

**Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, А. Э. Суслон, О. Е. Гончаренон,
К. А. Молчанова, Л. В. Савина, А. Б. Дельмухаметов, Д. С. Пьянов**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Калининград
Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ»
2015

УДК 639.3

Рецензенты:

профессор, доктор биологических наук, Заслуженный работник рыбного хозяйства РФ, заведующий кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», директор инновационного центра «Биоаквапарк» С. В. Пономарев
доктор биологических наук, член-корреспондент РАЕН А. Ю. Киселев

Авторы:

Е. И. Хрусталеv, Т. М. Курапова, А. Э. Суслов,
О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова, Л. В. Савина, А. Б. Дельмухаметов,
Д. С. Пьянов

Биологические и технологические основы пастбищной аквакультуры в Калининградской области / Е. И. Хрусталеv [и др.] – Калининград: Издательство ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. – 398 с.

ISBN 978-5-94826-446-2

В монографии обобщены материалы научной литературы и результаты собственных работ, учитываемые при организации рыбоводного процесса, связанного с пастбищным нагулом. Дана оценка экологическим особенностям разнотипных водоемов и определены приёмная ёмкость их экосистем в зарыбляемой молоди и ожидаемая величина промыслового возврата. Рассмотрены технологические аспекты выращивания посадочного материала.

Книга предназначена для специалистов, работающих в сфере рыбного хозяйства и охраны окружающей среды, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Ил. 111, табл. 101, список лит. – 178 наименований

УДК 639.3

ISBN 978-5-94826-446-2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», 2015 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА В ВОДОЕМАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ	5
1. ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА.....	14
1.А. СВОЙСТВА ЩУКИ	14
1.Б. СВОЙСТВА НАЛИМА.....	33
1.В. СВОЙСТВА СТЕРЛЯДИ	43
1.Г. СВОЙСТВА РЫБЦА.....	52
1.Д. СВОЙСТВА ЛИНЯ.....	63
1.Е. СВОЙСТВА ЛЕЩА	84
1.Ж. СВОЙСТВА БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА	88
1.З. СВОЙСТВА БЕЛОГО АМУРА.....	90
1.И. СВОЙСТВА СУДАКА	94
1.К. СВОЙСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ.....	108
1.Л. СВОЙСТВА ЕВРОПЕЙСКОГО УГРЯ	111
1.М. СВОЙСТВА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ	128
2. ОЦЕНКА ПРИЕМНОЙ ЕМКОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ВО ВСЕЛЯЕМОЙ МОЛОДИ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ.....	130
2.1. Характеристика экосистемы Куршского залива	130
2.2. Вероятная область расселения, примерные сроки увеличения численности до размеров промысловой популяции.....	139
2.3. Приемная емкость экосистемы Куршского залива.....	154
2.4. Характеристика экосистемы Калининградского (Вислинского) залива.....	177
2.5. Вероятная область расселения, примерные сроки увеличения численности до размеров промысловой популяции.....	185
2.6. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива и возможный промысловый возврат	192
3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ОБЪЕКТОВ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	201
3.1. Предприятие по искусственному воспроизводству щуки.....	201
3.2. Предприятие по искусственному воспроизводству налима.....	213
3.3. Предприятие по искусственному воспроизводству стерляди.....	218
3.4. Предприятие по искусственному воспроизводству рыба	228
3.5. Предприятие по искусственному воспроизводству линя, леща, серебряного карася	242
3.6. Предприятия по искусственному воспроизводству белого толстолобика и белого амура.....	248
3.7. Предприятие по искусственному воспроизводству судака.....	253
3.8. Предприятие по искусственному воспроизводству радужной форели.....	260
3.9. Предприятие по искусственному воспроизводству угря	264
3.10. Применение теплонасосных установок для термоподготовки воды в замкнутых системах аквакультуры.....	266
4. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ.....	288
А. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЩУКИ.....	288
4.1. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике.....	288
4.2. Сроки заготовки производителей.....	288
4.3. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры	289
4.4. Биотехника выращивания молоди щуки.....	292
4.5. Выпуск молоди	294
Б. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НАЛИМА	299
4.6. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике	299
4.7. Сроки заготовки производителей налима.....	299
4.8. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры	300
4.9. Биотехника выращивания молоди налима	304
4.10. Выпуск молоди налима	307
В. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ.....	308
4.11. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике.....	308
4.12. Сроки заготовки производителей стерляди.....	308

4.13. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры.....	309
4.14. Биотехника выращивания молоди стерляди	312
4.15. Выпуск молоди стерляди	316
Г. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБЦА.....	318
4.16. Биологические требования рыба к качеству воды в водоемнике.....	318
4.17. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей.....	318
4.18. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры.....	319
4.19. Выпуск молоди рыба	329
Д. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛИНЯ.....	331
4.20. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	331
4.21. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей.....	331
4.22. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры	332
4.23. Биотехника выращивания молоди линя.....	334
4.24. Выпуск молоди линя	341
Е. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕЩА	343
4.25. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике.....	343
4.26. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей леща	343
4.27. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры	344
4.28. Биотехника выращивания молоди леща	345
4.29. Выпуск молоди леща.....	348
Ж. 3. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА И БЕЛОГО АМУРА	349
4.30. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	349
4.31. Биотехника выращивания молоди растительноядных рыб.....	349
4.32. Выпуск молоди растительноядных рыб	352
И. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СУДАКА	354
4.33. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	354
4.34. Сроки заготовки и преднерестовое содержание производителей судака.....	354
4.35. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры	355
4.36. Биотехника выращивания молоди судака	357
4.37. Выпуск молоди судака	360
К. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ.....	361
4.38. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	361
4.39. Сроки заготовки производителей радужной форели.....	361
4.40. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры радужной форели	364
4.41. Биотехника выращивания молоди радужной форели.....	365
4.42. Выпуск молоди радужной форели	369
Л. БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА УГРЯ.....	370
4.43. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	370
4.44. Сроки завоза стекловидной личинки угря.....	370
4.45. Биотехника выращивания молоди угря	370
4.46. Выпуск молоди угря.....	375
М. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ.....	377
4.47. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике	377
4.48. Сроки заготовки производителей серебряного карася.....	377
4.49. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры	378
4.50. Биотехника выращивания молоди серебряного карася.....	379
4.51. Выпуск молоди серебряного карася.....	382
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	383
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	385

ВВЕДЕНИЕ.
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ
ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА
В ВОДОЕМАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Применяемые меры регулирования промысла в Куршском заливе позволяли вылавливать в среднегодовом исчислении от 3,9 до 6,2 тыс. т ценных промысловых видов рыб за период с 1949 по 2000 г. (табл. 1), в пределах российской территории залива с 1991 по 2014 гг. – от 1,9 до 2,5 тыс. т.

Таблица 1

Среднегодовой вылов рыб в Куршском заливе (тыс. т) [1]

Показатель	Периоды						
	1949– 1957	1958– 1967	1968– 1977	1978– 1987	1988– 2000	2001– 2009	2010– 2014
Среднегодовой вылов	6,2	4,5	4,6	5,2	3,9	2,2*	2,5*

* – по российской части залива

С 1988 г. по настоящее время среднегодовой вылов рыб в заливе несколько уменьшился, прежде всего, за счет сильной депрессии популяции снетка, доля которого в уловах до 1984 г. в отдельные годы доходила до 45 % от общего вылова рыбы [1]. При этом четко просматривалась смена урожайных и неурожайных поколений снетка, что характерно для коротко-циклических видов рыб, но в целом по десятилетиям отмечалась средняя динамика численности промысловой популяции снетка.

Выраженные колебания в объемах улова за период 1947 – 2000 гг. были свойственны и другим видам рыб (рис. 1 и 2) [1].

В то же время антропогенное воздействие на экосистему Куршского залива и р. Неман, изменения в природо-климатических условиях, в экологии некоторых видов рыб в пределах всего ареала проявились в стойком снижении численности популяций наиболее ценных промысловых рыб. Так, среднегодовые уловы угря, отмечаемые на уровне 200 – 400 т в период с 1955 по 1977 г., сократились в последние десятилетия в российской части залива до одной тонны, рыба – с 50 – 250 т до сотен килограммов, налима – с 50 – 70 до 10 – 12 т, щуки со 120 – 150 до 4 – 7 т.

Неоднозначно следует воспринимать динамику уловов ерша в период 2001 – 2014 гг. Резкое снижение показателя объективно связано со снижением спроса на эту рыбу на потребительском рынке. Глубокая депрессия популяции снетка в заливе, наступившая к концу 80-х годов прошлого столетия, привела к ликвидации производства, где ерш в варено-сушеном виде занимал заметное место. Кризис в 90-е годы – первое десятилетие настоящего века в звероводстве, птицеводстве, животноводстве также привел к сокращению спроса на ерша, включаемого в состав кормов для животных объектов. Поэтому говорить о реальном состоянии популяции ерша в заливе, опираясь на статистические данные, нецелесообразно.

