2012. - Вып. 2. Естественные науки, Гуманитарные науки. - С. 32-39.
12. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1: 200000. Серия Прибалтийская. Лист N-34-VIII, IX. Объяснительная записка / под ред. Григялиса А.А., Кондратаса А.Р. - М., 1983. - 116 с.
13. Lidzbarski M. Groundwater Discharge in the Baltic sea Basin // Geochemistry of Baltic Sea surface sediments. Polish Geological Institute — National Research Institute. - Warsaw, 2011. - pp. 138-145.
14. Воронов А.Н., Вивенцова Е.А. Характеристика подземного стока в Финский залив / Водные ресурсы. – 2004. - Т. 31. - №6. - С. 651-660.
15. Inflow of Chemical Substances into the Baltic Sea / Uścinowicz, Sz (Ed.) // Geochemistry of Baltic Sea surface sediments. Polish Geological Institute — National Research Institute. - Warsaw, 2011. - pp. 83-106.
16. Discharge of nitrate-containing groundwater into a coastal marine environment / Andersen S., Baron L., Gudbjerg J., Gregersen J., Chapellier D., Jakobsen R., Postma D. // J. Hydrol. - 2007. №. 336. - pp. 98-114.
17. Slomp C.P., Van Cappellen P. Nutrient inputs to the coastal ocean through submarine groundwater discharge: controls and potential impact // J. Hydrol. - 2004. - №295. - pp. 64-86.

18. Valiela I., Bowen J.L., Kroeger K.D. Assessment of models for estimation of land-derived nitrogen loads to shallow to shallow estuaries // *Appl. Geochem.* - 2002. - №. 17. - pp. 935-953.
19. The European coastal zone: characterization and first assessment of ecosystem metabolism. / Gazeau, F., Smith, S.V., Gentill, B., Frankignoulle, M., Gattuso, J.-P. // *Estuarine Coastal Shelf Sci.* - 2004. - №. 60. - pp. 673–694.
20. The oxygen fluxes of sandy littoral areas: quantifying primary and secondary producers in the Baltic Sea / Opaliński, K.W., Maciejewska, K., Urban-Malinga, B., Węśławski, J.M. // *Mar. Pollut. Bull.* - 2010. - №. 61. - pp. 211–214.
21. Transport of groundwater-borne nutrients from watersheds and their effects on coastal waters / Valiela, I., Costa, J., Foreman, K., Teal, J.M., Howes, B., Aubrey, D. // *Biogeochemistry.* - 1990. - №. 10. - pp. 177–197.
22. Lapointe B.E., O'Connell J.D., Garrett G.S. Nutrient couplings between on-site sewage disposal systems, groundwaters, and nearshore surface waters of the waters of the Florida Keys // *Biogeochemistry.* - 1990. - №. 10. - pp. 289–307.
23. Windom H.L., Moore W.S., Felipe L. et al. Submarine groundwater discharge: a large, previously unrecognized source of dissolved iron into the southern Atlantic Ocean // *Mar. Chem.* - 2006. - №. 102. - pp. 252–266.
24. The spatial variability of nitrogen and phosphorus concentration in a sand aquifer influenced by onsite sewage treatment and disposal systems: a case study on St. George Island, Florida / Corbett D.R., Dillon K., Burnett W., Schaefer G. // *Environ. Pollut.* - 2002. - №. 117. - pp. 337–345.
25. Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods / Burnett W.C., Aggarwal P.K., Aureli A., Bokuniewicz H.J., Cable J.E., Charette M.A., Kontar E., Krupa S., Kulkarni K.M., Loveless A., Moore W.S., Oberdorfer J.A., Oliveira J., Ozyurt N., Povinec P., Privitera A.M.G., Rajar R., Ramessur R.T., Scholten J., Stieglitz T., Taniguchi M., Turner J.V. // *Sci. Total Environ.* - 2006. - №367. - pp. 498-543.
26. Moore W.S. The subterranean estuary: a reaction zone of ground water and sea water // *Mar. Chem.* - 1999. - №. 65. - pp. 111–125.
27. Pempkowiak, J., Szymczycha, B., Kotwicki, L. Submarine groundwater discharge (SGD) to the Baltic Sea // *Rocz. Ochr. Śr.* - 2010. - №. 12. - pp. 17–32.
28. Геохимия осадочного процесса в Балтийском море / Отв. ред. Емельянов Е.М., Лукашин В.Н. - М.: Наука, 1986. - 232 с.
29. Piekarek-Jankowska H. Zatoka Pucka jako obszar drenazu wod podziemnych // *Wyd. UG. Gdansk.* - 1994.
30. Szymczycha B., Miotk M., Pempkowiak J. Submarine Groundwater Discharge as a Source of Mercury in the Bay of Puck, the Southern Baltic Sea // *Water Air Soil Pollut.* -2013. - No. 224: 1542.
31. Could submarine groundwater discharge be a significant carbon source to the southern Baltic Sea? / Szymczycha B., Maciejewska A., Winogradow A., Pempkowiak J. // *Oceanologia.* - 2014. - №. 56. - pp. 327-347.
32. Szymczycha B., Kroeger K. D., Pempkowiak J. Significance of groundwater discharge along the coast of Poland as a source of dissolved metals to the southern Baltic Sea // *Mar. Pollut. Bull.* - 2016. -V. 109, 1. - pp. 151-162.
33. Donis D., Janssen F., Liu B. et. al. Biogeochemical impact of submarine ground water discharge on coastal surface sands of the southern Baltic Sea // *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* - 2017. -Vol. 189. - pp. 131-142.
34. Ковалевский В.С. Основы прогнозов естественного режима подземных вод. М.: Стройиздат, 1974, – 204 с.
35. Гольдберг В.М. Гидрогеологические прогнозы качества подземных вод на водозаборах. - М.: Недра, 1976. - 152 с.
36. Михневич Г.С. Геоэкологическая оценка природной защищенности подземных вод от загрязнения (на примере системы верхнего межморенного водоносного горизонта Калининградской области): дис. ...канд. геогр. наук :25.00.36. – Калининград, 2011. – 212 с.
37. Корнеевец Л.В. Влияние солености вод Балтийского моря на уровень грунтовых вод Куршской косы // *Водные ресурсы.* - 1994. - №1. - С. 119-120.

38. Корнеевец Л.В. Причины подтопления Куршской косы и рекомендации по охране ее природы: автореф. дис. ... канд. географ. наук. - Л., 1990. - 22 с.
39. Отчет о результатах поисков и предварительной разведки подземных вод для централизованного водоснабжения гг. Ладушкина и Правдинска Калининградской области в 1978-1979 гг. (с подсчетом эксплуатационных запасов для г. Ладушкина на 01.10.79 г) /Отв. исполнители Филькина С.Г., Нисневич А.К. - Гусев, 1979. Том 1. Книга 1. Текст отчета. - 295 с.
40. Государственный мониторинг состояния недр. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Калининградской области за 2009 год / Отв. исполнитель Полякова Л.С. - Гусев: ФГУП «Севзапгеология», 2010. - Вып. 14. - 129 с.
41. Отчет по изучению гидрохимической обстановки на водозаборе г. Балтийска / Отв. исполнитель Цыганова Л.И. - Калининград: проектная фирма «Нимб», 2000. - 284 с.
42. Информационный бюллетень «Особенности состояния здоровья населения Калининградской области в связи с влиянием факторов среды обитания в 2014 году». Калининград, 2015. 23 с. // Электронный ресурс. Режим доступа URL: <http://39.rospotrebnadzor.ru/content/osobennosti-sostoyaniya-zdorovya-naseleniya-kaliningradskoy-oblasti-v-svyazi-s-vliyaniem-0> (дата обращения: 10.08.2019).

THE INTERACTION OF SEA AND GROUNDWATER IN THE COASTAL ZONE OF THE SOUTH-EAST BALTIC AND ITS ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES

¹Mikhnevich Galina Sergeyevna, Ph.D. in Geography, Associate Professor,
Department of Ocean Geography;

²Krechik Victor Antonovich, Research Scientist, Laboratory of Geoecology;

²Krek Alexander Vladimirovich, Research Scientist, Laboratory of Geoecology;

²Danchenkov Alexander Romanovich, Junior Researcher, Laboratory of Geoecology

¹Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, e-mail: mi78galina@mail.ru;

²Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Kaliningrad, Russia, e-mail: myemail.gav@mail.ru, av_krek_ne@mail.ru, swdartvader@mail.ru

Environmental management in the coastal zone is impossible without taking into account the effects of submarine discharge and intrusions of sea waters. For the first time for the Kaliningrad sector of the South-East Baltic, the conditions for the development of the submarine discharge process are described, its preliminary quantitative assessment is given, and environmental consequences are indicated. The prerequisites for the formation of sea water intrusions into the aquifers of the land and the conditions for the development of their salinization are established, and the most vulnerable sections of the coast in terms of the appearance of intrusions are identified

УДК 579.26

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ Р. КИЗАНЬ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ ПО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Обухова Ольга Валентиновна, доцент, канд. биол. наук;

Мельник Ирина Викторовна, доцент, канд. биол. наук;

Южалина Анастасия Андреевна, ассистент

ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
Астрахань, Россия, e-mail: obuhova-ov@yandex.ru, irina_1melnik@mail.ru,
yuzhalina_an@mail.ru

Представлены результаты микробиологических исследований воды р. Кизань в районе расположения Соколовских нефтешламонакопителей. Рассмотрена сезонная динамика численности гетеротрофных и олиготрофных бактерий, а также углеводородоокисляющих микроорганизмов. Установлена высокая активность нефтеокисляющих бактерий, обусловленная значительным содержанием нефтепродуктов в данном районе р. Кизань и высокими температурами воды в период летней межени

Дельта реки Волга представляет собой сложную природную систему, состоящую из многочисленных водоемов различной типологии, имеющих как глобальное, так и региональное значение при выполнении важнейших эколого-экономических функций. Накопление последствий антропогенной деятельности в регионе способствует усилению риска потери устойчивости уникальной экосистемы, что может привести к необратимым последствиям.

Микроорганизмы, обладая высокой пластичностью и регенеративной способностью, являются объективными индикаторами даже небольших изменений условий среды. При поступлении в водоемы различных загрязняющих веществ происходят изменения количественных и функциональных показателей развития тех эколого-трофических групп бактерий, которые используют данное вещество в качестве энергетического и конструктивного субстрата, в результате происходит самоочищение воды. Эти свойства бактерий определяют использование микробиологических показателей для выявления того или иного загрязнения воды, ее качества, необходимой для оценки санитарного состояния водоемов и процесса их самоочищения [1].

В гидроэкосистемах, подверженных длительному загрязнению нефтепродуктами, формируются специфические сообщества микроорганизмов, которые могут значительно отличаться от микробиоценозов водотоков даже одного региона. Поэтому при оценке качества воды рыбохозяйственных водоемов широко применяются бактериологические методы

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение и оценка загрязнения р. Кизань дельты Волги на основе использования различных микробиологических показателей: сезонной динамики численности гетеротрофных, в том числе олиготрофных бактерий и нефтеокисляющих микроорганизмов.

Объект исследования участок р. Кизань в районе слияния с р. Волгой и ниже по течению. Данный участок находится в условиях длительного антропогенного воздействия от расположенных в водоохранной зоне реки давно законсервированных Соколовских нефтям, которые ранее использовались в качестве емкостей для приема нефтепродуктов, нефтесодержащих отходов, образующихся от зачистки нефтефлота и резервуарного нефтепарка, а в настоящее время являются, по сути, шламовыми амбарами. Здесь регистрируется поступление нефтепродуктов в водные объекты в виде битумоподобных образований, асфальтенов и смол. Площадь загрязнения по двум нефтямам составляет 1,75 га, при этом интенсивное загрязнение грунта регистрируется до глубины не менее 6,0 м. Ситуация усугубляется в период половодья и зависит от гидрологического уровня воды в р. Волге, поскольку территория нефтяных ям располагается в непосредственной близости от уреза воды.

Схема района исследования и расположения точек отбора проб представлены на рисунке 1. Для определения концентрации нефтепродуктов в воде пробы отбирали в мае в период паводка и в августе в период летней межени.

Для проведения микробиологических исследований пробы воды отбирали в 2018г. с мая по октябрь. Количество микроорганизмов определяли с помощью метода серийных разведений, с последующей инкубацией их при температуре 21 °С. Гетеротрофные бактерии высевали на агаризованную среду в чашки Петри в 2 повторностях, численность олиготрофов анализировали на питательном агаре, разбавленном 1:10, а углеводородоокисляющих микроорганизмов на среде Диано-вой – Ворошиловой.

Подсчет колониеобразующих единиц сапрофитов и олиготрофных бактерий проводили через 3–5 сут., углеводородоокисляющих – 10сут. [2].



Рис.1. Схема района исследования и расположения точек отбора проб:

1 – пляж (место слияния р. Волги и р. Кизань), 2 – 1 нефтеяма, 3 – лодочная станция (между ямами), 4 – 2 нефтеяма, 5 – 500м от 2 нефтеямы, 6 – 1000м от 2 нефтеямы.

Установлено, что содержание нефтепродуктов в воде максимально весной в период паводка достигая $0,18 \pm 0,006$ мг/дм³ в районе расположения 1 нефтеямы и $0,44 \pm 0,16$ мг/дм³ – 2 нефтеяма. Следует отметить, что даже на расстоянии 1000м ниже по течению от нефтешламонакопителей количество нефтепродуктов остается на достаточно высоком уровне - $0,15 \pm 0,03$ мг/дм³. Во время летней межени в августе содержание нефтепродуктов в воде было ниже и в районе нефтеям было $0,17 \pm 0,06$ и $0,22 \pm 0,07$ мг/дм³, на расстоянии 500 и 1000м ниже по течению регистрировали $0,12 \pm 0,04$ и $0,09 \pm 0,00903$ мг/дм³, соответственно.

В результате проведенных исследований установлена ярко выраженная сезонная динамика численности микроорганизмов в р. Кизань в районе расположения Соколовских нефтеям.

Количество гетеротрофных бактерий, которые являются индикаторами загрязнения воды органическим веществом и активности процесса ее самоочищения, представлено в табл. 1. Следует отметить, что обычно сезонная динамика численности сапрофитов в водотоках дельты Волги имеет два ярко выраженных пика в мае и в начале осени, а минимальные значения в июле, начале августа. Однако в 2018г. длительное половодье и относительно низкие температуры воды в летний период послужили причиной увеличения гетеротрофов в этот период.

Установлено, что численность микроорганизмов в начале вегетационного периода и в летние месяцы варьировал от $0,7 \cdot 10^3$ кл/мл в мае в районе расположения 2-ой нефтеямы до $8,1 \cdot 10^3$ кл/мл на пляже, что, по-видимому, обусловлено заносом органики и аллохтонной микрофлоры из р. Волги особенно в период паводка. Резкий подъем количества сапрофитов в августе и сентябре обусловлен отмиранием планктонных организмов и значительным увеличением органического вещества в воде, что было отмечено ранее [3].

Максимальные значения зарегистрированы в точке между ямами и 500м ниже по течению реки после второй нефтеямы, достигая $58,2$ и $51,4 \cdot 10^3$ кл/мл. В местах их непосредственного расположения нефтяных ям в период всего вегетационного периода наблюдали более низкие показатели микробной обсемененности, чем в других точках, что, возможно, обусловлено токсичным воздействием нефтешламов поступающих в водоток, ингибирующих развитие микроорганизмов.

Таблица 1

**Численность гетеротрофных бактерий в районе расположения Соколовских нефтейм
($\times 10^3$ кл/мл)**

№	месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	7,1	3,9	8,1	30,4	76,1	7,9
2	2,8	1,4	6,0	31,9	27,0	2,7
3	4,5	2,1	8,0	57,9	58,2	6,3
4	0,7	5,5	1,5	17,1	19,0	1,7
5	1,7	1,3	2,0	51,2	54,1	12,6
6	1,2	1,3	1,9	23,9	39,6	9,1

Динамика численности олиготрофных бактерий повторила динамику количества гетеротрофов, с максимальными значениями в конце лета и начале осени. Следует отметить высокие значения на пляже в сентябре, а также на расстоянии 500 и 1000 м после второй нефтямы в течение всего вегетационного периода (Табл. 2).

Таблица 2

**Численность олиготрофных бактерий в районе расположения Соколовских нефтейм
($\times 10^3$ кл/мл)**

№	месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	12,8	8,6	30,8	127,7	426,2	35,6
2	4,2	1,8	7,2	130,8	164,7	11,3
3	7,2	3,8	18,4	306,9	366,7	32,1
4	1,2	6,6	2,9	111,2	136,8	9,0
5	1,9	1,7	5,0	414,7	411,2	92,0
6	1,4	1,7	7,6	207,9	273,2	58,2

На основании полученных данных был рассчитан индекс трофности по Н.А. Гавришовой [4], т.е. отношение числа олигокарбофильных бактерий, растущих на разбавленном МПА (1:10), к числу сапрофитов, растущих на МПА (Табл. 3).

Установлено, что в мае и июне он был не более 1,8. Причем, на всех точках отбора полученные значения были очень близки. К концу лета индекс трофности был минимальным только на пляже и в районе расположения первой нефтямы, а максимальные значения - на второй нефтяме и точках ниже по течению р. Кизань. Возможно, это обусловлено массовым развитием альгофлоры и, как следствие, увеличение трофности водотока в данное время года.