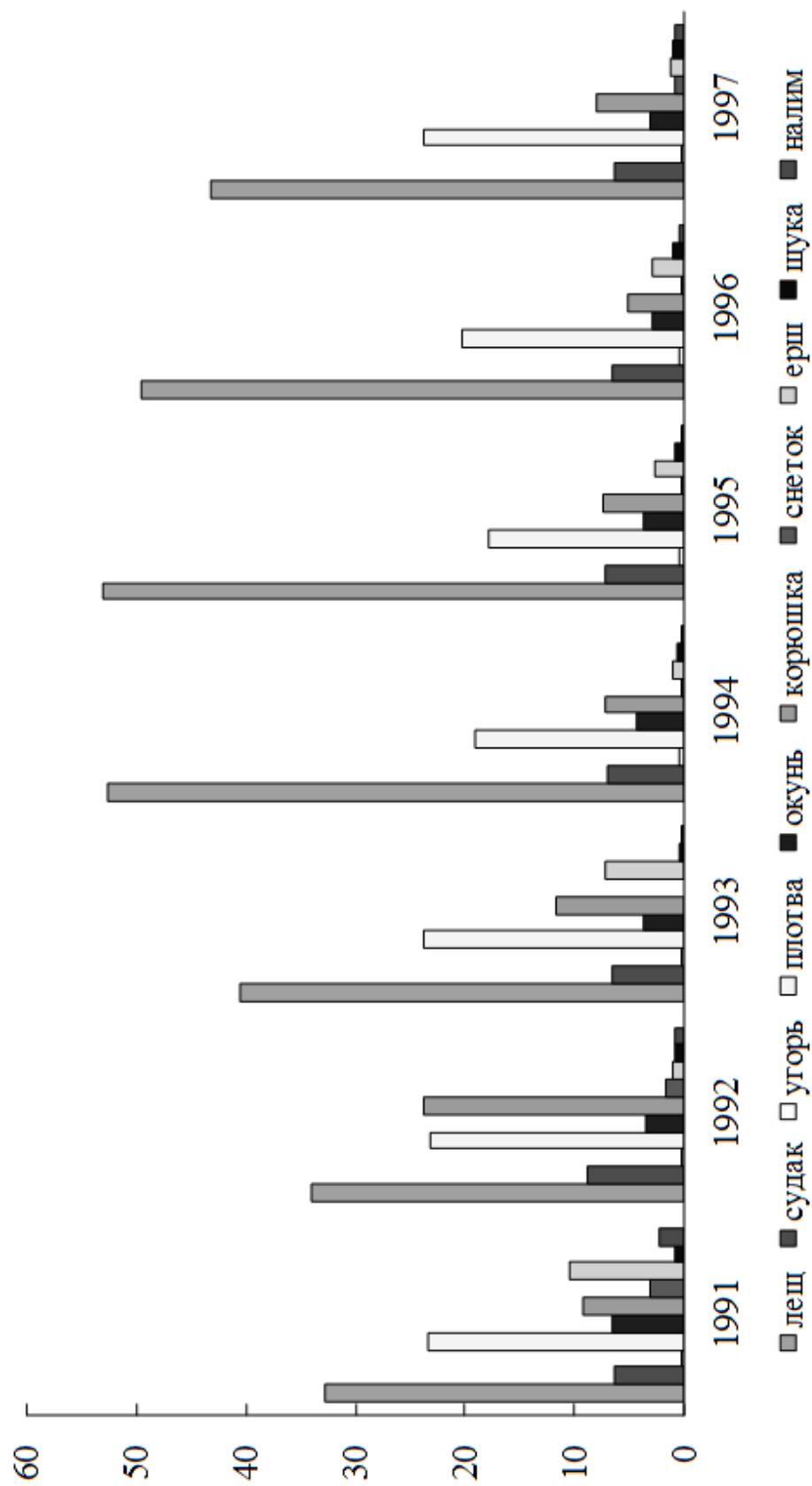


Рис. 1. Динамика уловов основных промысловых видов рыб в 1991-1997 гг., % к общему вылову

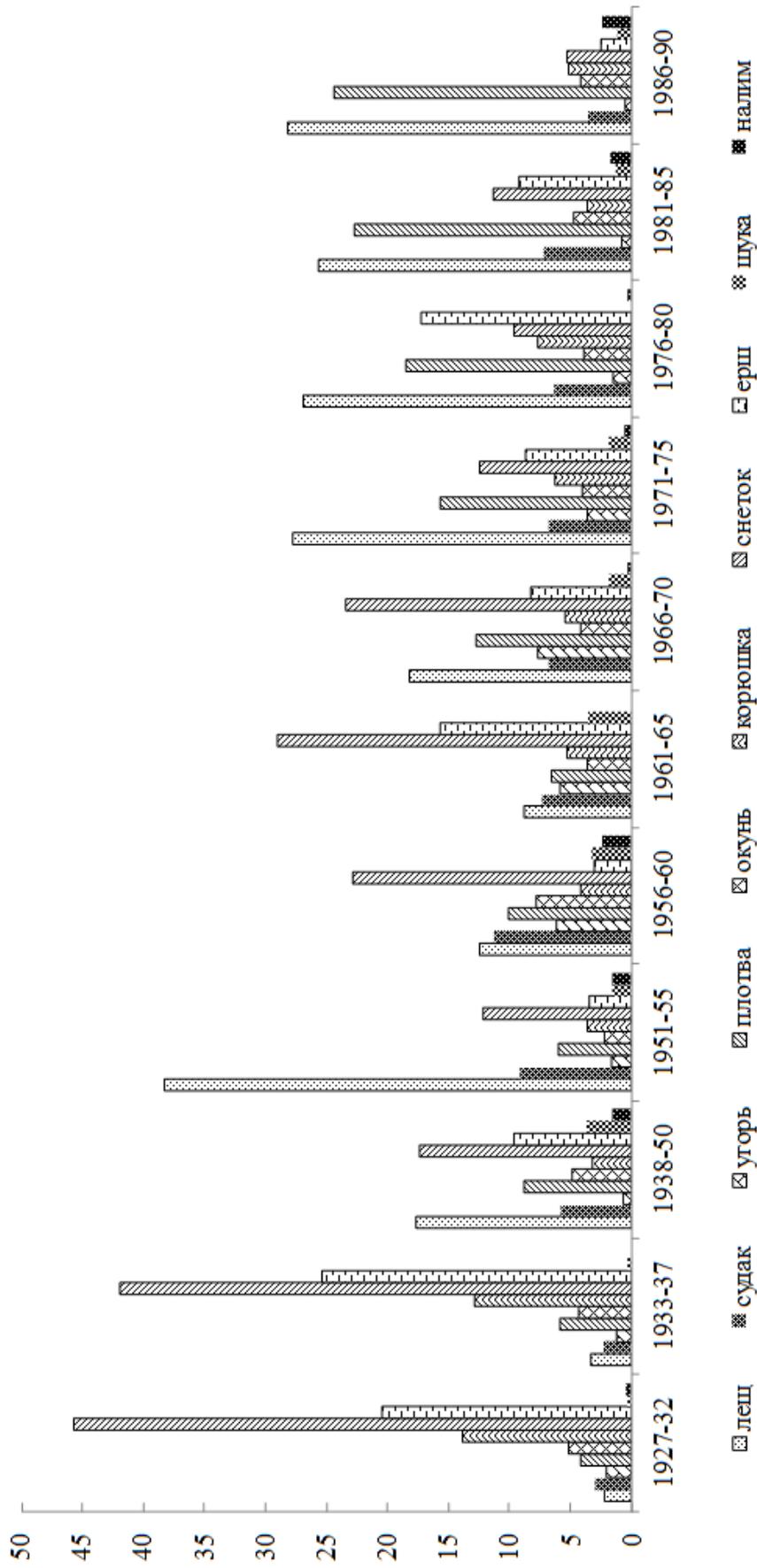


Рис. 2. Динамика уловов основных промысловых видов рыб с 1927 по 1990 г., % к общему вылову

Во все десятилетия регулируемого промысла, вплоть до начала настоящего века, имела место динамика снижения уловов хищных видов рыб: судака, щуки, налима (рис. 3).