Таблица 3

Индекс трофности по Н.А. Гавришовой

№	месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	1,8	2,2	3,8	4,2	5,6	4,5
2	1,5	1,3	1,2	4,1	6,1	4,2
3	1,6	1,8	2,3	5,3	6,3	5,1
4	1,7	1,2	1,9	6,5	7,2	5,3
5	1,1	1,3	2,5	8,1	7,6	7,3
6	1,2	1,3	4	8,7	6,9	6,4

Количество углеводородокисляющих бактерий в районе расположения Соколовских нефтей достигало максимальных значений в сентябре и составляло $10,4 \cdot 10^3$ кл/мл в районе расположения второй нефтяной ямы и $7,65 \cdot 10^3$ кл/мл около первой ямы (Табл. 4). Обращает на себя внимание высокая численность данных микроорганизмов, зарегистрированных в районе ям и на расстоянии 500 метров ниже по течению р. Кизань в течение всего периода исследования.

Таблица 4

Численность углеводородокисляющих бактерий в районе расположения Соколовских нефтей (кл/мл)

№	месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	21,2	63,3	144,2	1430,2	1826,3	295,8
2	87,2	123,5	642,1	7133,7	7650,8	622,7
3	85,6	115,4	576,3	5161,5	3608,4	588,1
4	106,3	168,9	561,4	8638,3	10435,9	834,3
5	57,5	94,2	156,5	6301,6	8713,7	652,6
6	36,6	85,3	138,8	2130,5	2890,8	436,7

Следовательно, высокая активность нефтеокисляющих бактерий обусловлена значительным содержанием нефтепродуктов в данном районе р. Кизань и высокими температурами воды в период летней межени.

Особое внимание следует уделить процентному соотношению нефтеокисляющих бактерий от численности гетеротрофов (Табл. 5).

Установлено, что при снижении уровня воды, скорости течения и высоких температурах численность углеводородокисляющих бактерий в непосредственном расположении нефтешламо-накопителей в августе достигает 28,3 и 54,8% от численности гетеротрофов. Это свидетельствует об активной деструкции нефтепродуктов, попадающих в реку Кизань в данный период и способствует самоочищению водотока.

Таблица 5

Процентное соотношение нефтеокисляющих бактерий от численности гетеротрофов

№	месяц					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
1	0,3	1,6	1,8	4,7	2,4	3,7
2	3,1	8,8	10,7	22,3	28,3	22,5
3	1,9	5,3	7,2	8,9	6,2	9,3
4	15,4	30,4	37,4	50,6	54,8	48,3
5	3,3	7,2	7,8	12,3	16,1	5,2
6	3	6,5	7,1	8,9	7,3	4,8

При этом, отмечено высокое содержание углеводородредуцирующих микроорганизмов в точке контроля (стрелка р. Волги и р. Кизань), что возможно связано с активным судоходством в этом районе.

Полученные данные дают основание утверждать о целесообразности продолжения и углубления исследований в этом направлении санитарной гидробиологии, поскольку они весьма информативны и объективны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теканова Е.В., Макарова Е.М. Микробиологическая индикация загрязнения воды реки Нелукса (Карелия) // Ученые записки петрозаводского государственного университета. – 2016. - №8 (160). – С. 109-114.
2. Меджидов М.М. Справочник по микробиологическим питательным средам. – М.: Изд-во «Медицина», 2003. – 208 с.
3. Динамика условно-патогенной микрофлоры воды и судака в дельте реки Волга / О.В. Обухова, Л.В. Ларцева, В.В. Володина, Л.М. Васильева // Сибирский экологический журнал. - 2017. – Т.24. - №5. - С.563-574.
4. Киреева И.Ю. Применение микробиологических показателей в мониторинге водных объектов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т.11. - №1 (3). – С. 492-495.

EVALUATION OF WATER POLLUTION R. KIZAN DELTA OF VOLGA BY MICROBIOLOGICAL INDICATORS

Obukhova Olga Valentinovna, Associate Professor, Candidate of Biological Sciences;
Melnik Irina Viktorovna, Associate Professor, Candidate of Biological Sciences;
Yuzhalina Anastasia Andreevna, Assistant

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia,
e-mail: obuhova-ov@yandex.ru, irina_1melnik@mail.ru, yuzhalina_an@mail.ru

The results of microbiological studies of water p. Kizan in the area of the location of Sokolovsky oil sludge collectors. The seasonal dynamics of the number of heterotrophic and oligotrophic bacteria, as well as hydrocarbon-oxidizing microorganisms, is considered. The high activity of oil-oxidizing bacteria, due to the significant content of petroleum products in this area of the r. Kizan and high water temperatures during the summer low-water period

УДК 628.394.6 (268.46)

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КУТОВОЙ ЧАСТИ ОНЕЖСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Петракова Ирина Викторовна, специалист

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО», Архангельск, Россия, e-mail: bazhenova@pinro.ru

Проанализированы результаты натурных наблюдений, проведенных в кутовой части Онежского залива Белого моря в весенний и осенний гидрологические периоды 2016-2018 гг. Выявлена межгодовая и межсезонная изменчивость содержания загрязняющих веществ, таких как нефтепродукты, фенолы, алюминий и бенз(а)пирен. На основе полученной информации дана оценка современного уровня загрязнения поверхностных вод исследуемого района

Изучение экосистем и их возможных ответов на изменение окружающей среды необходимо для прогнозирования и объективной оценки последствий климатических изменений и антропогенного воздействия. Увеличение средней температуры в Арктике, приводящее к уменьшению площади ледового покрова и увеличение объема речного стока, несомненно,

скажется на продуктивности и распределении видов и сообществ растений и животных. Учитывая крайнюю уязвимость природной среды и малую устойчивость экосистем арктических и приарктических территорий особое внимание необходимо уделить экологическому состоянию этого района.

Онежский залив расположен в самой южной части Белого моря и территориально входит в состав Арктической зоны России. Он самый большой по площади (12,3 тыс км²) и наиболее мелководный (средняя глубина 20 м) по сравнению с другими заливами Белого моря. Находясь под значительным влиянием стоков рек: Кемь, Выг, Сума, Ухта, Тапшеньга, Кушерека, Тамица, Вейга, Унежма, Нижма, Рочева, Нименьга, Кянда, Пурнема, Лямца, Нюхча, а главным образом р. Онега, впадающей в вершину Онежского залива, подвержен существенному опреснению своих вод. Из-за большого водообмена между заливом и Бассейном Белого моря значительного понижения солености не происходит [1]. Суммарный сток всех рек в Онежский залив составляет 45 км³/год.

Донный рельеф Онежского залива имеет сложное строение: выровненные поверхности, сложенные в основном мелкозернистыми осадками, чередуются с положительными формами рельефа, обусловленными выходами на поверхность коренных пород [2]. Поверхностные донные отложения в целом характеризуются преобладанием хорошо отсортированных мелкозернистых песков с пятнами пелитово – алевритовых отложений. Во внешней части залива осадки представлены в основном песчаными фракциями с включением гравийного и галечного материала. Центральные участки залива покрыты хорошо сортированными песками, а вершина залива – заиленными песками и илистыми осадками. Район представляет собой типичный маргинальный фильтр [3].

В рамках ежегодного мониторинга среды обитания водных биологических ресурсов Белого моря Северным Отделом Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» в весенне-осенний гидрологические периоды 2016 – 2018 гг. выполнена съемка кутовой части Онежского залива Белого моря. В качестве приоритетных и наиболее опасных загрязняющих веществ выбраны нефтепродукты, фенолы, алюминий и бенз(а)пирен. Полученные данные позволяют охарактеризовать современное состояние поверхностных вод исследуемого района.

Исследуемый район Белого моря характеризуется достаточно значительными изменениями уровня воды в ходе приливо-отливного цикла, поэтому отбор проб поверхностного слоя воды выполнялся на станциях с поверхностного слоя воды при максимальных уровнях приливно-отливных процессов (Рис. 1).

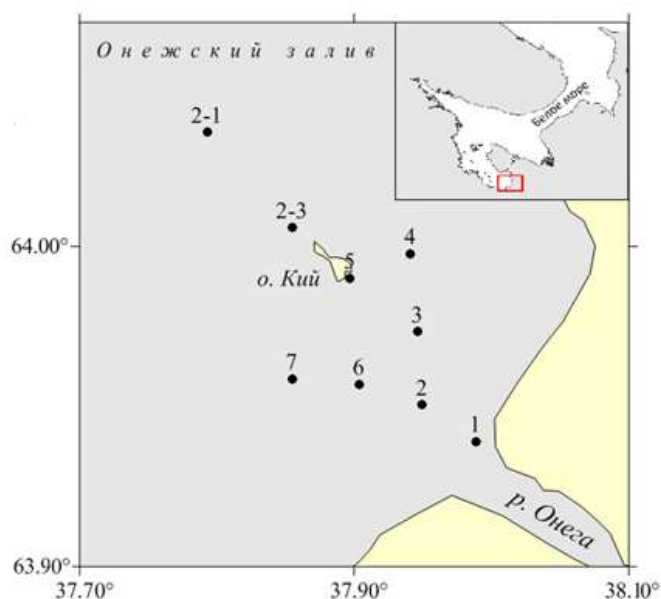


Рис. 1. Схема расположения станций отбора проб поверхностных вод в кутовой части Онежского залива Белого моря в 2016 – 2018 гг.

Оценку экологического состояния поверхностных вод кутовой части Онежского залива проводили как по санитарно-гигиеническому показателю предельно допустимых концентраций (ПДК) для водоемов рыбохозяйственного значения, так и с использованием комплексных показателей, которые позволяют оценить качество воды исследуемого района.

Содержание поллютантов определялось следующими методами анализа: флуориметрическим с использованием анализатора «Флюорат-02» при измерении концентраций нефтепродуктов, фенолов, алюминия и методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием при определении массовой доли бенз(а)пирена.

В ходе исследований наблюдались некоторые особенности распределения загрязняющих веществ в различные фазы приливно-отливного цикла. Содержание бенз(а)пирена в поверхностном слое воды исследуемого района находилось либо значительно ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения, либо ниже пределов обнаружения применяемых методов анализа (Табл. 1) [4, 5].

Таблица 1

Значения ПДК (мг/дм³) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения

Показатель	Алюминий	Фенолы	Нефтепродукты	Бенз(а)пирен
ПДК	0,04	0,001	0,05	0,00001

Содержание нефтепродуктов в воде за весь период исследования изменялось от 0,011 до 0,085 мг/дм³, при медианном значении 0,031 мг/дм³ (Табл. 2). Превышение ПДК зафиксировано в единичных пробах в фазу малой воды в осенний и весенний периоды 2017 и 2018 гг. соответственно, на станциях, расположенных в приустьевой зоне р. Онега. Повторяемость превышения ПДК за период исследований с 2016 по 2018 гг. составила 6 %. По мере удаления от устья р. Онега наблюдалось уменьшение концентраций нефтепродуктов в кутовой части Онежского залива. В целом содержание нефтепродуктов находилось в пределах, не превышающих ПДК и на относительно стабильном уровне в период с 2016 по 2018 гг.

Таблица 2

Содержание загрязняющих веществ (мг/дм³) в кутовой части Онежского залива Белого моря 2016-2018 гг.

Определяемый показатель	Периоды исследования			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016-2018 гг.
Нефтепродукты	0,011÷0,044 0,028	0,022÷0,055 0,034	0,012÷0,085 0,028	0,011÷0,085 0,031
Фенолы	0,0044÷0,0074 0,0051	0,0020÷0,0062 0,0038	0,016÷0,0047 0,0020	0,0016÷0,0074 0,0033
Алюминий	< п/о ÷ 0,048 0,032	< п/о ÷ 0,076 0,036	< п/о ÷ 0,218 0,046	< п/о ÷ 0,218 0,030

Примечание: в строке сверху – минимум ÷ максимум, внизу – медиана;
п/о – предел обнаружения методики.

Содержание фенолов превышало ПДК на всех станциях отбора проб поверхностных вод. Диапазон концентраций изменялся от 0,0016 до 0,0074 мг/дм³, при медианном значении 0,0033 мг/дм³. Минимальные значения отмечены в фазу полной воды в осенний период 2018 г. на взморье р. Онега, максимальные в весенний период 2016 г. в приустьевой зоне в фазу малой воды, что можно объяснить увеличением стока р. Онега в период весеннего половодья более чем на 50 % по сравнению с другими сезонами [6]. В целом, повышенное содержание данного поллютанта может иметь как природное, так и антропогенное происхождение. Природное – обусловлено процессами метаболизма водных организмов, биохимическим распадом и трансформацией органических веществ, протекающих в водной среде. Антропогенное – связано в

основном с выносом загрязняющих веществ в прибрежные воды с речным стоком р. Онега, т.к. в устьевой зоне расположен г. Онега с развитой инфраструктурой, лесопромышленным комплексом и морским портом. За период исследования 2016-2018 гг. наблюдается тенденция к уменьшению содержания фенольных соединений в эстуарной части Онежского залива.

Концентрация алюминия изменялась от аналитического нуля до $0,218 \text{ мг/дм}^3$, при медианном значении $0,030 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные показатели алюминия до 5 ПДК отмечены в осенний период 2018 г в фазу малой и полной воды на станциях, расположенных в приустьевой зоне р. Онега. Значения до 1,9 ПДК по содержанию алюминия наблюдались в весенний период 2017 г., при этом повторяемость за весь период исследования составила 43,5 %. Повышенное содержание алюминия в период 2016-2018 гг. вероятно связано с деятельностью ОАО «Северо-Онежский бокситовый рудник», который расположен выше по течению р. Онега. При сравнительном анализе литературных источников [7, 8] нужно отметить, что в районе деятельности бокситного рудника на р. Онега в августе 2018 г. превышение концентраций алюминия наблюдалось в размере до 4 ПДК, в 2017 г. превышение концентраций алюминия наблюдалось в размере 2-3 ПДК. Вероятнее всего, алюминий находящийся в растворенной форме поступает в кутовую часть Онежского залива Белого моря с речными водами р. Онега.

Для определения качества поверхностных вод произведен комплексный способ оценки степени загрязненности по гидрохимическим показателям. Особенностью метода является проведение детального покомпонентного анализа химического состава воды, установление уровня загрязненности (в сравнении с ПДК), а также частоты превышения нормативов. Принимая условие аддитивности действия токсических веществ, при их одновременном присутствии, окончательный комплексный показатель качества воды определяется суммированием отдельных показателей, оценивающих вклад каждого загрязняющего вещества в отдельности [9].

Для объективной оценки качества поверхностных вод кутовой части Онежского залива рассчитаны комплексные показатели загрязненности воды, такие как коэффициент комплексности загрязненности (К), комбинаторный индекс загрязнения (КИЗВ) и удельный комбинаторный индекс загрязнения воды (УКИЗВ).

Суть коэффициента комплексности загрязненности воды заключается в предварительной оценки степени загрязненности воды водных объектов, которая отражает количество показателей с превышением ПДК. Чем больше значение К, тем большая комплексность загрязненности, тем хуже качество воды. Увеличение коэффициента комплексности загрязненности свидетельствует о появлении новых загрязняющих веществ в воде анализируемого водного объекта.

На рисунке 2 представлены межгодовые и межсезонные значения коэффициента комплексности загрязненности вод.

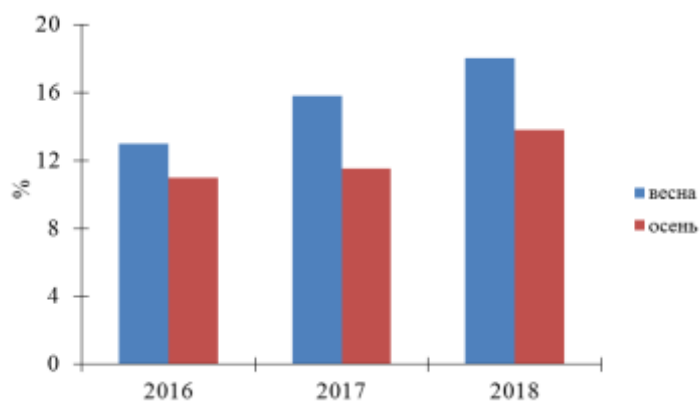


Рис. 2. Межгодовое и межсезонное значение коэффициента комплексности загрязненности вод кутовой части Онежского залива Белого моря 2016-2018 гг.

Коэффициент комплексности загрязненности воды изменялся от 11 % в осенний период 2016 г. до 18 % в весенний период 2018 г., при среднем значении 15,9 %, что говорит о средней комплексности загрязненности и некотором увеличении загрязненности по легкоокисляемым органическим веществам поверхностных вод кутовой части Онежского залива в период 2016-2018 гг.

При значении коэффициента $K \geq 10\%$ для оценки качества воды необходимо использовать метод комплексной оценки качества воды по значениям КИЗВ и УКИЗВ.

С помощью КИЗВ и УКИЗВ оценивается степень загрязнённости воды по комплексу загрязняющих веществ и устанавливается класс качества воды. Данные коэффициенты учитывают количество определяемых показателей, уровень превышения ПДК, частоту встречаемости в пробах повышенных концентраций загрязняющих веществ. Классификация качества воды, проведённая на основе значений УКИЗВ и КИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязнённости. Большему значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д.

Расчет КИЗВ и УКИЗВ за исследуемый период 2016-2018 гг. производился по 10 показателям (нефтепродукты, фенолы, алюминий, бенз(а)пирен, медь, цинк, кадмий, свинец, кислород и БПК₅), при этом учитывалась повторяемость и кратность превышения ПДК.