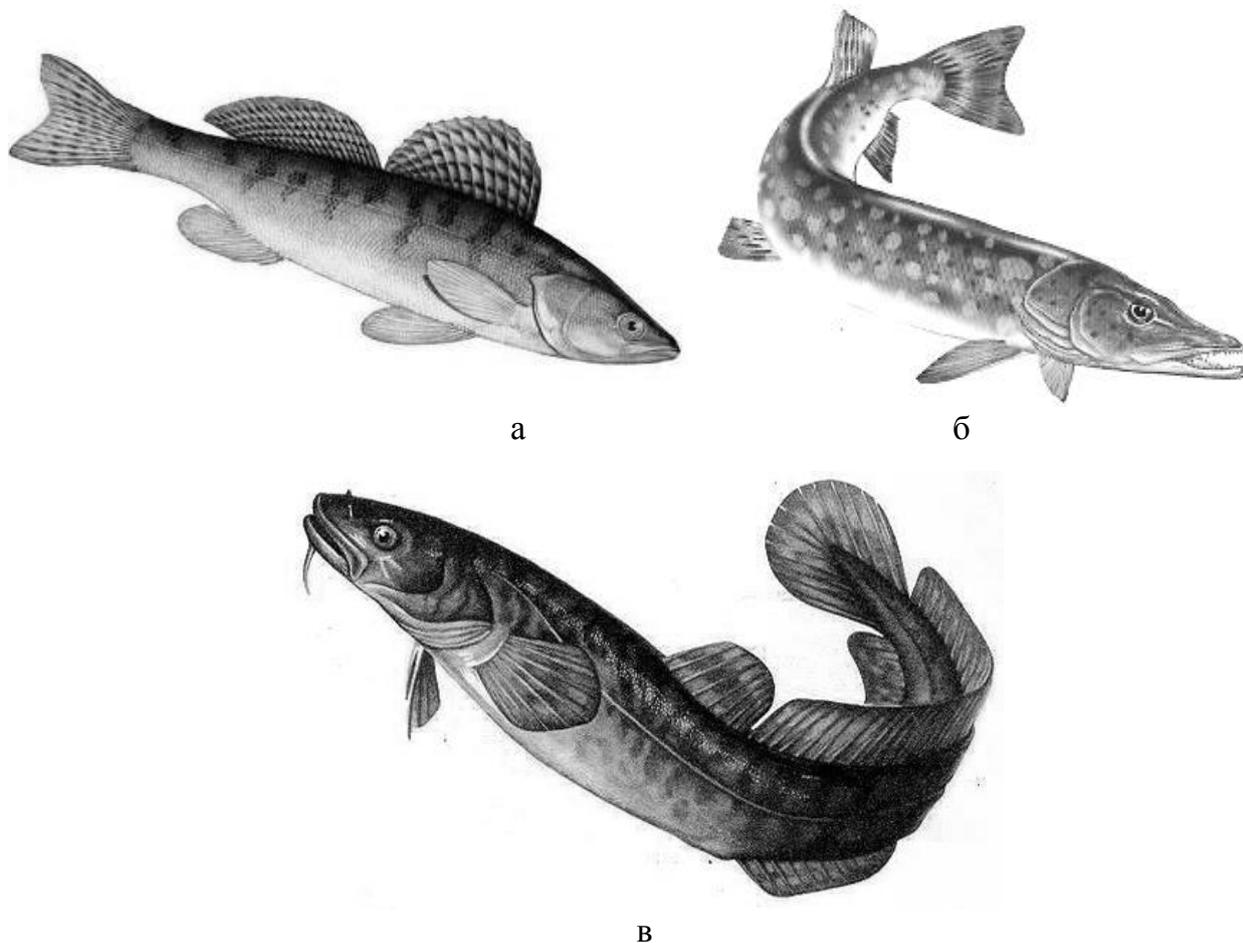


Рис. 3. а – судак, б – щука, в – налим

В современный период (2001 – 2014 гг.) добыча судака стабилизировалась на высоком уровне и составила в общем улове 9,5 – 10 %. Несколько поднялась доля налима (с 0,1 – 0,2 до 0,5 %). На самом низком за весь период наблюдений уровне (0,3 % от общего улова) была добыча щуки. Еще один хищный объект, который постоянно регистрировался в уловах, – жерех, но, эффективно дополняя судака в качестве пелагического хищника, выедая более размерных рыб, которых из-за узкой глотки не может поедать судак, он имеет крайне ограниченный в бассейне Куршского залива нерестовый ареал и высокий пресс хищников на молодь в весенний период, что объясняет относительно небольшие размеры его популяции и заметные колебания численности генераций. Подтверждением сказанному служат данные табл. 2.

Несколько повышает «работу» комплекса хищных рыб факультативный хищник – чехонь, но в условиях имеющей место в последние 15 – 20 лет сильной депрессии снетка, традиционной пищи пелагических хищников, она выступает конкурентом в питании, прежде всего судака, тем более что по численности промысловой популяции приблизилась к нему.

Доля основных объектов промысла в уловах, % [2, 3]

Объекты вылова	Периоды						
	1947– 1957	1958– 1967	1968– 1977	1978– 1987	1988– 2000	2001– 2009	2010– 2014
Лещ	26,0	11,2	25,6	26,0	30,0	44,7	42,1
Судак	8,2	8,7	7,0	6,3	5,5	10,0	9,5
Окунь	3,5	5,6	4,1	4,1	4,6	2,8	5,8
Чехонь	–	3,7	6,0	4,1	4,1	15,2	10,8
Плотва	7,5	9,0	15,4	23,0	20,4	17,3	18,5
Снеток	23,0	24,6	15,6	10,6	1,8	0,45	0,3
Корюшка	2,9	6,5	6,7	3,8	10,2	4,5	5,0
Ерш	3,1	11,0	7,0	11,7	11,2	1,4	0,3
Щука	3,0	3,6	1,7	1,1	0,9	0,5	0,3
Налим	–	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5	0,5
Прочие	22,8	16,0	10,7	9,2	11,1	2,65	6,9

Налим, в соответствии со своей биологией, активно хищничает при температуре воды ниже 12 °С. Когда температура воды выше, он малоактивен, залегает в ямы, наличие которых подтверждается для некоторых зон Куршского залива. В то же время, учитывая то, что в Куршском заливе летом отмечается гомотермия во всей толще воды, следует признать, что условия обитания здесь налима в данный период самые неблагоприятные. Это позволяет предположить, что при повышении температуры воды он мигрирует в глубокие и более прохладные воды р. Неман или в прибрежную часть Балтийского моря. В связи с зарегулированием р. Неман в 60-х годах прошлого века у налима, очевидно, ухудшились и условия нереста.

Вероятно, все это в совокупности сказывается на ограниченной численности популяции налима в бассейне Куршского залива. Хотя, как отмечено выше, в настоящее время среднегодовые уловы его стабилизировались, однако рекордных, как это имело место в 50 – 70-е годы (до 50 – 70 т в отдельные годы), в последние 30 лет не наблюдалось даже в половинном приближении. Анализируя данные табл. 1 и 2, а также рис. 1 и 2, следует учитывать, что в основу данных за советский период промысла положены общие для всего залива, а после 1991 г. – только по российской части залива. Соответственно, это внесло определенные коррективы в структуру и состав промысла.

Так как Куршский залив относительно мелководен (средняя глубина 3,7 м), одним из наиболее эффективных хищников в нем является щука, осваивающая в жизненном цикле все биотопы, представленные в этом водоеме. В первые 2 – 3 года жизни она обитает в прибрежных мелководных зонах, распространяющихся от береговой линии на сотни метров. В старшем возрасте щука предпочитает держаться в более глубоких местах. Поэтому можно сказать, что щука в заливе всегда есть там, где отмечены скопления плотвы, окуня, ерша, густеры, карася и других рыб, относящихся к группе «малоценных», к тому же

составляющих конкуренцию в питании, прежде всего, лещу (рис. 4), самому массовому и одному из наиболее ценных объектов промысла.

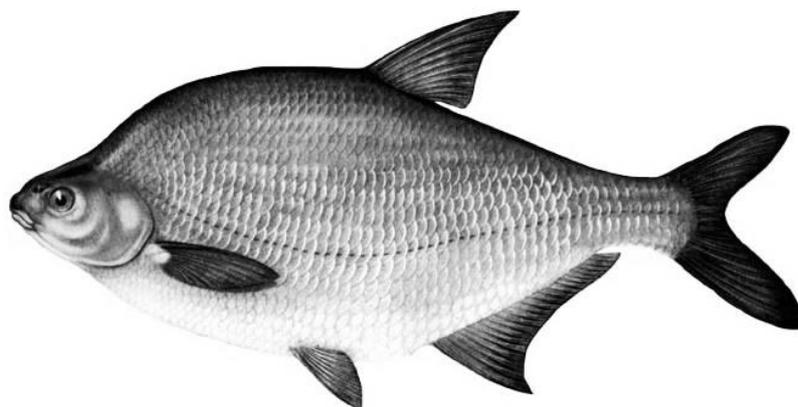


Рис. 4. Лещ

Рыбец является одним из самых ценных видов рыб, а следовательно, оказывает большее влияние на экономику промысла объектов ихтиофауны (рис. 5). Однако длительная депрессия его популяции из-за нарушения нерестового биотопа в результате зарегулирования р. Неман (Нямунас) в 60-х годах прошлого столетия в российской части Куршского залива вывела его в разряд объектов прилова. В литовской части залива уловы рыба достигли к настоящему времени 60 – 100 т, но значительного прироста их ожидать не стоит из-за ограниченности нерестового биотопа. Следует признать, что кормовые ресурсы Куршского залива, с учетом биологии развития рыба, в первые три года его жизни позволяют обеспечить пищей значительно большие по урожайности поколения.

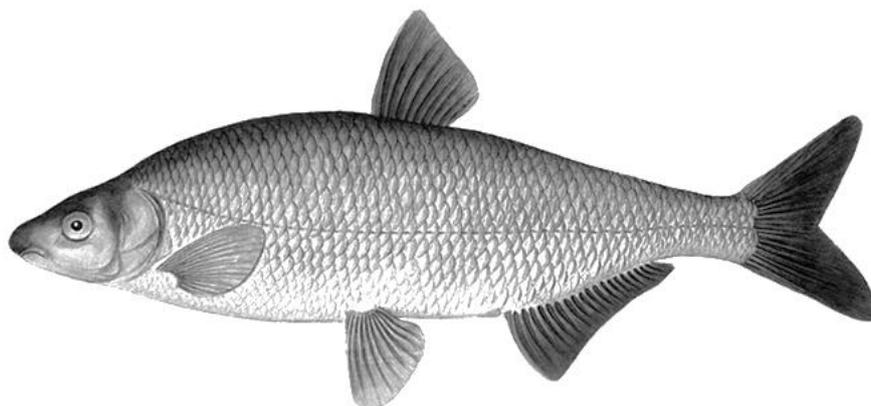


Рис. 5. Рыбец

Желательным должно быть присутствие в экосистеме залива рыб, обладающих ценными пищевыми свойствами и способных воздействовать в качестве биологических мелиораторов на различные секторы, наиболее подверженные эвтрофикации. В этом плане наибольший интерес представляет линь, который в силу морфологических и этологических особенностей способен осваи-

вать те участки водоемов, которые недоступны, например, наиболее массовому объекту промысла и эффективному, с точки зрения оказываемого мелиоративного эффекта на зону дна, бентофагу – лещу. Однако, несмотря на массовость леща, в составе уловов преобладает мелкий «белый», доля же крупного «красного» и «черного» леща существенно меньше. В основе этого лежат не только избирательность отлова рыб, сложившаяся структура популяций, присущая им экология, но и различная степень напряженности условий в период нереста и развития потомства.

Наиболее существенный пресс эвтрофикации залива исходит со стороны первичной продукции. Особенности химизма воды, существенное преобладание в ней фосфора способствуют доминированию в летний период в фитопланктоне сине-зеленых водорослей, которые малодоступны как пища для гидробионтов – фитофагов. Массовое присутствие в планктоне сине-зеленых водорослей усугубляется выделением ими опасных, особенно для молоди, токсинов. Поэтому введение в состав ихтиофауны типичного фитопланктофага – белого толстолобика, питающегося в том числе этими водорослями, способно снизить процесс развития фитопланктона до уровня, реально уменьшающего интенсивность эвтрофикации водоема, и оздоровить экологическую ситуацию в бассейнах трансграничных водоемов.

Макрофиты, в связи с идущими процессами эвтрофикации, получают чрезмерное развитие. Это ощутимо влияет на размеры полезной площади нагула наиболее массовых промысловых видов рыб (лещ, судак, густера и др.). Поэтому введение белого амура – типичного макрофитофага в состав ихтиофауны способно ограничить процесс зарастаемости водоемов и сохранить их рыбохозяйственное значение (рис. 6).

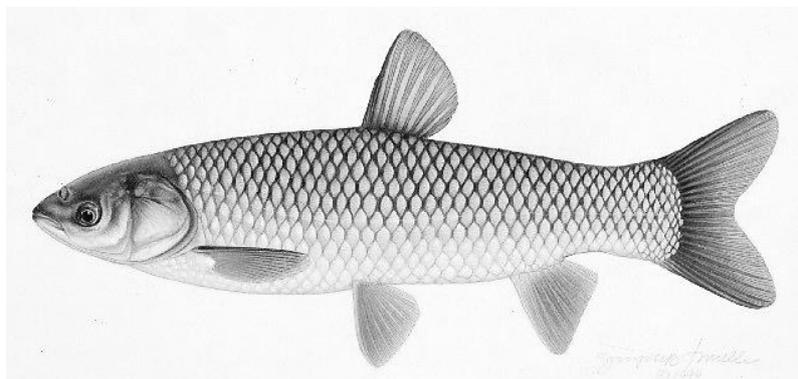


Рис. 6. Белый амур

Следует отметить, что вселение белого толстолобика и белого амура в Куршский залив не окажет влияния на состояние биотопов обитания в этом водоеме других рыб, ввиду специфики питания и неспособности к естественному размножению.

Не менее важно и то, что в условиях выраженной депрессии популяций наиболее ценных объектов промысла (угря, сига, рыбца, налима, сома, щуки) следует обеспечить не только увеличение численности, но и улучшение ка-

чественного состава ихтиофауны, обратив внимание на такие объекты, которые исторически присутствовали в бассейнах трансграничных водоемов, но не смогли по ряду причин сформировать численно значимые популяции, обладающие при этом такой биологической потенцией, дополняемой ценными потребительскими качествами, которая позволяет ожидать быстрого их вхождения в состав экономически значимых объектов промысла. Этими качествами обладает стерлядь – один из наиболее освоенных в режиме искусственного воспроизводства объектов, что существенно облегчает получение посадочного материала для зарыбления рыбохозяйственных водоемов (рис. 7).

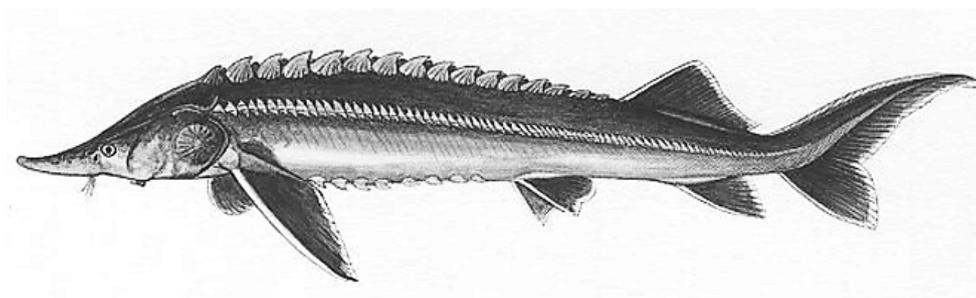


Рис. 7. Стерлядь

В Калининградском заливе особо остро депрессия в уловах проявилась по угрю, уловы которого со 120 – 150 т в 70 – 80-е годы снизились до уровня ниже 5 т к 2014 г. Это со всей очевидностью прослеживается по данным табл. 3. Одним из ценных, но малочисленных в заливе объектом промысла является щука, годовые уловы которой колеблются от 0,15 до 0,7 т. Очевидным представляется, что одной из причин этого является крайне ограниченный нерестовый биотоп.

Таблица 3

**Вылов рыбы в российской части Вислинского залива
в период 2002-2013 гг., т [4]**

Виды рыб	Общий вылов рыбы											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Лещ	287,7	224,8	110,2	196,0	239,4	242,8	196,4	176,1	273,4	282,3	272,2	280,6
Судак	161,6	97,5	93,2	112,7	151,1	124,9	118,0	90,1	135,0	143,2	133,8	140,7
Угорь	48,2	48,1	39,3	49,2	53,7	35,8	15,4	9,1	15,5	7,9	4,8	4,4
Чехонь	82,5	85,7	46,7	88,9	69,5	74,2	65,0	51,2	68,2	71,8	64,5	58,1
Плотва	61,5	75,3	53,6	78,6	83,7	72,0	53,8	48,7	72,8	80,8	74,1	80,8
Окунь	9,3	7,6	7,2	12,7	11,2	10,0	9,2	23,3	30,6	42,7	31,5	25,5

Калининградский залив, в отличие от Куршского, не достиг уровня гипертрофности. Однако признаки высокой и всевозрастающей эвтрофикации налицо. Поэтому целесообразным, на наш взгляд, является «упреждающее» вселение в залив белого толстолобика (рис. 8) и белого амура.

Потенциал искусственного воспроизводства ценных видов рыб реально использовать для развития рекреационного рыболовства на малых водоемах Калининградской области.

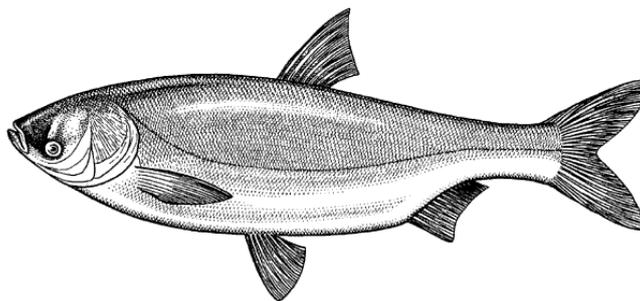


Рис. 8. Белый толстолобик

Среди потенциально привлекательных объектов следует рассматривать судака, щуку, угря, а также радужную форель и серебряного карася (рис. 9). Последний до середины XXI в. увеличивал численность промысловой популяции (уловы достигли 50 – 70 т, однако к настоящему времени резко снизились). Высокие размерные характеристики (масса в уловах от 500 – 600 до 2000 г), вкусовые особенности сделали его привлекательным объектом на потребительском рынке.