Для вод кутовой части Онежского залива в период 2016-2018 гг. согласно классификации воды водных объектов по значению повторяемости случаев загрязнённости, характеристика воды по содержанию фенолов и алюминия определяется как «устойчивая», по БПК₅ – «характерная». Уровень загрязнённости воды этими ингредиентами различен. Согласно классификации воды водных объектов по кратности превышения ПДК по фенолам наблюдался средний уровень загрязнённости, при значении частного оценочного балла 2,45; по алюминию и БПК₅ наблюдался низкий уровень загрязнённости. Значения частных оценочных баллов для этих ингредиентов составляли соответственно 1,41 и 1,06. Таким образом, степень загрязнённости воды в кутовой части Онежского залива характеризовалась как «слабо загрязнённая» (2 класс).

По результатам исследования в период с 2016 по 2018 гг. можно сделать следующие выводы:

- медианные значения содержания нефтепродуктов и алюминия находились в пределах, не превышающих ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Превышение ПДК нефтепродуктов зафиксировано в единичных пробах в фазу малой воды в осенний и весенний периоды 2017 и 2018 гг. соответственно. Максимальные показатели алюминия до 5 ПДК отмечены в осенний период 2018 г. в фазу малой и полной воды. Все превышения зафиксированы на станциях, расположенных в приустьевой зоне р. Онега;

- медианное значение содержания фенолов составило 3 ПДК, повышенное содержание данного поллютанта может иметь как природное, так и антропогенное происхождение. В период 2016-2018 гг. наблюдается тенденция к уменьшению содержания фенольных соединений в эстуарной части Онежского залива.

- сверхнормативные содержания загрязняющих веществ имели локальный характер и наблюдались чаще всего в районе с наиболее интенсивной хозяйственной деятельностью и участков портовой инфраструктуры, включая устьевую область р. Онега и туристическую зону о. Кий.

В целом полученные результаты исследований показали, что поверхностные воды кутовой части Онежского залива Белого моря можно отнести ко 2 классу загрязнённости и охарактеризовать, как слабо загрязнённые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. 1 / Под ред. О.А. Скарлато. – СПб.: Издательство ЗИН РАН, 1995. – 249 с.
2. Невеский Е.Н., Медведев В.С., Калинин В.В. Белое море. Седиментогенез и история развития в голоцене. – М.: Наука, 1977. – 236 с.
3. Лисицын А.П. Новые возможности четырехмерной океанологии и мониторинга второго поколения – опыт двухлетних исследований на Белом море // Актуальные проблемы океанологии / Гл. ред. Н.П. Лаверов. – М.: Наука, 2003. – С. 503-556.
4. ГН 2.1.5.2280-07. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Дополнения и изменения 1 к ГН 2.1.5.1315-03. М., 2007. – 11 с.

5. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12.10.2018 г.): приказ Минсельхоза РФ от 13.12.2016 г. № 552 // Министерство юстиции РФ. 2016 г. № 45203. – М., 2016. – 128 с.

6. Брызгалов В.А. Устьевые экосистемы крупных рек России: антропогенная нагрузка и экологическое состояние : монография / Брызгалов В.А., Никаноров А.М., Косменко Л.С., Решетняк О.С.; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – 164 с.

7. Характеристика загрязнения поверхностных вод суши в августе 2018 г. // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://www.sevmeteo.ru/monitoring/water/5675> (дата обращения 21.08.2019).

8. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник 2017 / Под ред. Трофимчук М.М. – Ростов-на-Дону: Издательство Росгидромет, 2018. – 554 с.

9. РД 52.24.643–2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – Ростов-на-Дону.: Издательство Росгидромет, 2002. – 264 с.

ESTIMATION OF THE SURFACE WATER POLLUTION LEVEL OF THE WATERFUL PART OF ONEGE BAY WHITE SEA

Petrakova Irina Viktorovna, specialist

Northern Department of the Polar Branch of FSBSI «VNIRO»,
Arkhangelsk, Russia, e-mail: bazhenova@pinro.ru

Abstract: The results of field observations carried out in the kut part of the Onega Bay of the White Sea in the spring and autumn hydrological periods of 2016 - 2018 are analyzed. The interannual and interseasonal variability of the content of pollutants, such as petroleum products, phenols, aluminum, and benz (a) pyrene, was revealed. Based on the information received, an assessment is made of the current level of surface water pollution in the study area

УДК 551.524(261.24)

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Стонт Жанна Ивановна, канд. геогр. наук, ст. научный сотрудник лаборатории геоэкологии;
Чубаренко Борис Валентинович, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией
прибрежных систем

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Россия, e-mail: ocean_stont@mail.ru

Представлены результаты изучения существующих многолетних климатических трендов по метеорологическим характеристикам прибрежной зоны Калининградской области. Региональная изменчивость характеристик воздуха анализируется за период 1921-2018 гг. Проводится сравнение средних температур по скользящим климатическим периодам (30 лет). Сравниваются характеристики среднегодовых, среднесезонных и среднемесячных значений температуры воздуха на интервале 1975-2018 гг., который выбран из-за значительного увеличения характеристик

Введение

Калининградская область (рис.1) является единственной территорией России в юго-восточной части Балтийского моря. Ее берег (общая длина морского берега составляет 150 км) омывается самим Балтийским морем и двумя прибрежными лагунами. Изменения климата в регионе связаны со всем комплексом гидрометеорологических факторов. Для Юго-Восточной Балтики особое значение имеют следующие элементы: атмосферные условия, связанные с западным воздушно-массовым транспортом; повышение температуры воды за счет изменения температуры воздуха и атмосферной циркуляции; подъем уровня моря в связи с глобальным эвстатическим повышением уровня моря, а также силой ветра у побережья и изменениями притока рек. Повышение температуры воды определяет степень эвтрофикации водоемов Калининградской области. Как известно, температура воздуха в регионе Балтийского моря увеличилась более чем на $0,7^{\circ}\text{C}$ за последнее столетие, в то время как средняя глобальная температура увеличилась на $0,5^{\circ}\text{C}$, и глобальное потепление продолжается. К отрицательным последствиям ожидаемых изменений климата для Калининградской области могут относиться рост повторяемости экстремальных осадков, подтоплений, штормов, наводнений, что будет приводить к переувлажнению почвы, усилению абразии берегов. Вторичными последствиями климатических изменений также могут стать сокращение биоразнообразия, ухудшение качества вод, усиление эвтрофикации, необратимые изменения в экосистемах водно-болотных угодий. Экстремальная жара может привести к усилению пожароопасности и, как следствие, сокращению лесных массивов. В связи с этим важно определить тенденции и темпы изменения метеорологических условий в нашем регионе.

Для прибрежной части Литвы было выявлено, что (а) значительное повышение уровня воды в морской зоне и в лагуне сопровождается увеличением осадков и речного стока и снижением давления воздуха и средней годовой скорости ветра в 1975-1990 гг., но (б) количество осадков и речной сток были снижены в 1990-2005 гг. [1].

Целью данного исследования является определение существующих тенденций в конце прошлого и начале нынешнего века, оценка скорости изменений на основе данных за последние 40-45 лет для характеристик метеорологических условий, особенно для температуры воздуха.

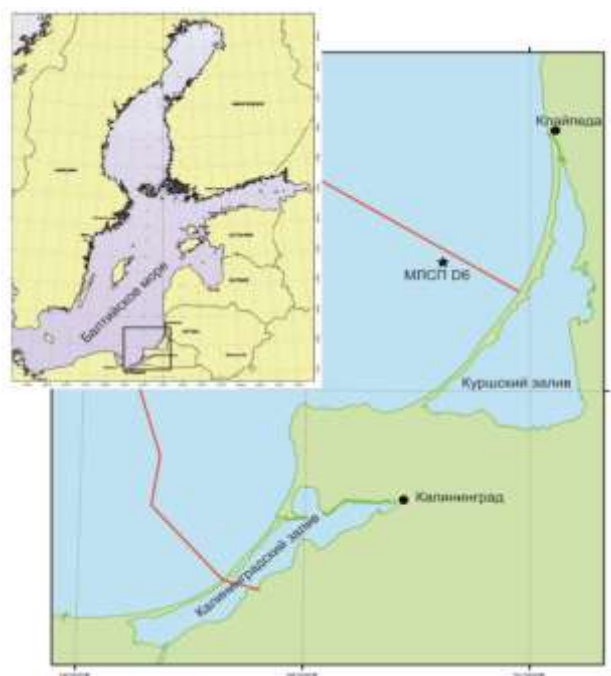


Рис. 1. Район исследования. Красные линии – границы российской экономической зоны

Большинство исследователей связывают изменение климата на Земле с антропогенным влиянием [2]. Но есть и другая точка зрения, например, согласно [3, 4, 5], наблюдаемое потепление, особенно в Арктике, связано с природными, а не антропогенными факторами, и эти природ-

ные факторы имеют крупномасштабную изменчивость от десятков до сотен лет [4, 6, 7]. Измерения в прибрежных районах Балтийского моря (несмотря на некоторые региональные различия) демонстрируют общую тенденцию к увеличению долгосрочной изменчивости средней температуры воздуха [8].

В последние десятилетия XX века и первое десятилетие XXI века в летнее время наблюдаются чрезвычайно жаркие отдельные месяцы и летний сезон в целом. Отмечается увеличение продолжительности вегетационного периода и продолжительности безморозного периода [9, 10]. Тенденция изменения температуры воздуха на всем балтийском побережье Польши за период 1966-2009 гг. составляла 0,3 °C за 10 лет. Но существуют как региональные различия, так и сезонные колебания [11].

В странах Балтии среднерегиональные аномалии годовой температуры воздуха в 1991-2007 гг. были на +0,8-0,9 °C выше климатической нормы 1961-1990 гг. Средняя годовая температура воздуха над морской поверхностью Юго-Восточной Балтики составляет 8,8±0,6 °C, что выше, чем в середине прошлого столетия на 1,4 °C [12]. Отмечается увеличение осадков на 1-6% [13]. Несмотря на снижение среднегодовой скорости ветра, частота циклонов в Балтийском море увеличивается. Максимальные уровни воды, вызванные сильными юго-западными штормами (скорость ветра более 25 м/с), вблизи побережья Литвы и Эстонии наблюдаются чаще [14].

Причинами локальных изменений климата могут быть изменения характеристик циклонов и антициклонов у Калининградского побережья в течение 1996–2010 гг., а именно уменьшение «глубины давления» циклонов и смещение траектории их центров на юго-восток [15, 16].

Среднегодовая температура воды в Балтике увеличилась на 1,35 °C с 1982 по 2006 гг. [17], среднее повышение за 10 лет составило 0,3-0,8 °C, особенно в северных районах (на 1 °C) [18]. Температура воды в Куршском заливе увеличилась на 1,3 °C в Ниде и на 1,0 °C в Клайпеде [19]. За период с 2003 по 2016 гг. средняя температура поверхности моря (ТПМ) по данным спутникового радиометра MODIS, установленного на спутниках Aqua и Terra, для открытой части моря, составила 11,5°, в Куршском заливе – 13,6°, в Калининградском – 13,9 °C. ТПМ юго-восточной части Балтийского моря ежегодно увеличивается. Темпы роста ТПМ в открытой части акватории составляют 0,02 °C/год, а в Куршском и Калининградском заливах – 0,01°C /год (уровень значимости $p > 0,05$) [20].

Используемые данные и методика

Для оценки изменчивости метеорологических параметров в Калининградской области были использованы данные измерений, полученных в г. Калининграде, метеостанция 26702 (УМКК), 54°42' с.ш.; 20°37' в.д.; 21 м над уровнем моря. Период наблюдения 1921–2018 гг. Для данного исследования использовались температура воздуха (среднемесячные и годовые данные; экстремальные значения). В соответствии с рекомендацией Всемирной Метеорологической Организации тридцатилетний период 1961-1990 гг. был принят в качестве нормативного для определения дальнейших тенденций. Учитывая имеющиеся данные, мы определили тренды основных метеорологических элементов за скользящие 30-летние периоды, начиная с 1921 г. (табл. 1). Расчеты производились средствами Microsoft Excel.

Таблица 1

Средние характеристики температуры воздуха (°C), линейные тренды и приращения (в соответствии с трендом) в Калининграде (УМКК 26702) с 1921 по 2018 гг. (R^2 коэффициент детерминации для линейной регрессии)

Годы	Среднее ± σ	Приращение °C/период	Тренд °C/год	R^2
1921-1950	7,2±1,00	0,42	0,014	0,02
1931-1960	7,2±1,00	-0,45	-0,015	0,02
1941-1970	6,9±0,88	-0,21	-0,007	0,01
1951-1980	7,0±0,80	0,09	0,003	0,00

1961-1990	7,2±0,98	0,84	0,028	0,07
1971-2000	7,5±0,98	0,93	0,031	0,08
1981-2010	7,9±0,93	1,02	0,034	0,11
1991-2018	8,2±0,72	1,07	0,038	0,19

Из таблицы 1 видно, что минимальные температуры воздуха наблюдались в середине XX века (1941-1970 гг., 6,9±0,88 °С). В последующие тридцатилетние периоды происходит увеличение средней температуры. Приращение по тренду за последние 30 лет (1981-2010 гг.) составило 1,0 °С; за неполный (1991-2018 гг.) климатический период уже +1,07 °С. Это самый большой рост за ~100 лет.

Настоящее исследование сосредоточено на анализе изменчивости температуры воздуха в течение 1975-2018 гг. в связи с усилением колебаний в последние годы, вызванных процессами глобального изменения климата. Оценка этих элементов проводилась за три 15-летних периода: 1975–1990, 1991-2005 и 2006–2018 гг.

Температура воздуха

Температура воздуха является одной из важнейших характеристик изменения климата. Общие закономерности многолетней изменчивости среднегодовой температуры воздуха характерны для южного побережья Балтийского моря. На рисунке 2 показана временная изменчивость среднегодовой температуры и средней максимальной и минимальной температуры за 12 месяцев за период 1975-2018 гг. Изменения температуры воздуха (среднегодовая, средняя месячные максимальные и минимальные температуры) характеризуются положительными линейными тенденциями 0,004-0,05 °С/год и повышением на 0,2-2,2 °С (табл. 2) с 1975 г. Наблюдается, что в течение анализируемого периода темпы роста среднемесячного максимума температура в 12,2 раз выше, чем темпы роста среднемесячной минимальной температуры, поэтому положительная динамика среднегодовой температуры воздуха в основном обусловлена повышением температуры в теплое время года и спадом контрастности между сезонами (рассматриваются календарные сезоны). Повышение температуры воздуха, вероятно, продолжится в будущем, главным образом, из-за увеличения максимума температуры летом.

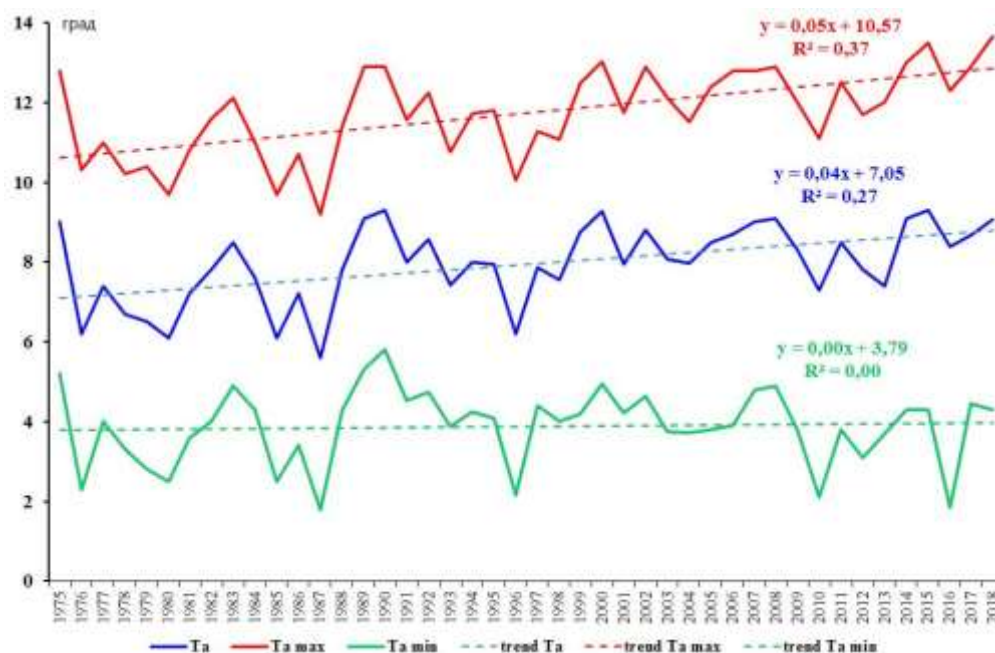


Рис. 2. Изменчивость температуры воздуха (годовой средней, годовой максимальной и годовой минимальной) для станции в Калининграде за период 1975-2018 гг.

Линейные тренды и приращение (по тренду) средних, максимальных и минимальных значений температуры воздуха в Калининграде (УМКК 26702) в разные подпериоды с 1975 по 2018 гг. (R^2 – коэффициент детерминации для линейной регрессии)

Та, °C	Годы	Приращение, °C/период	Тренд °C/год	R^2
среднее	1975-2018	1,76	0,04	0,27
максимум		2,20	0,05	0,37
минимум		0,18	0,004	0,003
зима		1,76	0,04	0,04
весна	1975-2018	1,32	0,03	0,15
лето		2,20	0,05	0,38
осень		2,20	0,05	0,25
среднее	1975-1990	1,05	0,07	0,08
	1991-2005	1,05	0,07	0,18
	2006-2018	0,52	0,04	0,04

В течение анализируемого периода наблюдалось повышение средней зимней температуры ($0,04$ °C/год). Тенденция увеличения средней летней и средней осенней температуры воздуха еще выше ($0,05$ °C/год). Минимальная тенденция наблюдается для средней температуры весны ($0,03$ °C/год). Так, максимальное повышение средней температуры воздуха ($2,2$ °C) в течение 44 лет (1975–2018 гг.) наблюдается летом и осенью (максимальная годовая температура в Калининграде приходится на июль и август); Увеличение аналогично для зимы и весны согласно тренду ($1,4$ °C), но немного меньше, чем летом. Средняя температура весны имеет наименьшее повышение за 44 года – $1,32$ °C (табл. 2, рис. 3).