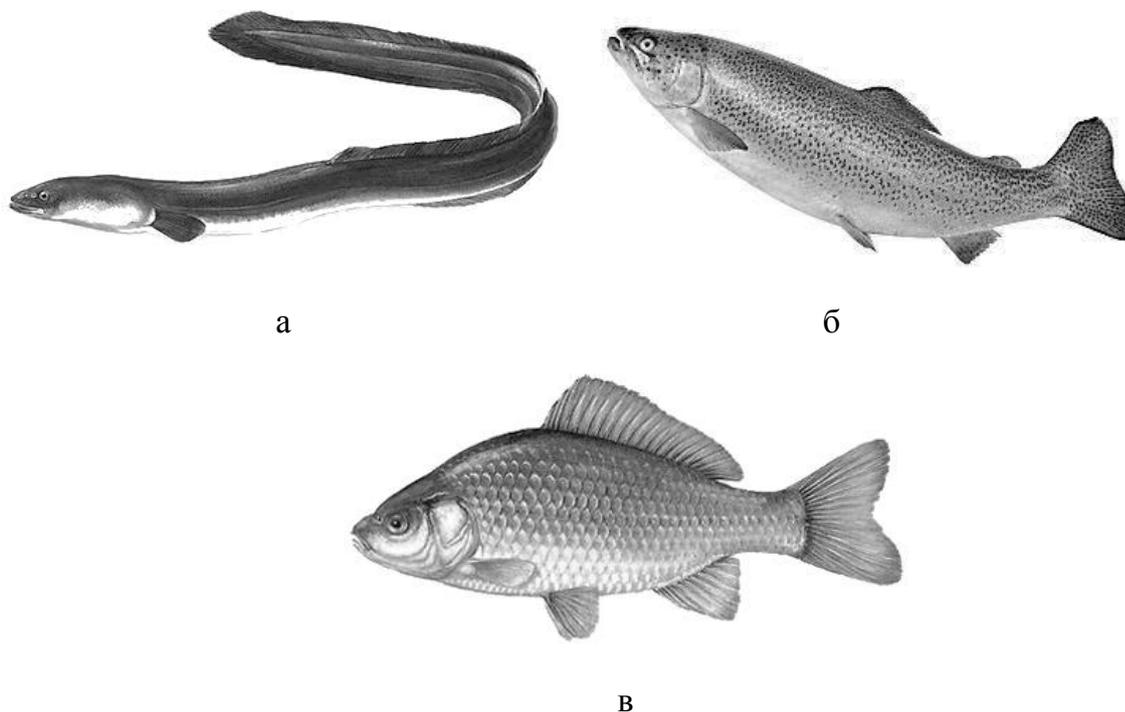


Рис. 9. а – угорь, б – радужная форель, в – серебряный карась

В настоящей работе мы попытались дать оценку состояния промысловых популяций ценных и перспективных для искусственного воспроизводства видов рыб, экосистем двух заливов, рассчитать приемную емкость их по вселяемой молодежи рыб, а также обосновать технологические параметры процесса искусственного воспроизводства.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

1.А. СВОЙСТВА ЩУКИ

Являясь типичным хищником, со свойственными ему биологическими и поведенческими особенностями, щука занимает особое положение в экосистеме Куршского залива. Выраженная поступательная динамика снижения вылова щуки в заливе в период с 70-х годов по настоящее время соответствует состоянию нерестового биотопа и близка к той ситуации, которая имела место в довоенный период, когда среднегодовой улов щуки составлял 25 т. В 1998 – 2001 гг. средний вылов щуки в заливе приблизился именно к этой величине (табл. 2). А ко второму десятилетию настоящего века – 8 – 10 т [3].

Как отмечают многие авторы, щуку в водоеме надо рассматривать как важный и ценный объект промысла. Так, в некоторых озерах Белоруссии её доля в уловах может достигать 30 – 35 %, и она становится вторым по значимости, как правило, после леща или плотвы, объектом промышленного лова [5, 6].

Однако не менее важна роль щуки и как биологического мелиоратора. Она в основном поедает малоценных рыб (плотва, ерш, окунь, густера, карась и др.), которые являются конкурентами в питании лещу, основному объекту промысла в Куршском заливе, а при организации работ по восстановлению популяции угря в заливе роль щуки как биологического мелиоратора многократно возрастает. Кроме того, она выедает также больную и ослабленную рыбу, что благоприятно сказывается на здоровье популяций рыб.

Биологическая целесообразность зарыбления Куршского залива щукой подтверждена результатами исследований, проведенных в 1970 – х годах Л. К. Самохваловой [7]. К этому времени, как видно из данных табл. 2, доля щуки в промысле существенно снизилась (практически в два раза), а к настоящему времени – упала еще в два раза. Как результат доля плотвы в уловах возросла до 20 – 23 % к концу прошлого века, ерша – до 11 – 12 %, окуня – 4 – 5 %. В совокупности процент рыб-конкурентов леща в уловах составлял до 40 и более, а в период 1947 – 1967 гг., когда щука в общем улове давала 3 – 3,6%, на долю этих рыб приходилось 14 – 25% (табл. 2).

Подтверждением динамичности процессов, происходящих в популяциях рыб в Куршском заливе, служат данные табл. 2 за полтора десятилетия настоящего века. Так, снижение уловов окуня в первое десятилетие компенсировалось их удвоением в период 2011 – 2014 гг. В первое десятилетие существенно, почти в 4 раза, возросли уловы чехони, однако в период 2011 – 2014 гг. отмечена тенденция их снижения. По сравнению с периодом (с 1978 по 2000 гг.) прошлого века произошло некоторое (на 2 – 3 %) уменьшение уловов плотвы. Наибольшая стабильность в уловах на всем фиксируемом в настоящем исследовании периоде принадлежит лещу и судаку.

Целесообразность зарыбления щукой бассейна Куршского залива обоснована и с позиции, учитывающей существенное изменение гидрологического режима нерестовых рек по причине зарегулирования в 60-е годы р. Неман, а так-

же восстановления гидротехнических сооружений на польдерах. Все это в совокупности негативно сказалось на условиях нереста щуки, сокращении нерестового биотопа и привело к резкому снижению численности популяции.

Хозяйственная целесообразность зарыбления бассейна Куршского залива щукой видится, прежде всего, в том, что каждый килограмм добытой щуки по стоимости замещает три-четыре килограмма «малоценной» рыбы, которой она питается. Щука является крайне востребованной на европейском рынке, что позволяет рассматривать ее как экспортный товар и увеличивает ее стоимость в 2 – 3 раза. Щуку можно подвергать различным режимам переработки (кулинария, филе, копчение, консервирование и т.д.), что существенно расширяет возможности для ее реализации. Она является ценнейшим объектом любительского и рекреационного рыболовства.

Промысловое значение щуки было ранее показано на примере Белоруссии, но во многих водоемах севера России щука выступает как основной объект промысла, особенно в водоемах севера европейской части России и Сибири [8,9]. В Куршском заливе доля ее улова в отдельные годы в период 1947 – 1967 гг. доходила до 5,9 %, а в весовом выражении – до 200 т, что в современных условиях в стоимостном выражении было бы равноценно вылову 600 т плотвы, т.е. всему среднегодовому объему промышленной квоты, выдаваемой на ее отлов в заливе.

В Калининградском заливе, как отмечалось, уловы щуки не превышают 0,5 – 0,75 т в год. Причина этого видится не только в особенностях гидрологического режима и менее развитой зоны прибрежной растительности, особенно важной для щуки в первые 2 – 3 года жизни. Несравненно меньшая по приемной емкости потенциальная зона нерестилищ щуки по сравнению с существующей в Куршском заливе. Очевидно, это объясняет малую численность популяции щуки в Калининградской области, не согласующуюся с её размерами. Вероятно, пополнение ее численности, а значит, промыслового запаса, станет возможным в результате искусственного воспроизводства.

Щука имеет большое значение для регионального любительского и рекреационного рыболовства на малых внутренних водоемах (озера, пруды, реки, водохранилища). Большинство из них с высокой степенью эвтрофикации, что благоприятно для этого вида рыбы. Поэтому щуку можно встретить в большинстве водоемов на всей территории области. Общая площадь озер, отвечающих биологическим требованиям щуки, составляет не менее 2 – 2,5 тыс. га [10]. Общая средняя рыбопродуктивность таких озер по вылавливаемой рыбе может быть до 20 – 30 кг/га. С учетом возможной доли щуки в уловах до 5 – 10 % вероятный улов любительского и рекреационного рыболовства может составить не менее 5 т/год. В прудах общей площадью около 300 га при выращивании щуки в качестве добавочного объекта рыбопродуктивность по этому виду рыбы может быть 30 – 50 кг/га (до 100 кг/га при целенаправленности формирования кормовой базы). Суммарно вылов щуки может составить 10 – 15 т. При средней рыбопродуктивности равнинных рек области 10 – 15 кг/га и доле щуки в уловах 4 – 5 % общий вылов на площади около 18 тыс. га составит около 10 т.

Приведенные расчеты показывают, что суммарный потенциал малых внутренних водоемов области по вылову щуки составляет не менее 25 – 30 т, что выше современного вылова её в двух заливах на суммарной акватории 170 тыс. га [10].

Искусственное воспроизводство щуки в бассейне Куршского залива обосновывается, прежде всего, тем, что в настоящее время потеряно по сравнению с 40 – 60-ми годами XX столетия более 50 % площадей естественных нерестилищ [7–9]. Эти площади имеют отношение в основном к польдерам, которые после введения их в хозяйственный оборот или стали недоступны для прохода на них производителей, или же работа их гидротехнических сооружений мешает прошедшим с большой водой на нерест производителям и их потомству вернуться в русловые потоки и залив [9]. Второй причиной снижения эффективности естественного нереста являются нестабильность гидрологического режима из-за зарегулирования р. Неман и связанные с этим ситуации или малого половодья, а следовательно, сокращения площади нерестилищ, или преждевременного осушения их, приводящие к гибели икры и личинок щуки.

Поэтому реальной альтернативой потерянным нерестилищам на польдерах, а также нестабильно функционирующим в зависимости от гидрологического режима в период половодья естественным нерестилищам в сложившемся нерестовом биотопе должно стать искусственное воспроизводство щуки, пополняющее ее популяцию в бассейне Куршского залива выдержанными или подращенными личинками. Результатом этой работы будет возрастание уловов щуки, как минимум, на величину расчетного промвозврата. При введении ограниченного периода полного запрета на лов щуки в бассейне залива общая численность популяции её может возрасти до размера, когда промысловая численность обеспечит уловы на уровне, ранее отмечаемом, с соотношением щуки и предпочитаемых ею рыб-жертв 1:5 – 10.

О целесообразности искусственного воспроизводства щуки в Калининградском заливе ранее сказано. Основным водным объектом для гарантированного отлова производителей щуки в период нерестового хода должна стать р. Прохладная, пойменная зона которой в период весеннего половодья становится основным нерестилищем щуки, мигрирующей из залива.

При массовом охвате любительским и рекреационным рыболовством малых внутренних водоемов Калининградской области и интенсивном изъятии преимущественно половозрелой щуки очевидной представляется целесообразность искусственного её воспроизводства. Это может осуществиться на базе небольших инкубационных цехов.

Таким образом, присутствие щуки в водоемах должно быть в таком количестве, при котором проявляется наибольший мелиоративный эффект, выражающийся в регулировании структуры популяций рыб, представленных в ихтиофауне, прежде всего в направлении увеличения численности промысловых популяций ценных видов. При этом следует учитывать, что щука, являясь ценным видом промысловых рыб (жирность мяса круглый год не более 1 – 1,5 %), имеет высокую потребительскую ценность и стоимость.

1.1. Биологическая и экологическая характеристика щуки

1.1.1. Систематическое положение щуки

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Actinopterygii

Надотряд Clupeomorpha

Отряд Salmoniformes

Подотряд Esocoidei

Семейство Esocidae

Род Esox

Вид *E. Lucius*, L – щука обыкновенная [11] (рис. 10)

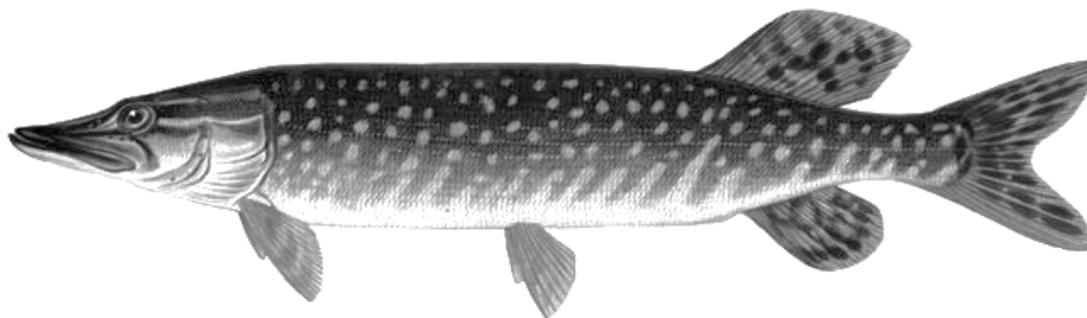


Рис. 10. *Esox lucius* – щука [12]

1.1.2. Общая биологическая характеристика щуки

Обыкновенная щука – *Esox lucius* L. распространена почти во всех водоемах Европы, Сибири, в бассейне Аральского моря и Северной Америке.

В водоемах России встречается практически повсеместно [11, 12]. Щука распространена в бассейне Северного Ледовитого океана, Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского, Северной части Берингова морей [11, 12]. Таким образом, можно признать, что у щуки обыкновенной один из самых обширных ареалов из всех известных пресноводных рыб на территории России.

Щука – туводная рыба. Наиболее благоприятными для нее являются пойменные водоемы (протоки, старицы), эвтрофные озера и равнинные реки. Щука избегает быстротекущих и каменистых рек, предпочитая спокойные течения. Особи обычно держатся обособленно в зарослях подводной растительности в прибрежной зоне. В открытой части, на глубинах, в ямах и под крутоярами обитают лишь крупные особи старших возрастов [5].

Щука является одним из самых быстрорастущих представителей хищных рыб ихтиофауны России. Так, в благоприятных условиях сеголетки щуки могут достигать массы 300 – 1000 г, в то время как сеголетки судака – 100 – 150 г, жереха – 30 – 70, налима 30 – 50 г. Лишь европейский сом сопоставим со щукой по темпу роста [13-18].

В условиях относительно негативных гидрологических и гидробиологических условий среды средний темп роста щуки можно представить следующим рядом: сеголетки – 30–100 г, двухлетки – 200 – 400, трехлетки 700 – 1200 г [14,15,17–19].

В некоторых сообщениях о росте щуки в Куршском заливе приводят следующие данные: годовики в апреле имели массу 15 г, двухгодовики – 170, трехгодовики – 350, четырехгодовики – 670 г [5, 20].

В сочетании с ранним нерестом это способствует тому, что ко времени появления молоди других рыб шурята становятся довольно окрепшими и способны к активной охоте, а следовательно, уже на ранних стадиях развития имеют в изобилии пищу. В дальнейшем же линейный прирост замедляется, а прирост массы продолжает нарастать [20].

Щука достаточно лабильна к условиям среды обитания. В летний период она переносит повышение температуры воды до 26 – 30 °С [21], зимой – понижение температуры воды до значений близких к 0 °С. Наиболее активна щука в весенний и осенний период, когда температура воды составляет 5 – 18 °С. Такой диапазон температуры воды обычен в период весеннего и осеннего «жора».

По имеющимся данным, щука крайне лабильна к активной реакции среды, живет и размножается при рН от 5 до 9. Хорошо переносит кислую реакцию воды, может жить в водоемах, в которых рН снижена до 4,75 [22].

У щуки сохраняется высокая активность при содержании в воде кислорода не менее 3–3,5 мг/л, его оптимальная концентрация более 5 мг/л, нижнее пороговое значение 1–1,5 мг/л [9, 23].

Являясь обитателем преимущественно пресных вод, щука может жить и в солоноватых водоемах. В бассейнах Азовского и Каспийского морей она встречается в водах соленостью до 8 – 11‰ [24], в Калининградском заливе – при солености 3 – 5 ‰ [25].

Являясь одним из ранненерестующих объектов, щука начинает нереститься при температуре 2 – 3 °С [7, 20, 23], а разгар нереста обычно наблюдается при 4 – 7 °С [7, 22].

Щука Куршского залива иногда начинает нереститься при температуре воды 0,1–1 °С, а массовый нерест отмечается при 4–7 °С [7]. В то же время в разные годы он может проходить в более широком диапазоне температуры воды (4–13 °С). По срокам нерест щуки в водоемах Калининградской области длится с конца февраля по конец апреля, что обуславливается гидрологическими условиями, формирующимися под влиянием погодных явлений в тот или иной год.

Щука в основном питается плотвой, ершом, окунем [15–19]. Начало активного питания у неё наблюдается сразу после ската с нерестилищ. В летний период интенсивность питания щуки существенно падает.

Если говорить о прессе хищничества щуки на мигрирующих весной на нерест массовых промысловых рыб (лещ, плотва, судак), то следует отметить, что производители леща и судака практически недоступны ей по размеру и форме тела. Плотва же может попадать под пресс крупной щуки, но в основном в устьевой части рек, где она уже образует плотные скопления. Плотность

щуки, как правило, невысока на мелководье (до 2 м) и слабо заросших участках.

Поэтому в период весеннего жора основу питания щуки составляют неполовозрелые рыбы, преимущественно плотва, ерш, окунь, а также отнерестившиеся.

Большой частью, за исключением коротких вспышек, пресс хищничества у щуки понижен. Это дает возможность рыбам–жертвам активно нагуливаться и прирастать. Летом пищевая активность щуки в отдельные периоды может резко снижаться, что связывают с проходящей у неё сменой зубов.

Являясь засадным хищником, щука предпочитает придерживаться зарослевых зон, коряг и других укрытий, но во время охоты осваивает и открытое пространство.

Осенью, с середины-конца августа, у щуки начинается второй в году, наиболее продолжительный и эффективный жор. Учитывая широкое распространение по всему водоему рыб-жертв, они активно прессуются щукой во всей широте размерно-весовой структуры. Поэтому следует признать, что в этот период мелиоративный эффект щуки проявляется в наивысшей степени.

В зимний период щука продолжает постоянно питаться, но с меньшей активностью, что обусловлено тем, что она является пойкилотермным животным и интенсивность обмена веществ при низкой температуре воды значительно понижается. В этот период у щуки, особенно крупной (от 4–5 кг и более), в пищевом спектре может появляться молодь судака и леща. Но ущерб, наносимый щукой популяциям ценных видов рыб, в этот период крайне мал.

При начале весеннего прогрева воды щука уходит с мест зимовки и ее пресс на плотные скопления зимующих рыб-жертв снимается.