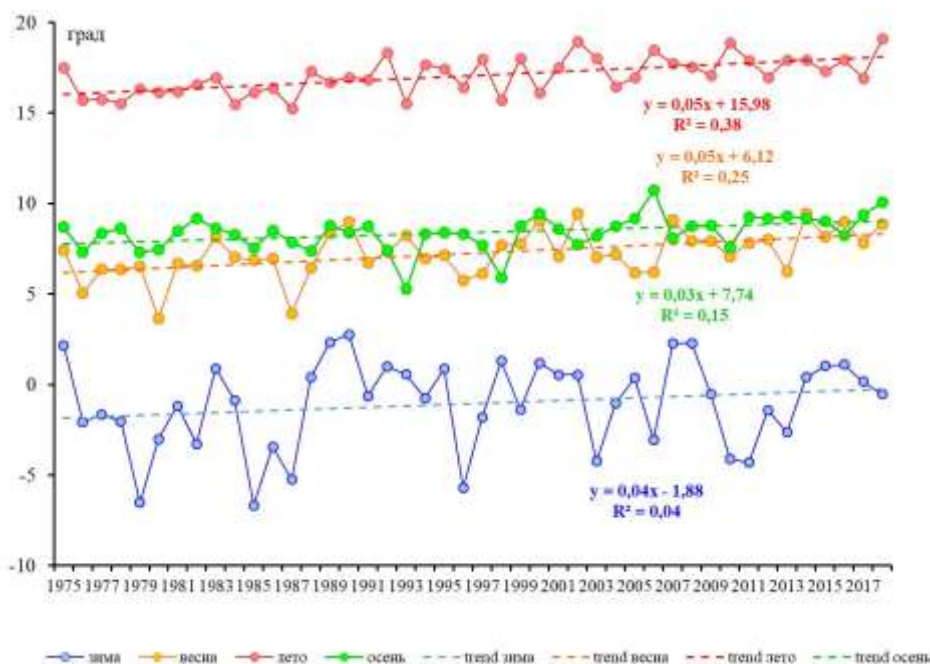


Рис. 3. Вариации и линейные тренды сезонных средних температур в Калининграде за период 1975-2018 гг. Показаны линейные тренды для каждого сезона

Среднегодовая температура в Калининграде характеризуется значительными межгодовыми колебаниями. Можно выделить три периода за анализируемый период. В эти периоды среднегодовая температура демонстрирует сходные особенности в своем изменении, а именно устойчивые тенденции увеличения и уменьшения (рис. 4). Значения линейных трендов рассчитаны для отдельных периодов в течение общего 44-летнего периода 1975-2018 гг. (табл. 2).

Первый (1975-1985 гг.) и второй (1986-1995 гг.) периоды характеризуются хорошо выраженным повышением температуры, тенденция составила $+0,07$ °C/год, средняя температура повысилась на $1,05$ °C за каждый период в соответствии с тенденцией (табл. 2, рис. 4). В третьем периоде (2009-2018 гг.) тенденция повышения температуры замедляется почти в 2 раза ($0,04$ °C/год против $0,7$ °C/год в предыдущие годы). Общий прирост за счет тенденции составил $0,5$ °C за 13 лет. Среднегодовая температура достигла своего минимума ($5,6$ °C) в 1987 г. и максимума ($9,3$ °C) в 1990 и 2000 гг. за анализируемый период.

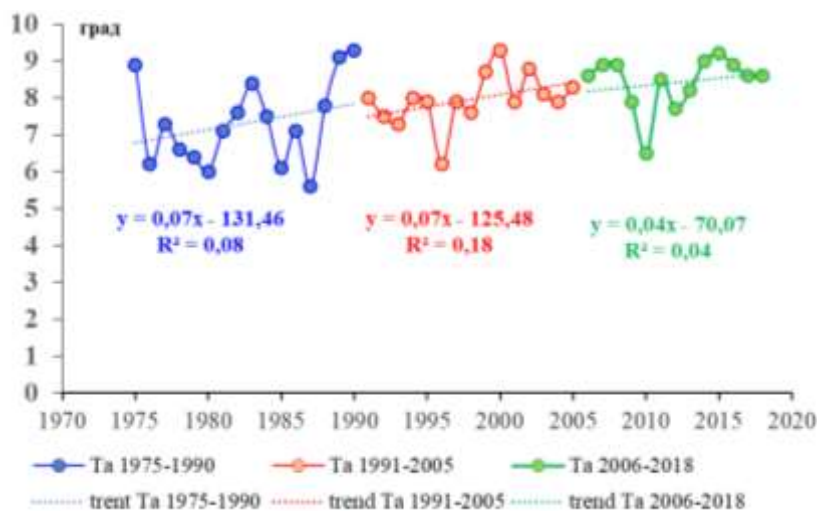


Рис. 4. Вариации и линейные тренды среднегодовой температуры воздуха в Калининграде для климатических полупериодов: 1975-1990, 1991-2005, 2006-2018. Показаны линейные тренды для каждого периода

Отклонения от среднегодовой температуры ($7,9 \pm 0,99$ °C) в Калининграде в 1975-2018 гг. представлены на рисунке 5. До 1998 г. происходило чередование положительных и отрицательных аномалий, с преобладанием отрицательных. Максимальная отрицательная годовая аномалия ($-2,3$ °C) наблюдалась в 1987 г. С 1999 г. постоянно преобладали положительные аномалии (до $1,4$ °C в 2000 и $1,3$ °C в 2015 гг.), за исключением 2010 и 2012 гг. (отрицательные аномалии: $-1,4$ °C и $-0,2$ °C соответственно).

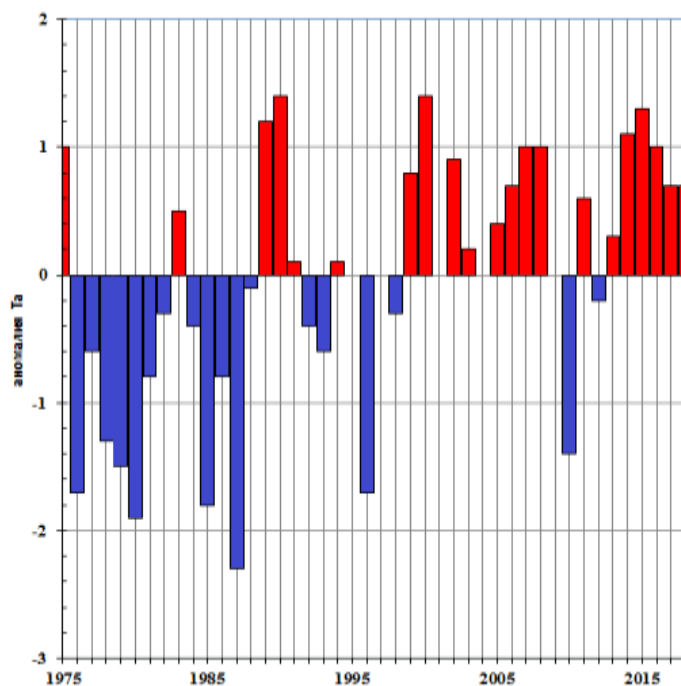


Рис. 5. Аномалии среднегодовой температуры (отклонения от $7,9$ °C, многолетняя среднегодовая температура за период 1975-2018 гг.) в Калининграде (1975-2018 гг.).

Большая часть значений абсолютного максимума была обновлена в течение последних 70 лет, особенно в теплое время года (табл. 3). Например, в апреле 2012 г. максимальная температура составляла +28,5 °С; в мае 1983 года +30,6 °С; в июле 1994 г. +36,3°С; в августе 1992 г. +36,5°С; в сентябре 2015 г. +33,8 °С. Зафиксированы следующие зимние максимумы: январь 2007 г. +12,7 °С, февраль 1989 г. +15,6 °С, декабрь 2006 г. +13,3 °С. Абсолютный минимум, в основном, относится к середине прошлого века (январь, февраль 1956 г.).

Таблица 3

**Характеристики температуры воздуха в Калининграде
за календарные месяцы 1950-2018 гг. [25]**

Месяц	Абсолютный минимум, °С (год)	Средний минимум, °С	Среднее, °С	Средний максимум, °С	Абсолютный максимум, °С (год)
Январь	-32,2 (1956)	-3,9	-1,5	0,7	12,7 (2007)
Февраль	-33,3 (1956)	-3,6	-1,1	1,5	15,6 (1989)
Март	-21,7 (1965)	-1,1	2,0	5,6	23,0 (1968)
Апрель	-5,8 (2013)	2,9	7,3	12,3	28,5 (2012)
Май	-3,1 (1971)	7,4	12,5	18,0	30,6 (1983)
Июнь	0,7 (1951)	10,9	15,5	20,5	33,5 (1968)
Июль	4,5 (1950)	13,6	18,1	23,0	36,3 (1994)
Август	1,6 (1952)	13,1	17,6	22,6	36,5 (1992)
Сентябрь	-2,0 (1996)	9,2	13,1	17,6	33,8 (2015)
Октябрь	-11,1 (1956)	5,2	8,4	12,1	26,4 (1966)
Ноябрь	-18,7 (1998)	1,1	3,3	5,6	19,4 (1968)
декабрь	-25,6 (1969)	-2,5	-0,3	1,9	13,3 (2006)
год	-33,3 (1956)	4,4	7,9	11,8	36,5 (1992)

Выводы

Изменения температуры воздуха (среднегодовая, среднемаксимальная и среднеминимальная температуры) характеризуются однонаправленными положительными линейными трендами, различающимися по величине. Сходными по величине положительными линейными тенденциями отличается рост среднегодовой и среднемаксимальной температур (0,04-0,05 °С/год и повышением 1,8-2,2 °С за период соответственно). Темпы максимального повышения температуры в 10 раз превышают темпы повышения среднеминимальной температуры. Позитивная тенденция среднегодовой температуры воздуха в основном обусловлена повышением температуры в теплое время года и уменьшением контрастности между сезонами.

Температура воздуха в течение анализируемого периода имеет значительные годовые колебания. Различают три интервала, в пределах которых можно проследить сходные особенности изменения, то есть устойчивую тенденцию увеличения или уменьшения. В первых двух подпериодах (1975-1990 и 1991-2005 гг.) повышение температуры воздуха происходило с одинаковой скоростью (0,07 °С /год и приращение по тренду составило 1,05 °С за период. В третьем интервале (2006-2018 гг.) произошла стагнация: скорость повышения температуры замедлилась. Температура повысилась всего 0,52 °С за неполный подпериод.

Одной из причин повышения температуры воздуха является увеличение суммарной солнечной радиации с середины 1980-х г. [21, 22, 23]. Стагнация температуры воздуха отмечена и для температуры воздуха над юго-восточной частью Балтийского моря и возможно связана с минимумом векового цикла солнечной активности [12, 24].

Работа выполнена в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0149-2019-0013), с использованием данных, собранных при поддержке гранта РФФИ р_а № 19-45-390012.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Analysis of the climate change in Lithuanian Coastal areas of the Baltic Sea / I. Dailidienė, L. Davulienė, B. Kelpsaite, A. Razinkovas // *Journal of Coastal Research*. – 2012. – V. 28. – No 3. – P. 557-569.
2. IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ed. by H.L. Miller) – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 996 pp.
3. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: нерешенные проблемы. // *Метеорология и гидрология*. – 2004. – № 6. – С. 118–127.
4. Климатические изменения в Арктике и Северной Полярной Области / Алексеев Г.В., Радионов В. Ф., Александров Е. И., Иванов Н.Е. и др. // *Проблемы Арктики и Антарктики*. – 2010. – № 1 (84). – С. 67-80.
5. Изменения климата Арктики и Антарктики – результат действия естественных причин / Фролов И.Е., З.М. Гудкович, В.П. Карклин, Смоляницкий В.М. // *Проблемы Арктики и Антарктики*. – 2010. – № 2 (85). – С. 52-61.
6. Панин Г.Н. Об изменении климата в полярных зонах Земли // *Доклады Академии Наук*. – 2010. Т. 427. – № 3. – С. 397–402.
7. Котляков В.М. Криосфера и климат // *Экология и жизнь*. – 2010. – № 11. – С. 51-60.
8. Chubarenko, I.P., Chubarenko, B.V. General water dynamics of the Vistula Lagoon // *Environmental and Chemical Physics*. – 2002. – V. 24. – № 4. – P. 213–217.
9. Trends in the frequency of extreme climate events in Latvia / Z. Avotniece, V. Rodinov, L. Lizuma et al. // *Baltica*. – 2010. – Vol. 23 (2). Pp. 135–148.
10. Wibig, J., Głowicki, B. Trends of minimum and maximum temperature in Poland. // *Climate Research*. – 2002. – Vol. 20. – Pp. 123–133.
11. Tylkowski, J. Temporal and spatial variability of air temperature and precipitation at the Polish coastal zone of the southern Baltic Sea// *Baltica*. – 2013. – № 26 (1). – Pp. 83–94.
12. Stont Z.I., Bukanova T.V. General features of air temperature over coastal waters of the south-eastern Baltic Sea for 2004-2017 // *Russian Journal of Earth Sciences*. – 2019. – Vol. 19. – № 3. – DOI: 10.2205/2019ES000657
13. Variability in temperature, precipitation and river discharge in the Baltic States / Kriauciūnienė, J., Meilutytė-Barauskienė, D., Reihan, A. Koltsova, T. et al. // *Boreal Env.* – 2012. – Vol. 17(2). – Pp. 150–162.
14. Analysis of the climate change in Lithuanian Coastal areas of the Baltic Sea / I. Dailidienė, L. Davulienė, B. Kelpsaite et al. // *Journal of Coastal Research*. – 2012. – Vol. 28. – No 3. – Pp. 557-569.
15. Гидрометеорологический мониторинг побережья Юго-Восточной Балтики в 1996-2010 гг. / Р.В. Абрамов, О.А. Гущин, С.Е. Навроцкая и др. // *Известия РАН. Серия геогр.* – 2013. – № 1. – С. 54-61.
16. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Многолетняя динамика климата и гидрологического режима в районе Балтийского моря и ее причины // *Метеорология и гидрология*. – 2011. – № 5. – С. 77–87.
17. Impacts of climate change on European marine ecosystems: Observations, expectations and indicators / C.J.M. Philippart, R. Anadón, R. Danovaro et al. // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. – 2011. – № 400. – Pp. 52-69.
18. Climate Change in the Baltic Sea Area. HELCOM Thematic Assessment in 2007 // *Baltic Sea Environment Proceedings* № 111. HELCOM, 2007. 48 p. // Электрон. дан. Режим доступа URL:<http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep111.pdf> (дата обращения 1.07.2019).
19. Long term water level and surface temperature changes in the lagoons of the South and East Baltic / I. Dailidienė, H. Baudler, B. Chubarenko et al. // *Oceanologia*. – 2011. – № 53 (1-TI). – Pp. 293-308.
20. Котлярова М.А., Буканова Т.В. Изменчивость температуры поверхности юго-восточной части Балтийского моря по спутниковым данным // *Известия КГТУ*. – 2019. – № 53. – С. 51-60.

21. Pinker R. T., Zhan B., Dutton E. G. Can satellites observe trends in surface solar radiation? // Science. – 2005. – Vol. 308. – Pp. 850–854.
22. Wild M., Gilgen H., Roesch A. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth's surface // Science. – 2005. – Vol. 308 (5723). – Pp. 847–850.
23. Климатические и экологические характеристики московского мегаполиса за 60 лет по данным Метеорологической обсерватории МГУ / Н.Е. Чубарова, Е.И. Незваль, И.Б. Беликов и др. // Метеорология и гидрология. – 2014. – № 9. – С. 49–64.
24. Смирнова А.И., Минина Н.И., Яковлева Н.П. Вероятностный анализ годового хода и межгодовой изменчивости чисел Вольфа, форм атмосферной циркуляции, водообмена Балтийского моря с Северным и его составляющих // Режимобразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР (под ред. А.И. Смирновой, М.А. Борисовского). – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – С. 5–15.
25. Характеристики температуры воздуха в Калининграде // Электрон.дан. Режим доступа URL: <http://pogoda.ru.net/climate/> (дата обращения 3.04.2019).

CHANGE OF AIR TEMPERATURES CHARACTERISTICS IN THE KALININGRAD REGION

Stont Zhanna Ivanovna, PhD in Geographical Sciences; Scientific Secretary,
Senior Researcher;
Chubarenko Boris Valentinovich, PhD in physics and mathematics,
Head of Laboratory for Coastal Systems Study

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, e-mail: ocean_stont@mail.ru

The results of the study of existing long-term climate trends on the meteorological characteristics of the coastal zone of the Kaliningrad region are presented. Regional variability of air characteristics is analyzed for the period 1921-2018. A comparison is made of average temperatures for sliding climatic periods (30 years). The characteristics of average annual, average seasonal and average monthly values of air temperature are compared in the interval 1975-2018, which is chosen because of a significant increase in characteristics

УДК 504.064.2

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОЛУБОГО ОЗЕРА (КАЛИНИНГРАД) В 2018 ГОДУ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Цупкиова Надежда Александровна, канд. геол.-минерал. наук,
доцент кафедры ихтиологии и экологии;
Мишкина Виктория Андреевна, студентка кафедры ихтиологии и экологии

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
Калининград, Россия, email: tsoupikova@klgtu.ru, mishkina.vika@yandex.ru

В данной работе дается оценка качества вод Голубого озера, которая выполнена на основании результатов экологического мониторинга водоема, проводившегося ежемесячно на протяжении 2018 г. (в т.ч. в период ледостава) и включавшего гидрохимические исследования. Цель

работы – изучение текущего экологического состояния водоема. Исследования показали, что воды пруда достаточно чистые, по некоторым показателям – умеренно загрязненные, олиго- бета-мезосапробные. В настоящее время водоем мезотрофного типа с наметившейся тенденцией к эвтрофикации

Голубое озеро – популярное место отдыха жителей г. Калининграда, один из немногих водоемов, где купание официально разрешено (всего в городе летом 2019 г. их четыре). Несмотря на традиционно сложившееся и широко используемое название Голубое озеро, данный водоем имеет искусственное происхождение и является прудом, что отражено в Государственном рыбохозяйственном реестре, согласно которому озеро Голубое – «пруд без названия между прудом «Голубые озера» и прудом «Озеро Форелевое».

Голубое озеро является частью целой группы водоемов карьерного типа, образовавшихся в конце 1970-х гг. после заполнения водой карьеров, где добывались строительные материалы (песок, гравий), и объединенных под общим названием «Голубые озера». Данные водоемы располагаются в районе поселка Прибрежного у юго-западной окраины г. Калининграда. В целом вся группа имеет вытянутую форму, пруды находятся близко друг к другу и разделены узкими земляными дамбами, северные части прудов отстоят от береговой линии Калининградского залива не более чем на 200-250 м. Самым крупным в группе является пруд Форелевый с площадью водного зеркала 1,12 км² [1]. Рассматриваемый водоем – небольшого размера, площадь его водной поверхности составляет около 0,18 км² [2]. Для него установлена первая категория рыбохозяйственного значения.

Береговая линия озера Голубого имеет сложную конфигурацию, с выступами и небольшими заливами. Берег сложен мелкозернистыми песками, безвалунными супесями, реже глинами. Некоторые участки прибрежной зоны сильно заросшие водной растительностью. Береговые склоны преимущественно пологие, за исключением западного побережья водоема. Мелководная северо-восточная часть водоёма заметно заболочена, летом часто пересыхает, обнажается дно. Вдоль северного берега проходит грунтовая дорога, около которой расположен ресторан. Вдоль южного берега проходит автодорога регионального значения Калининград-Мамоново с оживленным движением, возле которой также находится ресторан. Западный и восточный берега представляют собой искусственные земляные дамбы, отделяющие озеро Голубое от озер Голубых и пруда Форелевого соответственно. Озеро Голубое с озерами Голубыми связано через узкий пролив, с прудом Форелевым связь отсутствует (рис. 1).

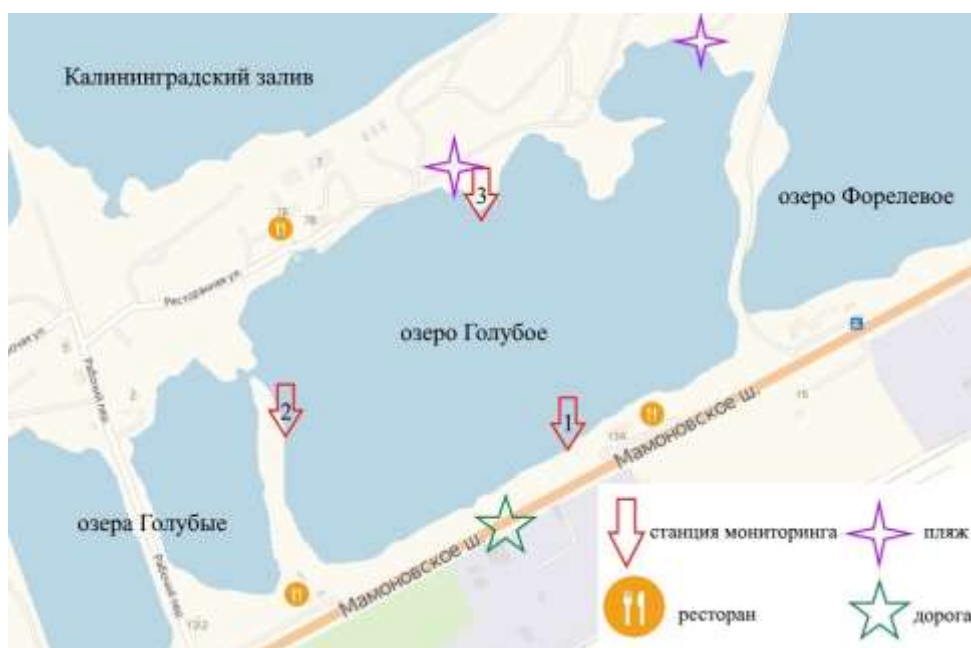


Рис. 1. Схема пруда и станции мониторинга

Сейчас водоем служит, в основном, для рекреационных целей. На его берегах ежегодно организуются два пляжа в северной и восточной частях, рядом расположены два ресторана на севере и юге пруда, в теплое время действует прокат катамаранов и лодок. Кроме того, периодически на берегах возникают стихийные неорганизованные площадки отдыха с кострищами и свалками мусора.

Целью данной работы являлась оценка экологического состояния озера Голубого в 2018 г. на основе гидрохимических исследований. В основу работы положены данные ежемесячного гидрохимического мониторинга, проводимого на водоеме в течение 2018 года (в январе-марте – из-под льда) на трех станциях. Для мониторинга были выбраны участки берега с наибольшей нагрузкой в северной и южной частях водоема (вблизи мест массового отдыха, пляжа и трассы с оживленным движением), а также западный берег с характерным зарастанием (рассматривается как фоновый) (рис. 1).

В качестве основных гидрохимических показателей были выбраны концентрации биогенных веществ, содержание растворенного кислорода и величина перманганатной окисляемости. Отбор проб для гидрохимического исследования в утренние часы согласно требованиям ГОСТ 31861-2012 [3]. Гидрохимический анализ проб проводился в лаборатории КГТУ согласно общепринятым методикам [4].

В целом, 2018 год был теплым и довольно сухим, с преобладающим слабым ветром. В частности, температура воздуха была существенно выше нормы в течение большей части года, кроме февраля и марта, особенно сильно превышая норму в апреле и мае (на 3,6 и 3,9°C соответственно) (рис. 2).

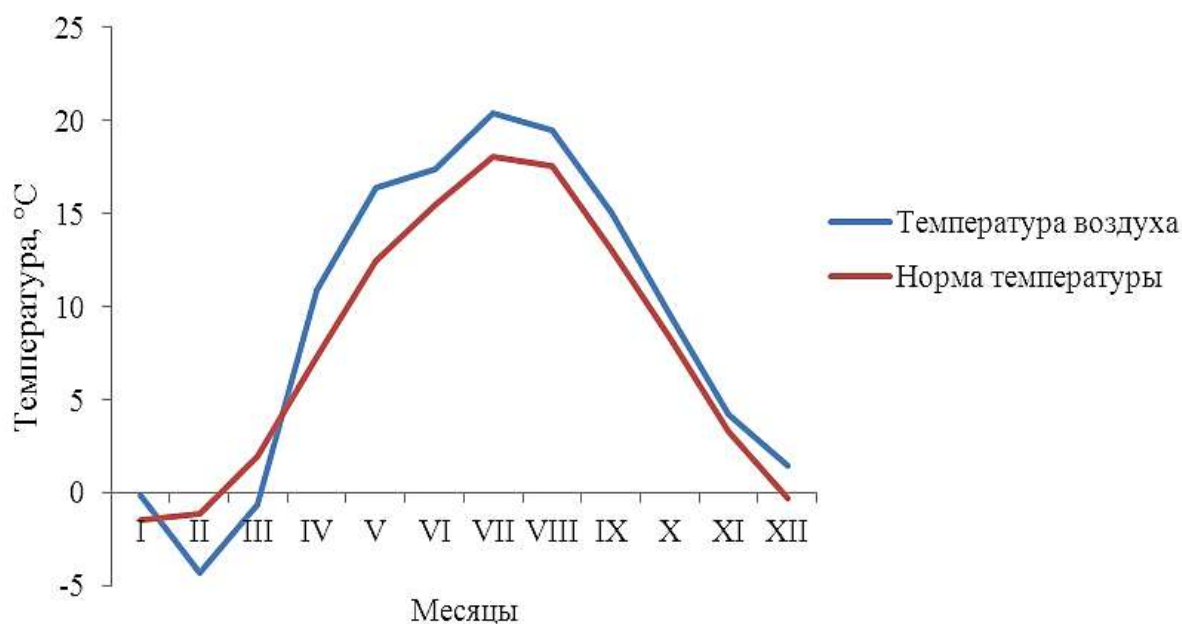


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха в 2018 г. и ее норма (по данным [5])

Среднегодовое атмосферное давление также, в основном, несколько превышало климатическую норму г. Калининграда (до 3,6 гПа) во все месяцы, кроме февраля и марта, когда оно было ниже нормы на 2,9 гПа и 1,7 гПа соответственно. Количество выпавших атмосферных осадков в среднем за год составило приблизительно 75 % от нормы, однако в отдельные месяцы оно превышало норму до 1,2 раза, особенно сильно в июле (рис. 3).

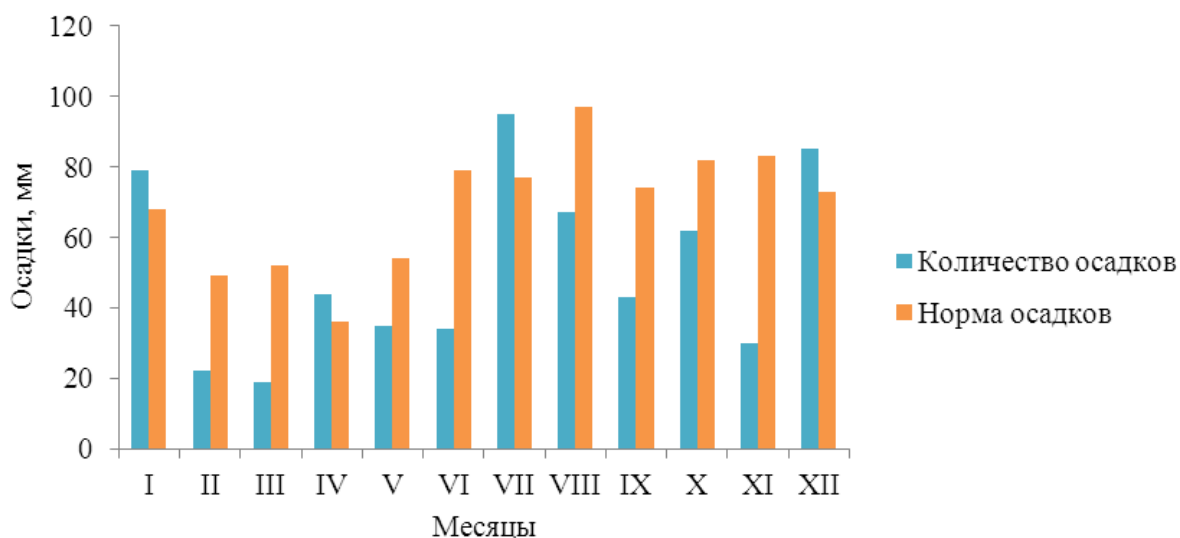


Рис. 3. Среднемесячное количество осадков в 2018 г. и их норма (по данным архива погоды [5])

Ход температуры воды соответствовал ходу температуры воздуха, но летом вода в озере прогрелась до более высоких значений, чем воздух. За исследуемый период времени температура воды увеличилась от 0,1 (январь) до 25,1 °С (июнь) (рис. 4). Зимой и в начале весны пруд был покрыт довольно толстым слоем льда и снега (15-20 см), подо льдом сохранялась слабоположительная температура воды, близкая к точке замерзания. Как следствие, годовая амплитуда температуры воды в оз. Голубом и температуры воздуха прилегающей местности в 2018 г. оказались весьма близки и составили приблизительно 25 °С.

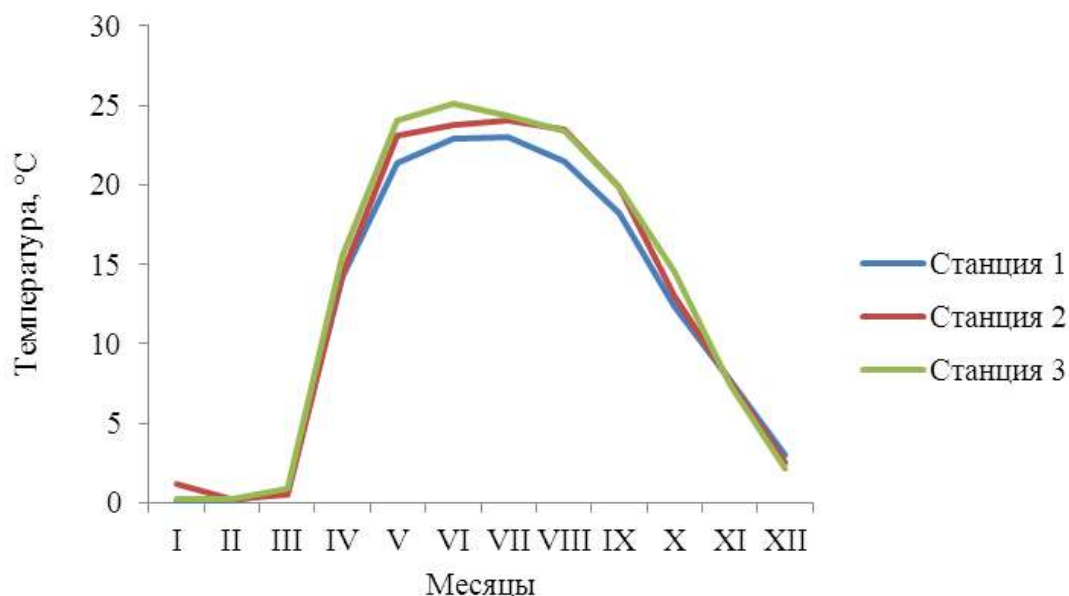


Рис. 4. Температура воды в оз. Голубом в 2018 г., °С

Кислородные условия в основном характеризовались недосыщением на уровне 60-80 %, а в январе и ноябре был зафиксирован сильный дефицит (менее 40 %). При этом в течение большей части исследуемого времени годовой ход относительного содержания кислорода был близок к правильному: оно увеличилось весной после освобождения водоема ото льда, достигло максимума в июне (в среднем 110%, на ст. 1 до 123 %) . Дефицит растворенного кислорода в холодное время года можно объяснить тем, что на пруду наблюдался ледостав. Во время активного фотосинтеза содержание кислорода было близко к состоянию насыщения, колеблясь от небольшого недосыщения в марте до легкого перенасыщения в июне-июле. Тогда же, на пике фотосинтеза, были отме-

чены визуальные признаки цветения воды (отдельные участки пруда покрылись плотной пленкой водорослей). Однако уже в августе содержание кислорода упало до годового минимума (42 % на ст. 1), что связано с усиленным окислением органических веществ. Осенью вслед за понижением температуры воздуха концентрация кислорода также упала (рис. 5).

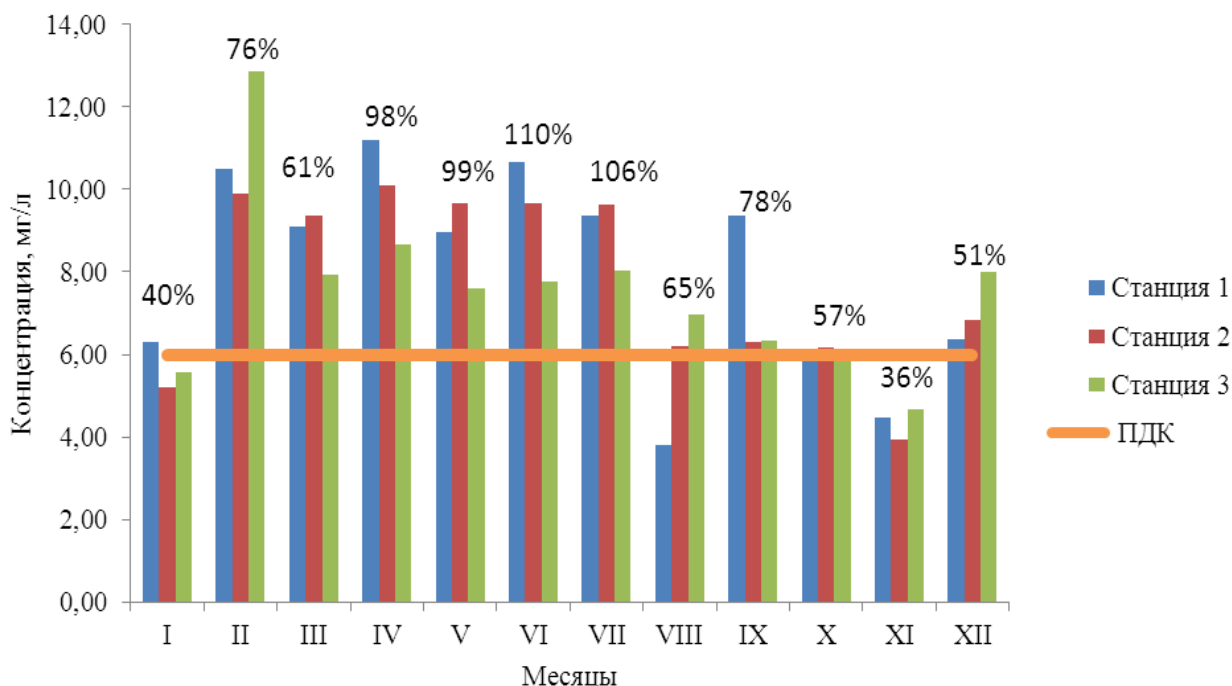


Рис. 5. Растворенный кислород, мг/л и %

Абсолютные концентрации кислорода изменялись в широких пределах: от 3,8 до 12,9 мг/л (рис. 5). Обычно кислорода в водах пруда было растворено достаточно, хотя на отдельных станциях периодически наблюдались значения ниже ПДК. В годовом ходе абсолютной концентрации растворенного кислорода отчетливо заметны два периода: первое полугодие с усиленным развитием растений, фитопланктона и активным фотосинтезом, которое привело к росту концентраций кислорода и его постоянно высокому содержанию на уровне 8-10 мг/л, причем максимум (12,9 мг/л) был отмечен в феврале подо льдом; а затем ближе к окончанию вегетационного сезона – в августе – наблюдается резкое снижение концентрации растворенного кислорода и всю оставшуюся часть года его содержание понижено вследствие активного потребления на деструкцию органического вещества, это косвенно указывает на происходящее эвтрофирование оз. Голубого [6].