Учитывая предпочтительный спектр питания щуки, следует признать, что уничтожение малоценных, а также больных и слабых рыб способствует лучшему росту ценных видов и оздоровлению их популяций. В этом просматривается важное мелиоративное значение щуки для водоемов.

За десять лет жизни щука съедает примерно 80 – 100 кг рыбы. Среднее значение кормового коэффициента у неё можно принять равным около семи. Причем в первые 1 – 2 года жизни его величина ниже (до пяти), а у старших рыб – выше (до восьми-десяти). По этому показателю щука уступает судаку, у которого средняя величина кормового коэффициента около трех. Это означает, что на прирост килограмма массы щука съедает примерно в 2,5 – 3 раза рыбы больше, что еще раз подчеркивает ее высокую мелиоративную ценность. Это подкрепляется также доступностью щуке из-за большого рта предпочитаемых ею кормовых объектов во всей размерной структуре, что выгодно отличает ее от судака, который, даже достигая самых больших размеров, не может питаться рыбой длиной более 8 – 12 см из-за узкой глотки. Щука же может захватывать кормовые объекты длиной, иногда превышающей 50% от её собственной длины.

Специфичный характер питания проявляется у молоди щуки. До размера 2–4 см она кормится преимущественно зоопланктоном. Позже спектр кормовых организмов существенно расширяется за счет молоди рыб, головастиков, на-

секомых и их личинок, пиявок и др. [7, 26–28]. И здесь проявляется мелиоративный эффект присутствия щуки, находящейся на мальковых этапах развития, по отношению как к молоди, прежде всего малоценных рыб, так и насекомым, головастикам и другим водным животным, которые могут быть хищниками по отношению к икре и молоди ценных видов рыб, а также являются промежуточными хозяевами или носителями болезнетворных организмов. Столь широкий спектр питания остается и у сеголетков.

Как отмечалось ранее, щуке свойственна возрастная иерархия в распределении в водоеме в периоды ее высокой активности: 1–3-летки, как правило, предпочитают находиться в мелководной части водоема, а рыбы постарше населяют более глубокие места.

Несмотря на то, что щука ведет оседлый образ жизни, ей присущи небольшие по протяженности миграции (от нескольких сот метров до 10 – 20 км), связанные с нерестовым ходом, уходом осенью и зимой на глубокие места, со скатом молоди из рек в озера, водохранилища, заливы [7, 20, 21, 27].

Такая ситуация характерна для щуки Куршского и Калининградского заливов. Так, в южной части Куршского залива в период таяния льда (иногда при ледоставе, сохраняющемся в марте месяце) или сразу после него начинается самый массовый ход щуки на нерест в р. Немонин, Матросовку, Тимберг, Таву и др. Расстояния, преодолеваемые производителями щуки до мест нереста, измеряются километрами [7].

В замкнутых бессточных водоемах щука не совершает значительных перемещений в нерестовый период и нерестится в прибрежной зоне, откладывая икру на прошлогоднюю водную растительность или на залитую наземную растительность, что часто имеет место весной при половодье. В малых водоемах, вмещающих воды ручьев, при весеннем половодье щука по водотокам проходит на нерест на расстояния в сотни метров.

В различных водоемах нерест щуки наблюдается в разные сроки и при разной температуре. Весь диапазон нерестовой температуры, при которой в разных частях ареала проходит нерест, можно обозначить рядом от 0,1 до 15 °С [7, 20, 26].

Сроки и продолжительность нереста зависят от условий весны и связаны, прежде всего, с интенсивностью прогрева воды. При интенсивном прогреве воды нерест проходит за 5–7 сут, при медленном прогревании и периодических похолоданиях длится до 15 сут и более. Максимальная продолжительность нереста щуки составляет около двух месяцев [7].

В бассейне Куршского залива щука является самым ранним по срокам начала нереста объектом ихтиофауны. Но наличие в нерестовом ходе щуки двух – трех волн миграций проявляется в растягивании нереста на период, ограниченный нижней температурой воды 0,1 – 2 °С и верхней 13 – 15 °С [9, 13]. Правда, как отмечают большинство исследователей, нерест основной части нерестовой популяции происходит при температурах 4 – 8 °С. Это свойственно щуке во всех частях ареала [7, 20].

В целом можно признать, что ранние сроки нереста щуки выводят ее из конкуренции за нерестилища с другими видами рыб, тем более, если нерестилища расположены в местах, залитых паводковыми водами, уровень которых

ко времени нереста других рыб, особенно наиболее массовых, таких как лещ, плотва, густера, как правило, заметно понижается.

Правда, нерест производителей щуки последних волн нерестового хода может совпадать по срокам с таковым жереха, язя, плотвы, ерша, окуня, по выбору сходных типов нерестового субстрата – ерша, плотвы, окуня. Но вероятность массового присутствия щуки и названных рыб на одних и тех же нерестилищах крайне мала.

Щука принадлежит к группе рыб с единовременным икрометанием. Половозрелой становится на втором – четвертом году жизни [2, 5–7]. Самцы созревают несколько раньше самок. По характеру соотношения полов в нерестовом стаде среди особей разного возраста щука относится ко второму типу по предложенной Д.Ф. Замахаевым классификации. У рыб с этим типом соотношение полов (осетровые, карповые, сиговые, окуневые, камбаловые и др.) близко 1:1. Самцы становятся половозрелыми раньше самок и обычно умирают раньше. В связи с этим у них среди более мелких молодых половозрелых рыб преобладают самцы, а среди крупных – самки. Доминирование самок среди крупных рыб наблюдается и у рыб в пределах одной возрастной группы [29, 30]. Например, в Куршском заливе нерестовая часть популяции представлена самками и самцами в возрасте от двух до десяти лет. В среднем ее основу составляют самцы двух–четырёх лет, самки трех–пяти лет [7, 26].

Подобная структура, когда самки оказываются крупнее самцов, обеспечивает большую плодовитость стада, поскольку более крупные рыбы откладывают больше икринок. В то же время, благодаря тому, что самцы мельче самок, при одной и той же кормовой базе обеспечивается высокая численность популяции при сохранении ее воспроизводительной способности. При нересте с крупной самкой нерестует группа из нескольких более мелких самцов.

В нерестовой части популяции щуки Куршского залива размеры самцов на нерестилищах варьируют от 29,5 до 82,5 см (от 215 до 4000 г), самок – от 28,5 до 115 см (от 193 до 15300 г). Средние размеры самцов 47,8 (1196), самок 56,3 см (2437 г) [7, 26].

Но эти данные относятся к периоду (начиная с середины-конца 60-х годов), когда численность популяции щуки, в том числе ее промысловая часть, стала заметно снижаться (см. табл. 2). А это, как известно, создает благоприятные условия нагула для уменьшившейся популяции, что в целом ускоряет рост и увеличивает средние размеры производителей. Меняется и структура уловов. Так, при максимальной численности популяции щуки в заливе в 1959 г. основу ее уловов составляли 4–6-летки, а в 1968 – 1970-х годах – 3–5-летки с близкими размерными характеристиками [27].

Во многих частях ареала отмечено преобладание на нерестилищах самцов [8, 9]. Но есть мнение, подтвержденное многими исследователями, что это превосходство видимое, поскольку самцы на нерестилищах более активны, держатся группой возле самки и продуцируют в течение нерестового периода несколько порций эякулята, т.е. участвуют в осеменении икры у нескольких самок [7, 30]. Как показывают данные Л.К. Самохваловой (1987), в нерестовой части популяции щуки Куршского залива 40% составляют самцы и 60% самки.

Плодовитость щуки колеблется в широком диапазоне значений. Установлена прямая связь между плодовитостью щуки и ее размером. У самок в возрасте от двух до десяти лет и с массой тела от 193 до 15300 г абсолютная плодовитость колеблется от 4,3 до 494,3 тыс. икринок [7, 31]. По данным из других источников, в пределах естественного ареала абсолютная плодовитость щуки варьирует от пяти до 240 тыс. икринок [2, 9].

Размер икринок щуки изменяется от 1,5 до 3,3 мм, в среднем составляя 2,2–2,5 мм. Более мелкую икру продуцируют молодые и старшевозрастные самки [32,33]. Эта закономерность может нарушаться у одноразмерных самок, когда в одни годы размеры икры могут быть больше, в другие – меньше. В этом случае проявляется закономерная связь с условиями обитания самок и, прежде всего, кормления [34, 35].

При благоприятных условиях для нагула и развития яйцеклеток самки продуцируют максимальное количество икринок, имеющих средние размерные характеристики для нерестующей группировки, при неблагоприятных условиях отмечено заметное уменьшение величины плодовитости, но возрастают размеры икринок. Очевидно, это положение имеет отношение и к самой продуктивной средневозрастной части нерестовой популяции.

Значительного присутствия отнерестившихся производителей щуки на нерестилищах не отмечено, потому что она стремится возвратиться в русловые потоки и занять привычную экологическую нишу. Поэтому отнерестившиеся самки сразу же скатываются с нерестилищ, однако самцы щуки остаются там еще на некоторое время.