Временной ход концентрации водородного показателя обычно обратен ходу растворенного в воде углекислого газа и в общих чертах совпадает с временными изменениями растворенного в воде кислорода [7]. Это связано с тем, что концентрация ионов водорода в воде зависит от соотношения различных форм угольной кислоты и от количества CO_2 , следовательно, она подвержена сезонным и суточным изменениям. Диоксид углерода, увеличивая содержание угольной кислоты, снижает величину pH. В Голубом озере вода по величине водородного показателя является, чаще всего, нейтральной (pH=7), годовой ход pH в 2018 г., в целом, соответствует годовым изменениям растворенного кислорода. В феврале, на фоне максимального содержания кислорода, водородный показатель повышался до 10-11 (щелочная среда), к апрелю он снижался до 8,5-9 (слабощелочная среда). Падение содержания растворенного кислорода в марте сопровождалось снижением величины pH до 5-7 (слабокислая реакция). В летние месяцы более высокие значения водородного показателя наблюдались в западной части пруда, что, видимо, связано с зарастанием этой части водоема, где в результате массового развития фитопланктона и фитобентоса расходовалось большое количество углекислоты (рис. 6).

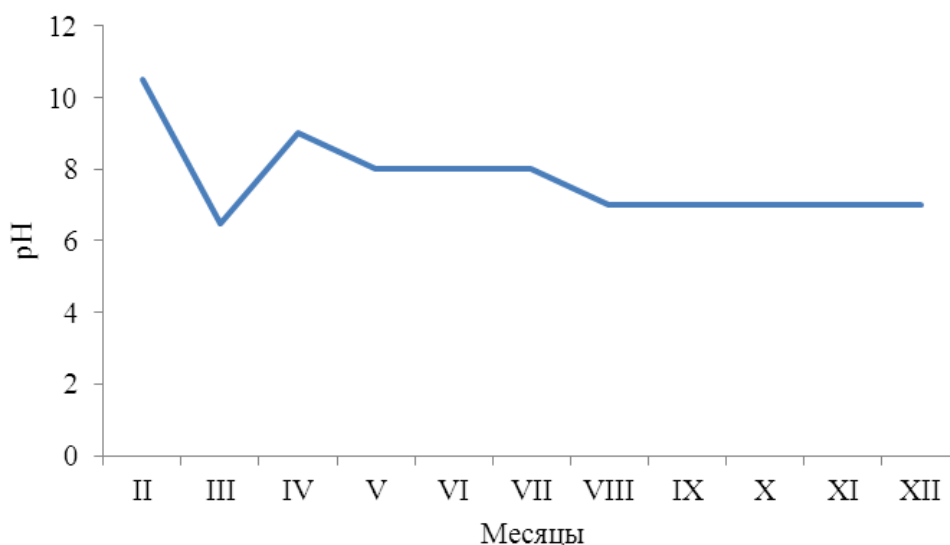


Рис. 6. Водородный показатель (значение осреднено по трем станциям)

В воде, в основном, содержалось умеренное количество легкоокисляемых органических веществ. Согласно классификации О. А. Алекина, перманганатная окисляемость воды оз. Голубого на протяжении большей части изучаемого периода средняя (от 5 до 10 мгО/л), но под льдом она снизилась в марте до малой (2-5 мгО/л) поскольку процесс фотосинтеза и накопления органических веществ в воде еще только начался. С усилением интенсивности фотосинтеза в апреле, а также к концу периода вегетации (в августе и сентябре) окисляемость поднималась до повышенной и достигала своей максимальной величины – 16,8 мгО/л (рис. 7). Это указывает на интенсивное окисление накопленных органических веществ в теплых водах пруда в эти месяцы.

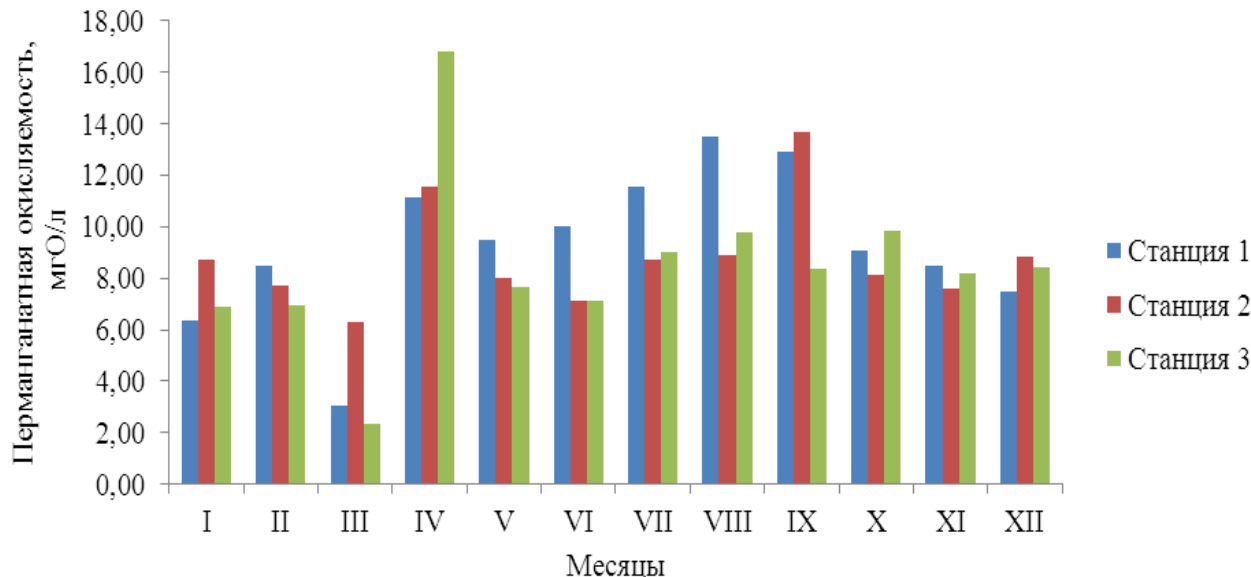


Рис. 7. Перманганатная окисляемость, мгО/л

Графики хода величины перманганатной окисляемости, в целом, соответствуют естественным сезонным изменениям данного показателя, причем в теплый период заметны два пика, обусловленные длительным вегетационным периодом: весенне-летний и летне-осенний. Продолжительность периода активной вегетации растений (с температурой выше 10 °С) в Калининградской области составляет 152 дня [8]. Однако распределение величины перманганатной окисляемости по акватории водоема не однородно: ее наиболее высокие значения в 50 % случаев наблюдались в южной части (ст. 1).

В течение 2018 г. воды оз. Голубого были умеренно богаты биогенами, превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов [9] довольно часто отмечались для концентрации аммонийного азота и иногда общего железа.

Аммонийного азота в пруду было почти постоянно много, его среднегодовая концентрация на разных станциях колебалась от 0,44 до 0,49 мгN/л, минимальные концентрации были отмечены в марте (0,07-0,13 мгN/л). Максимум содержания аммоний-иона достигло в январе (0,64-0,77 мгN/л). Содержание аммонийного азота чаще превышало ПДК во втором полугодии (рис. 8).

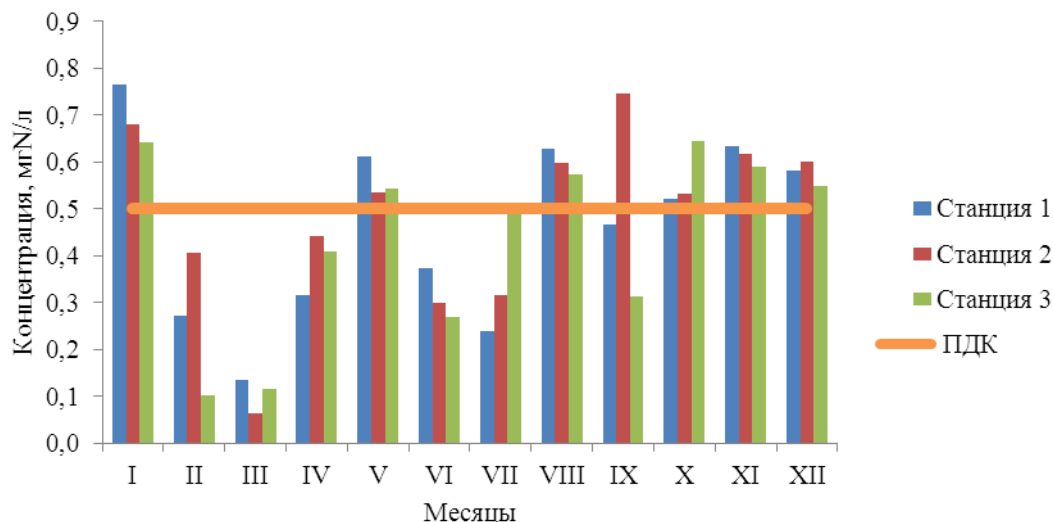


Рис. 8. Содержание аммонийного азота, мгN/л

Аммиака в воде обычно было растворено немного, это особенно важно, учитывая его высокую токсичность для гидробионтов. В течение периода вегетации гидробионтов содержание аммиака составляла около 0,02 мг/л, но в апреле его концентрация превысила рыбохозяйственную ПДК, а в осенне-зимние месяцы он практически отсутствовал (рис. 9).

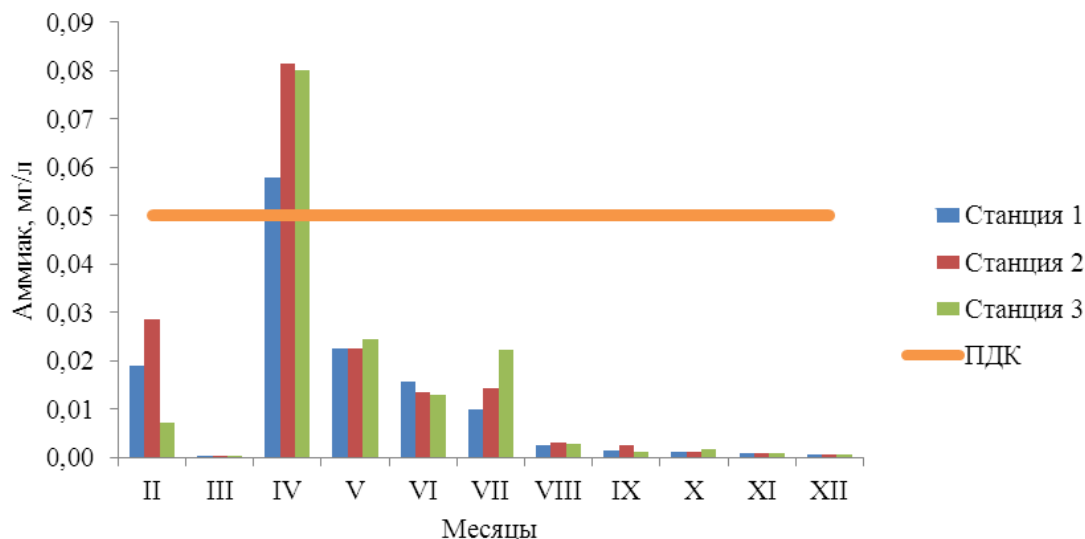


Рис. 9. Аммиак, мг/л

В водах пруда нитритов содержится немного, их концентрации не выходят за пределы рыбохозяйственных нормативов. Лишь в январе в южной части водоема (ст. 1) отмечен резкий «скачок» содержания нитрит-ионов (0,07 мг/л), на остальных станциях в течение года их содержание варьировало от тысячных долей до 0,02 мг/л (рис. 10). Обычно сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной. Несколько повышенные

концентрации в апреле и июле (более 0,01) совпали с весенне-летним и летне-осенним пиками активной вегетации водорослей и вызваны началом разложения неживого органического вещества и активностью фитопланктона в теплый период.

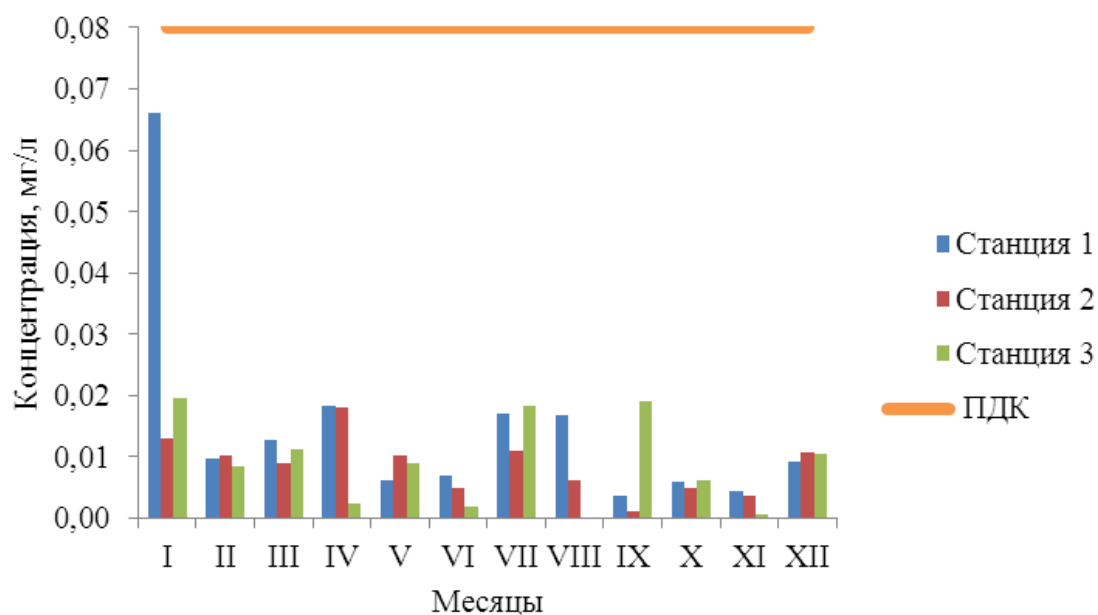


Рис. 10. Нитриты, мг/л

Содержание общего железа было подвержено значительным колебаниям, поскольку оно зависит от соотношения различных видов водного питания и от особенностей погодных условий: в марте в южной части пруда был отмечен максимум (более 4ПДК), с мая по декабрь концентрации железа были существенно ниже (рис. 11).

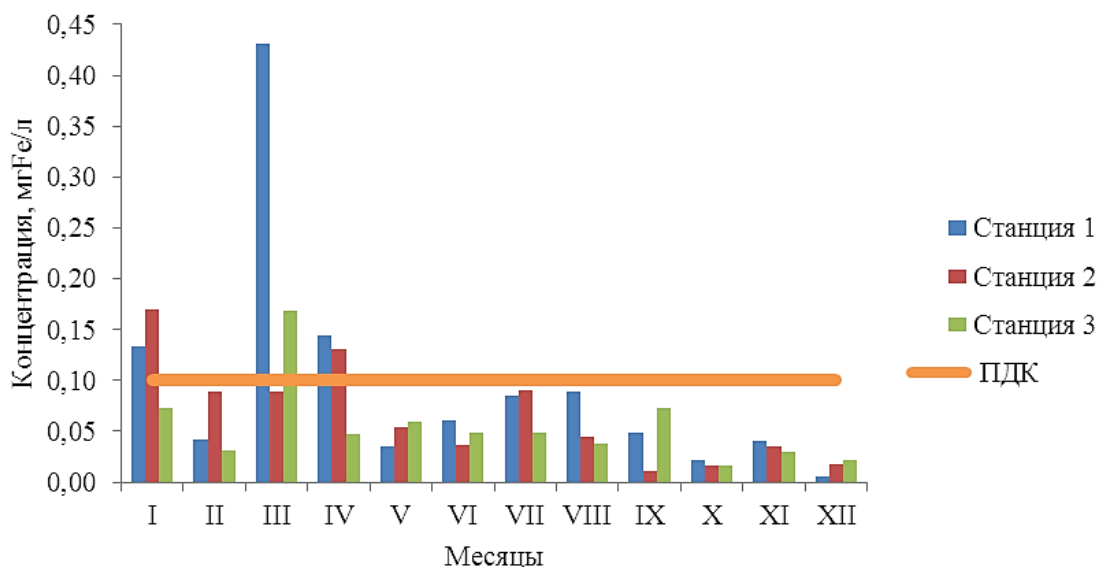


Рис. 11. Общее железо, мгFe/л

Для вод оз. Голубого характерно невысокое содержание фосфора фосфатов в 2018 г., которое было существенно ниже допустимых значений даже для олиготрофных водоемов и полностью соответствовало правильному годовому ходу биогенных элементов с минимальными концентрациями весной и летом (вплоть до полного исчезновения на некоторых станциях в августе-сентябре) и максимальными – осенью и зимой (до 0,03 мгP/л в январе) (рис. 12).

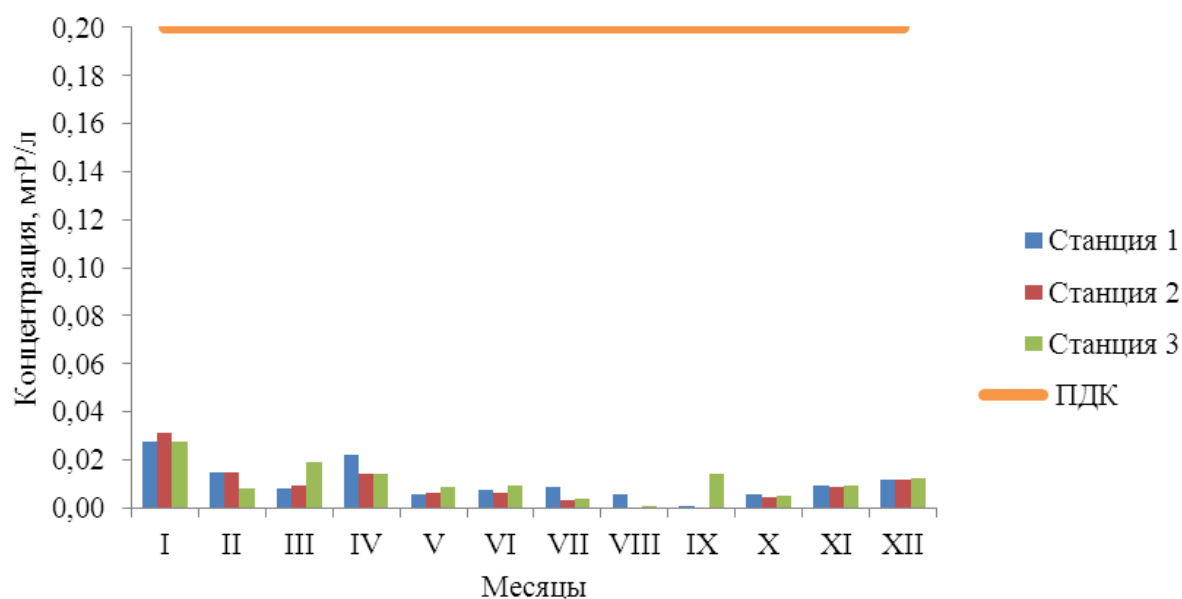


Рис. 12. Фосфор фосфатов, мгР/л

Анализ собранных гидрохимических материалов позволяет сказать, что согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [10] (табл.) в 2018 г. воды оз. Голубого оценивались как «чистые» по таким гидрохимическим показателям, как перманганатная окисляемость, нитриты и фосфор фосфатов, и соответствовали олигосапробному классу. В то же время по содержанию растворенного кислорода и некоторых биогенных веществ, например, азота аммонийного, качество вод было чуть ниже – воды бетамезосапробные, умеренно загрязненные. Заметно, что в разгар периода вегетации (весной и летом), качество вод снижалось, а осенью ситуация значительно улучшилась.

Таблица

Качество воды оз. Голубого в 2018 г. по трофосапробным показателям

Критерий	Среднегодовая величина	Класс сапробности	Тип трофии	Класс воды
Растворенный кислород, % насыщения	65	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная
Перманганатная окисляемость, мгО/л	8,8	о-сапробный	мезотрофный	чистая
Азот аммонийный, мгN/л	0,46	β – мезосапробный	эвтрофный	умеренно-загрязненная
Нитриты, мг/л	0,01	о-сапробный	мезотрофный	чистая
Фосфор фосфатов, мгР/л	0,01	о-сапробный	мезотрофный	чистая

Таким образом, Голубое озеро можно отнести к мезотрофному типу с наметившейся тенденцией к эвтрофикации. Экосистема исследованного водоема испытывает постоянное антропогенное воздействие разного рода. Достаточно высокое качество вод пруда, которое в 2018 г. в основном, удовлетворяло требованиям, установленным для рыбохозяйственных водоемов первой категории, создает возможности дальнейшего рекреационного развития прилегающей территории, ее благоустройства. Однако важно не допустить при этом усиления и ускорения эвтрофирования водоема, уже сейчас выражающегося в наличии двух пиков цветения водорослей, сниженном содержании растворенного кислорода и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цупикова Н.А., Костыря Ю.С. Результаты геоэкологических наблюдений западной части пруда Форелевого (Калининградской области) летом 2015-2017 гг. // Труды пятой международной научно-практической конференции «Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование», 30 ноября – 3 декабря 2017 года: сборник статей. – М.: Буки-Веди. – С. 238-243.
2. Мишкина В.А., Цупикова Н.А. Анализ результатов экологического мониторинга Голубого озера в теплый период 2018 года // «Вестник молодежной науки». – 2019. – Вып. 1 (18) / Калининградский государственный технический университет. // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/03/Mishkina-118.pdf> (дата обращения: 10.07.2019).
3. Вода. Общие требования к отбору проб: СТБ ГОСТ 31861-2012. – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 31 с.
4. Семенов А. Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.
5. Архив погоды в Калининграде. // Электронный ресурс. Режим доступа https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Калининграде/ (дата обращения: 10.07.2019).
6. Цупикова Н. А., Бугранова О. С., Мишкина В. А. Гидрохимические условия подледного развития фитопланктона в пр. Голубом (г. Калининград) в 2018 г. // 62-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 23–27 апреля 2018 г.: материалы / Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2018. // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.astu.org/Content/Page/5833> (дата обращения: 10.07.2019).
7. Берникова Т.А. Гидрология с основами метеорологии и климатологии. / Т.А. Берникова. – М.: МОРКНИГА, 2011. – 600 с.
8. Агроклиматические ресурсы Литовской ССР и Калининградской области РСФСР: справочник. – Ленинград Гидрометеиздат, 1972. – 144 с.
9. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 04.08.2009 г. № 695 «Об утверждении методических указаний по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // «Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти». 2009. - № 43.
10. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // Сб. ГОСТов. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – С.51-62.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE GOLUBOE LAKE (KALININGRAD) IN 2018 PURSUANT TO HYDROCHEMICAL INDICATORS

Tsoupikova Nadezhda Aleksandrovna, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Associate Professor of Ichthyology and Ecology Department;
Mishkina Victoria Andreyevna, student of Ichthyology and Ecology Department

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia,
e-mail: tsoupikova@klgtu.ru, mishkina.vika@yandex.ru

This paper assesses the water quality of Goluboe Lake which was carried out on the basis of the results of the environmental monitoring of the water body. The monitoring too place monthly within the year 2018 (also during period of ice cover) and included hydrochemical studies. The purpose of the research is to study the current ecological status of the reservoir. It has shown that the water is clean enough, or moderately polluted according to some indicators, oligo-betamezosaprobic. Currently, the water body is mesotrophic, with a tendency towards eutrophication

ВЛИЯНИЕ ШТОРМОВЫХ СИТУАЦИЙ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ УРОВНЯ ВОДЫ В КУРШСКОМ ЗАЛИВЕ (БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ) В 2019 г.

Чурин Дмитрий Александрович, канд. геогр. наук, научный сотрудник лаборатории геоэкологии;

Стонт Жанна Ивановна, канд. геогр. наук, ст. научный сотрудник лаборатории геоэкологии;

Ульянова Марина Олеговна, канд. геогр. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геоэкологии

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН,
Москва, Россия, e-mail: ocean_stont@mail.ru

Представлены результаты анализа отклика уровня водной поверхности Куршского залива на метеорологические условия (атмосферное давление, направление и скорость ветра) полученные по данным ультразвукового мареографа и автономной метеостанции. В январе 2019 г. штормовые северные ветры вызвали подъем уровня воды на 60 см за двое суток. В апреле 2019 г. наблюдалось аномальное снижение уровня воды и обмеление залива, связанное с ветрами с южной составляющей и отсутствием осадков в течение месяца

Введение

Для Калининградской области актуальными являются проблемы адаптации к происходящему изменению климата. Краткосрочная изменчивость уровня моря, являющаяся результатом гидрометеорологических процессов, наиболее сильно влияет на прибрежную зону. Высокий уровень моря может увеличивать интенсивность штормовых нагонов, разрушительных для береговой зоны. Результаты исследования сезонной изменчивости уровня моря на акватории Балтийского моря необходимы для проведения оценок воздействия на окружающую среду при строительстве береговых (и берегозащитных) сооружений и проведения региональных климатических исследований. Основным фактором, определяющим климат юго-восточной части Балтийского моря, является характерные особенности общей циркуляции атмосферы, обусловленные географическим положением и простиранием участка акватории.

На побережьях акватории юго-восточной части Балтийского моря наиболее часто особо опасные явления погоды связаны с сильными и штормовыми ветрами. В настоящее время наблюдается изменение различных климатических характеристик: увеличение количества штормовых дней и скорости штормовых ветров [1]. Последствием этих штормов является размыв отдельных участков побережья, формирование уступов размыва на аккумулятивных формах, а также активизацией гравитационных процессов [2]. В рамках этой глобальной цели представляет интерес исследование межгодовой изменчивости уровня Балтийского моря и связь с гидрометеорологическими параметрами, водным балансом и изменением топографии поверхности моря.

На уровень моря оказывает влияние атмосферная циркуляция, усиление переносов воздушных масс, повышение температуры воздуха и воды, а также увеличение количества атмосферных осадков и речной сток. Повышение уровня моря, регистрируемое в последние десятилетия 20-го века, напрямую связано с проблемами разрушения берегов, подтоплением земель и нарушением экологического баланса. Эти проблемы особенно актуальны для прибрежной зоны национального парка «Куршская коса».

Для региона Юго-Восточной Балтики (Калининградской акватории) работы по исследованию уровня моря единичны, а основанные на данных спутниковой альтиметрии отсутствуют. По данным многолетних наблюдений на гидропостах Пионерский (Балтийское море), Балтийск (Калининградский залив) и Клайпеда (Куршский залив) получен устойчивый положительный линей-

ный тренд средних годовых уровней моря. В целом темпы роста среднего уровня за последние 100 лет в заливах и море (1,3-1,8 мм/год) близки к таковым для Мирового океана за этот же период [3].

Увеличение водных масс в Балтийском море тесно связано с макроциркуляционными атмосферными процессами, в частности, с усилением западной формы атмосферной циркуляции, обусловленной развитием мощной циклонической деятельности над Северной Атлантикой. Подтверждением этого служит тесная корреляционная связь ($k=0,76$) между значениями среднегодовых уровней и числом дней с ветром западных румбов.

Методы и используемые данные

Для решения научных задач в Атлантическом отделении Института океанологии была создана собственная гидрометеорологическая сеть (рис. 1). Кроме того, для анализа использовались метеоданные АГМС, входящих с мировую сеть, и доступные карты приземного анализа.



Рис. 1. Расположение уровнемеров (синим цветом) и точек получения гидрометеорологических данных (1-4 зеленым цветом)

Измерительный комплекс (мареограф) Log_aLevel был установлен в районе променада музея национального парка «Куршская коса» 1 декабря 2016 г. Оборудование предназначено для автономного высокоточного измерения волнения и уровня воды при помощи ультразвукового датчика. Прибор производит 5 измерений в секунду, что позволяет судить не только об изменчивости уровня, но и о характере волнения.

Метеорологические условия в районе установки мареографа получены с автоматической метеостанции, расположенной в 200 м от уровнемера на заливной части Куршской косы. Синоптическая обстановка оценивалась по картам приземного давления метеоцентра Бракнелл [4].

Анализ данных мареографов и гидрометеорологических факторов, оказывающих влияния изменение уровня моря (приливы, штормовые нагоны, приземный ветер и др.), основан на методах одномерного и многомерного статистического анализа.

Опасные и особо опасные подъемы уровня в юго-восточной части Балтийского моря вызывают штормовые циклоны с большими барическими градиентами. Они перемещаются со скоростью 60-80 и до 100 км/ч. При этом скорость ветров западных направлений достигает 25-28 м/с, в порывах до 35-40 м/с. Траектории этих циклонов проходят в пределах 58-60° северной широты и направлены на Рижский или Финский заливы. Повышение уровня воды в районе Куршской косы, с учетом ее низкого положения над уровнем моря, может привести к катастрофическим последствиям.

При сопоставлении ежечасных наблюдений за уровнем воды, скоростью и направлением ветра, атмосферным давлением было установлено, что при штормовых ветрах, имеющих северную составляющую, наблюдается нагон воды в залив через Клайпедский пролив и подъем уровня. Примером может служить штормовая ситуация, наблюдавшаяся в январе 2019 г.

Январский шторм 2019 г.

2-3 января 2019 г. в тыловой ветреной части северного циклона, смещающегося с Ботнического залива на Беларусь (рис. 2), траектория которого восстановлена по модели NOAA [5], наблюдалось усиление северного ветра. Для бесприливных берегов Балтики разрушительная сила волн зависит от сочетания силы волнения и высоты стояния уровня моря в момент прохождения шторма. В январский шторм 2019 г. волны приходили от севера, имели максимальную для Балтийского моря длину разгона и, соответственно, обладали высокой потенциальной энергией. По данным польского сайта [6] высота волны в Балтийском море составила 7-8 м (рис. 3).

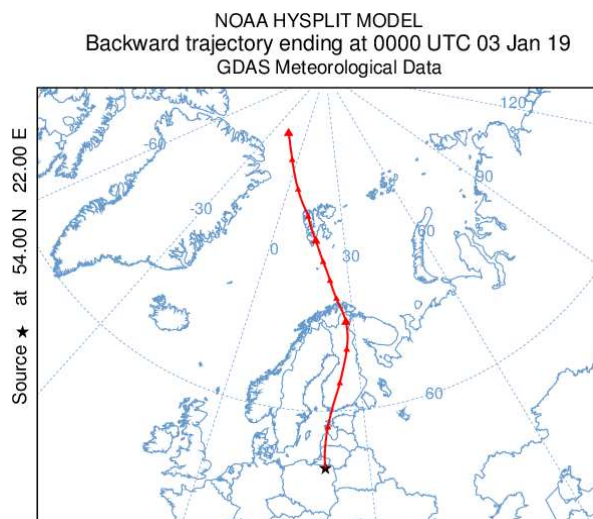


Рис. 2. Траектория циклона, вызвавшего разрушения на Калининградском побережье (2-3 января 2019 г.) [5]

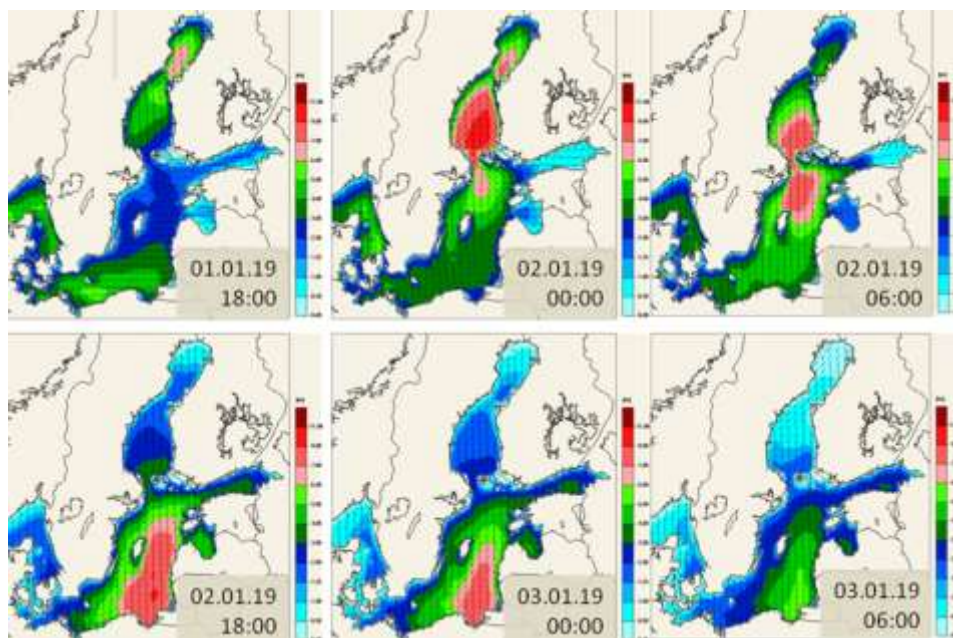


Рис. 3. Распространение зоны высоких волн, образовавшейся 1 января на севере Балтики и смещающейся от Ботнического залива до юго-восточной части Балтики (в том числе побережья Калининградской области) по данным польского сайта [6. 7]

Утром 1 января 2019 г. начался стремительный подъем уровня воды, который достиг максимума 2 января 2019 г. в 14 ч (зафиксирован уреченным постом на побережье Куршского залива, Визит-центр) (рис. 4). Прохождение циклона над Центральной Балтикой по северной

траектории и усиление северного ветра до 15 м/с привело к росту уровня на 60 см в течение двух дней (рис. 4).

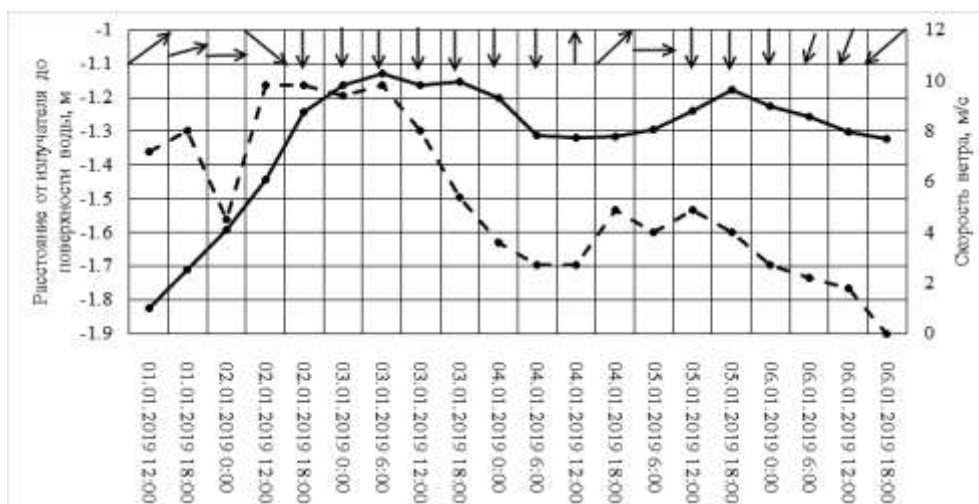


Рис. 4. Изменчивость уровня Куришского залива в точке наблюдений (сплошная линия), скорость ветра, м/с (пунктир) и направление (стрелки на графике)

Учитывая тот факт, что наблюдается тенденция к увеличению количества ветров северных румбов [1,2], возможно повторение чрезвычайной ситуации 2 января 2019 г.

Чрезвычайная ситуация апреля 2019 г.

В апреле 2019 г. в Национальном парке «Куршская коса» по данным уровнемера, установленного в НП «Куршская коса», наблюдалось резкое понижение уровня (рис. 5). Причиной снижения уровня воды послужила синоптическая ситуация, сложившаяся в апреле 2019 года.

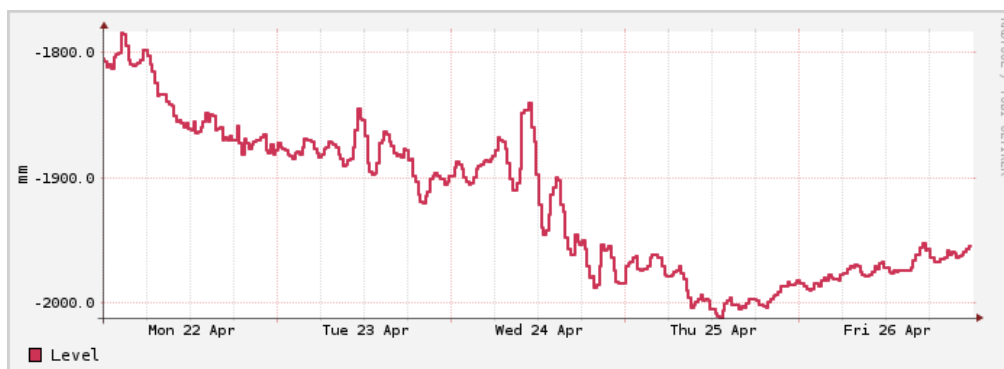


Рис. 5. Изменчивость уровня, измеренного в районе музейного комплекса Куршской косы

Практически весь апрель 2019 г. Юго-Восточная Балтика находилась под влиянием антициклонических полей. Сначала на западной периферии антициклона 1025 гПа с центром над верховьем Волги. Порывистый ветер от юго-востока усиливался до 16 м/с. Затем стала влиять южная периферия скандинавского антициклона, сформированного в прохладной воздушной массе северных широт с ветрами северных и северо-восточных румбов скоростью до 11 м/с (рис. 6). К концу месяца (24 апреля) уровень резко понизился на 20 см (рис. 5) с усилением юго-восточного ветра в градиентной зоне между антициклоном и циклоном на западе (рис. 6). Известно, что ветры с южной составляющей вызывают понижение уровня в районе музейного комплекса [8].

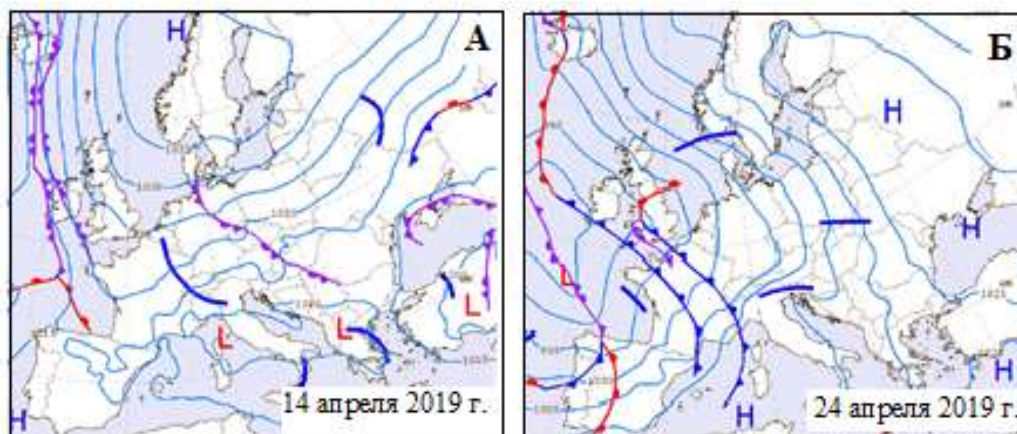


Рис. 6. Синоптическая ситуация 14 апреля и 24 апреля 2019 г. по данным [4]

Последствием сложившейся синоптической ситуации явилась засуха, из-за которой обмелели реки, впадающие в Куршский залив. По данным погодного сайта [9] на метеостанциях Юго-Восточной Балтики при месячной норме около 35 мм/мес выпало минимальное количество осадков (Пионерский 3,6 мм/мес; Балтийск 0,0 мм/мес (следы осадков); Нида 0,0 мм/мес (следы осадков); Клайпеда 3,3 мм/мес). Из-за длительного дефицита осадков сток в залив был минимальным. Наблюдался спад уровней воды с суточной интенсивностью 1-13 см. Т.о., одна из причин снижения уровня воды в апреле 2019 г. – это последствие засухи (рис. 7).



Рис. 7. Обмеление Куршского залива. Пос. Рыбачий (апрель 2019 г., фото А. Иванцова)

Аналогичная ситуация наблюдалась и в литовской части Куршского залива. Вблизи Ниды зафиксировано аномальное снижение уровня воды и обмеление залива [10]. По мнению специалиста Литовской гидрометеорологической службы Ю. Шимкуса в последний раз уровень воды в заливе настолько снижался в 1971 г. Тогда уровень воды у мыса Венте достигал 45 см, сейчас – всего 34 см. По словам эксперта, снижение уровня воды – это последствие засухи [11].

В начале мая синоптическая ситуация изменилась – стали господствовать циклонические влияния с 6-7-балльными ветрами западных румбов. 2 мая 2019 г. на южной периферии циклона глубиной 985 гПа с центром над Ленинградской областью наблюдалось усиление ветра западных румбов до 18 м/с (рис. 8).

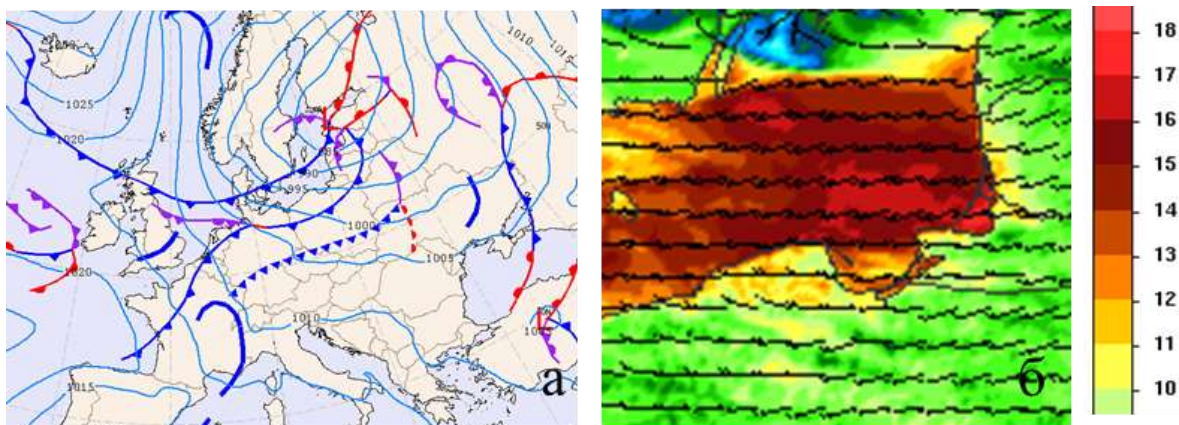


Рис. 8. Синоптическая ситуация 2 мая 2019 г. (а) [4] и сформировавшееся поле ветра по данным сайта (б) [5]

Это явилось причиной интенсивного стога воды (рис. 9). 2 мая 2019 г. уровень воды за несколько часов упал на ~ 15 см. С ослаблением западного ветра уровень резко стал расти. Аналогичная ситуация наблюдалась 4 и 7 мая (рис. 10).



Рис. 9. Обмеление Куршского залива (западнее г. Полесска, 02.05.2019, фото Д. Чурина)

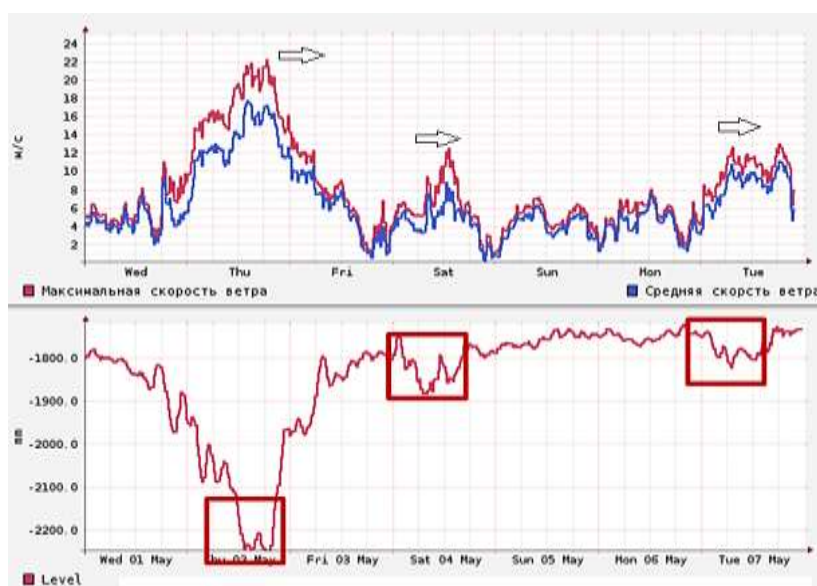


Рис. 10. Изменчивость максимальной и средней скорости ветра и ход уровня в начале мая 2019 г. Стрелками показано направление ветра

Видно, что усиление западного ветра вызывает кратковременное понижение уровня. При ослаблении ветра уровень возвращается к своему первоначальному положению.

Выводы

1. В начале января 2019 г. северный штормовой ветер вызвал волны высотой до 7-8 м и подъем уровня моря. Штормовое воздействие произвело значительные разрушения на побережье северной экспозиции Самбийского полуострова и в прикорневой части Куршской косы.
2. Господством антициклональных условий с преобладанием ветров с южной составляющей, которые вызывают стгон в районе музейного комплекса, явилось причиной значительного понижения уровня воды в апреле 2019 г.
3. Из-за дефицита осадков в апреле значительно уменьшился сток рек, что и вызвало обмеление Куршского залива (последствие засухи).
4. При восстановлении западного переноса и усилении ветра до 15-18 м/с наблюдалось резкое падение уровня и при ослаблении скорости ветра уровень быстро возвращался к прежним значениям.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ р_а 19-45-390012.

Авторы выражают благодарность Лаборатории воздушных ресурсов NOAA (ARL) за предоставление модели расчета траекторий HYSPLIT, используемых в данной публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стонт Ж.И. Современные тенденции изменчивости гидрометеорологических параметров в юго-восточной части Балтийского моря и их отражение в прибрежных процессах: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Калининград, 2014. – 23 с.
2. Бобыкина В.П., Стонт Ж.И. О зимней штормовой активности 2011–2012 гг. и ее последствиях для побережья Юго-Восточной Балтики // Водные ресурсы. – 2015. – Т. 42. – № 3. – С. 322–328.
3. Навроцкая С.Е., Чубаренко Б.В. Тенденции изменения уровня моря в лагунах Юго-Восточной Балтики // Океанология. – 2013. – Т. 53. – № 1. – С. 17-28.
4. Климатические данные // Электр. дан. Режим доступа URL: <http://www.wetterzentrale.de> (дата обращения 16.07.2019).
5. Прогноз Варшавского метеоцентра // Электр. дан. Режим доступа URL: <http://www.meteo.pl> (дата обращения 02.01.2019).
6. Система моделирования атмосферного переноса и дисперсии HYSPLIT от NOAA // Электрон. дан. Режим доступа URL: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-14-00110.1> (дата обращения 18.07.2019).
7. Штормовая активность в осенне-зимний период 2018-2019 гг. в юго-восточной части Балтийского моря / Ж.И. Стонт, М.О. Ульянова, Е.В. Крек, Д.А. Чуринов и др. // Известия КГТУ. – 2019. – № 53. – С. 61-72
8. Влияние метеопараметров на изменчивость уровня моря в Куршском заливе в 2017 г. / Ж.И. Стонт, Д.А. Чуринов, М.О. Ульянова // Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сборник научных статей. Вып. 14 / сост. И.П. Жуковская. – Калининград, 2018. – С. 127-135.
9. Погода в 243 странах мира // Электр. дан. Режим доступа URL: <http://www.rp5.ru> (дата обращения 16.05.2019).
10. Главный новостной портал Калининграда // Электр. дан. Режим доступа URL: http://klops.ru/news/2019-04-30/192752-v-litve-v-rayone-nidy-obmelel-kurshskiy-zaliv?utm_source=vk_klops_t (дата обращения 02.05.2019).

11. Ведущий новостной портал в Литве на русском языке // Электр. дан. Режим доступа URL: <https://ru.delfi.lt/news/live/v-kurshskom-zalive-fiksiruyut-anomalnoe-yavlenie-takogo-ne-videli-uzhe-mnogo-let.d?id=81046827#/> (дата обращения 02.05.2019).

EFFECT OF STORM SITUATIONS ON THE VARIABILITY OF WATER LEVEL IN THE CURONIAN LAGOON (BALTIC SEA) IN 2019

Churin Dmitriy Aleksandrovich, PhD in Geographical Sciences; Senior Researcher;
Stont Zhanna Ivanovna, PhD in Geographical Sciences; Senior Researcher;
Ulyanova Marina Olegovna, PhD in Geographical Sciences; Senior Researcher

Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia, e-mail: ocean_stont@mail.ru

The results of the analysis of the response of the level of the water surface of the Curonian Lagoon to meteorological conditions (atmospheric pressure, wind direction and speed) obtained from an ultrasonic tide-gauge and an autonomous weather station are presented. In January 2019, the gale north winds caused a rise in the water level of 60 cm in two days. In April 2019, there was an anomalous decrease in the water level and the shallowing of the bay associated with the winds from the southern component and the absence of precipitation during the month

Материалы конференции публикуются в авторской редакции в виде электронного издания с присвоением международного стандартного номера ISBN, зарегистрированного в каталоге «Российские электронные издания» НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР».

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

Тип компьютера, процессор, частота: Pentium 3, процессор с частотой не ниже 500 MHz.

Оперативная память (RAM): 64 Mb и более.

Необходимо на винчестере: 200 Mb.

Операционные системы: Microsoft Windows 98/Me/2000/XP/7.

Видеосистема: видеокарта 8 Mb памяти или лучше.

Акустическая система: звуковая карта (любая).

Дополнительное оборудование: CD привод 8x или лучше (рекомендуется 16x).

Дополнительные программные средства: ПО для просмотра файлов PDF.

Количество носителей – 1.

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019
ISBN 978-5-7481-0424-1

Подписано в печать 01.11.2019 г.

Объем издания – 18,8 МБ.

Количество носителей – 1.

Уч.-изд. л. – 51,0.

Записано на материальный носитель:

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»,

Издательство БГАРФ,

член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений

236029, Калининград, ул. Молодежная, 6,

тел. +7 (4012) 95-77-18,

тел./факс +7 (4012) 95-52-27,

e-mail: bga_izdatel@mail.ru

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ:
*материалы VII Международного Балтийского морского форума
7-12 сентября 2019 года.*

Том 1.

«Инновации в науке, образовании и предпринимательстве – 2019»,
XVII Международная научная конференция.

Том 2.

«Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии»,
VII Международная научная конференция.

Том 3.

«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»,
VII Международная научная конференция.

Том 4.

«Пищевая и морская биотехнология»,
VIII Международная научно-практическая конференция.

Том 5.

«Инновации в технологии продуктов здорового питания»,
VI Национальная научная конференция.

Том 6.

**«Прогрессивные технологии, машины и механизмы
в машиностроении и строительстве»,**
V Международная научная конференция;

«Инновации в профессиональном, общем и дополнительном образовании»,
V Международная научная конференция;

«Прогрессивные технологии на транспорте»,
Круглый стол;

«Инновационное предпринимательство – 2019»,
V Международная конференция.