Учитывая это, следует ожидать, что в бассейнах Куршского и Калининградского заливов после нереста основная масса производителей возвратится в заливы и займет определенную нишу в свойственном ей нагульном биотопе. Если рассматривать температурный диапазон выживания икры в период инкубации, то он ограничен 2 – 25 °С [29, 30]. Известно, что при постоянных режимах инкубации икры щуки в управляемых условиях выход предличинок после инкубации при 6 °С составлял 5%, при 10 °С – 70, при 14 °С – 34, при 18 °С – 11, при 22 °С – 4%. Таким образом, следует признать, что в естественных условиях на развитие эмбрионов при инкубации икры, температура воды в каждый конкретный год будет оказывать решающее влияние.

Так, на нерестилищах щуки в реках, впадающих в южную часть Куршского залива, смертность икры в разные годы колеблется от 8 до 87% [7, 33]. Причем наибольшая элиминация икринок отмечена на ранних стадиях развития. Поэтому если исходить из того, что самый массовый нерестовый ход щуки отмечается при температуре воды 4 – 7 °С, и если бы разрешению нереста не способствовало обычное в среднемноголетнем исчислении поступательное нарастание температуры воды, то условия для развития икры на первых этапах эмбриогенеза были бы крайне неблагоприятными, что приводило бы к значительной ее гибели. В то же время на результативность нереста, определяемую численностью поколения, решающее значение оказывают также высота и продолжительность паводка, площадь нерестилищ и нагульного ареала молоди.

В бассейне Куршского залива после зарегулирования р. Неман, оказывающей решающее влияние на водный баланс нерестовых рек, сложилась ситуация, когда пропуск паводковых вод через плотину Каунасской ГЭС сменился закрытием створа плотины, что привело к резкому падению уровня воды в нерестовых реках, обсыханию нерестилищ и заметному сокращению общей их площади. Такая ситуация в водном балансе р. Неман прослеживается по данным табл. 4 [5].

Существенная роль в обеспечении благоприятных условий для нереста, эмбрионального, личиночного и малькового развития щуки в бассейне Куршского залива до 60-х годов прошлого века принадлежала польдерам. Большая протяженность их, а следовательно, и значительные площади, заливаемые паводковыми водами, благоприятствовали формированию многочисленных поколений щуки. Но восстановление на них гидротехнических сооружений и ввод значительной части польдеров в сельскохозяйственный оборот заметно сузили нерестовый ареал щуки, что непосредственно отразилось на численности ее популяции [7, 31, 36].

Таблица 4

Динамика стока р. Неман

Сток, км ³	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
	1,14	1,18	1,97	3,50	1,64	1,05	0,95	1,00	0,96	1,05	1,26	1,27	16,97

Изменившиеся экологические условия в последние десятилетия нашли отражение во временной структуре нерестового хода щуки, что, в частности, подтверждено исследованиями, проведенными в период 2002 – 2007 гг. в бассейне р. Немонин и части акватории Куршского залива [37].

Установленное нами присутствие в разных частях ареала групп производителей, имевших половые продукты на разных стадиях зрелости, обосновывает вероятность наличия в структуре нерестового хода, по крайней мере, крупных групп самцов и самок, направляющихся к местам нереста. Целесообразность этого очевидна и связана с максимальным использованием нерестилищ и обеспечением определенного уровня воспроизводства поколений в условиях меняющейся экологической ситуации.

Анализ фиксируемых в марте-апреле 2003 г. данных о ежедневном вылове производителей щуки, динамике температуры и уровня воды в р. Немонин показал, что в отмеченный период можно выделить три волны нерестового хода шук:

- 1-я – с 21.03 по 29.03, когда было выловлено 26 % производителей;
- 2-я – с 5.04 по 17.04, когда было выловлено 53,5 % производителей;
- 3-я – с 22.04 по 24.04, когда было выловлено 6,5 % производителей.

В интервале между волнами нерестового хода уловов щуки не было или же попадались единичные экземпляры.

Очевидным представляется наличие в структуре нерестового хода двух основных волн нерестовой миграции, которые охватывают 80 % производителей щуки. Наибольшим был интервал между первой и второй волнами нерестового хода, он составил семь дней, наименьшим – между второй и третьей, составил четыре дня.

Внутри каждой волны отмечено в основном равномерное прохождение рыб к местам нереста. Лишь в отдельные дни (28.03, 11.04, 13.04) наблюдалось резкое усиление нерестового хода. В первом случае это можно связать с максимальным падением уровня воды на тот период и повышением ее температуры.

Оценивая степень влияния температуры и уровня воды на проявление волн нерестового хода, следует отметить, что первая волна проходила на фоне медленного повышения температуры и падения уровня воды, что сопровождалось уменьшением скорости течения воды. Биологическую целесообразность нерестового хода в этот период можно объяснить поступательным ростом температуры воды в сторону оптимальных для нереста значений (4-7 °С). Этологически рациональность такого явления подтверждается увеличением числа Рейнольдса и уменьшением трат энергии на движение рыб. Вторая волна нерестового хода была отмечена на фоне максимального подъема воды в реке и поворота течения в обратную сторону, что существенно облегчило прохождение производителям обмелевшей и забитой льдом устьевой части реки и движение вверх по течению. Следует отметить, что ситуация развивалась на фоне повышения температуры воды, что может говорить о потере этим экологическим фактором определяющего направления нерестовой миграции значения.

Однако к середине периода прохождения второй нерестовой волны началось резкое снижение уровня воды, которое проходило на фоне интенсивного прогрева воды до оптимальных для нереста значений 4,5–8,5 °С, что отразилось на всплеске активности нерестового хода, именно в это время (11 и 13 апреля) отмечено резкое усиление нерестового хода. Очевидным представляется, что температура воды вновь стала главным, определяющим скорость и направление миграции фактором.

Третья волна нерестового хода проходила в условиях наступления пограничной для нереста температуры и на фоне некоторого повышения уровня воды.

В этой ситуации просматривается суммарное влияние двух экологических факторов на интенсивность нерестового хода щуки в р. Немонин.

Таким образом, структура нерестового хода щуки в р. Немонин весной 2003 г. была представлена двумя основными волнами. Наиболее мощной оказалась вторая волна нерестового хода, характеризующая прохождением около 70 % производителей.

Третья волна стала самой маломощной (6% производителей) [38].

В 2004 г. динамика температуры и уровня воды в реке носила более сглаженный характер по сравнению с 2003 г., здесь можно выделить два периода. Первый – с 18 по 27 марта, когда был отмечен нагон воды со стороны залива.

При этом рассматривалось совокупное влияние на интенсивность нерестового хода возрастающей температуры и подъема уровня воды.

Второй период длился с 31 марта по 14 апреля, было отмечено последовательное повышение температуры воды до значений, находящихся в границах температурного оптимума. Нерестовый ход проходил на фоне постепенного снижения уровня воды и восстановления направления течения в сторону залива. Очевидно, именно температура воды в этот период явилась основным сигнальным фактором нерестовой миграции.

В соответствии с этим нами выделены две основные волны нерестового хода, которые охватывают свыше 80 % производителей щуки. Первая из них по численности выловленных производителей составляла 57,1 % от общего количества, вторая – 27 %, интервал между первой и второй волнами составил трое суток и, очевидно, был связан со снижением температуры воды на 1 °С ниже границы температурного оптимума. Третью волну нерестового хода выделить не удалось, и нерестовый ход завершился прохождением единичных производителей щуки на нерест.

Таким образом, при совпадении продолжительности нерестового хода щуки в р. Немонин в 2003 и 2004 гг. можно отметить некоторый сдвиг в сроках его начала (трое суток) и завершения (около десяти суток). При этом нами были установлены две основные волны нерестового хода, когда проходит на нерест суммарно более 84 % производителей. Использование этих данных позволяет оптимизировать отлов производителей для целей искусственного воспроизводства, придать этим работам плановый характер, а также усовершенствовать технологию их преднерестового содержания, инкубации икры и выращивания потомства щуки [37].

Важнейшим фактором, влияющим на численность щуки, помимо отмеченных, является наличие нерестового субстрата. Это связано с тем, что оплодотворенная икра щуки, обладая клейкостью, должна быть в течение нескольких часов прикреплена к субстрату. На залитых половодьем низменностях им, как правило, является прошлогодняя луговая растительность. При низкой воде в период половодья нерестовый ареал щуки резко сужается и ограничивается преимущественно прибрежной русловой зоной рек, проток и других типов водотоков, а нерестовым субстратом служит водная растительность, которая наиболее плотно заселяет прибрежное мелководье. Но, даже при самом низком уровне половодья, она вся, как правило, оказывается под водой, что увеличивает общую площадь прикрепления икринок к субстрату.

Икринки щуки относительно крупные, округлые, с различными оттенками. Их диаметр у одной и той же самки может варьировать от 1,8 до 3,0 мм, в пределах же популяции – от 1,5 до 3,25 мм. После оплодотворения и набухания в воде размеры икринок увеличиваются до 1,8–3,6 мм. С повышением возраста, длины и массы самок размеры их икринок до определенных пределов возрастают (у более крупных икринок больший запас питательных веществ и из них развиваются более крупные и жизнестойкие личинки). Относительно мелкая икра (менее 2,25 мм) у наиболее молодых (длиной 30–40 см) и самых старых (длиной свыше 85 см) самок. Самки длиной 40,5–95,0 см по сравнению с более

мелкими продуцируют не только большее количество (68-88% против 46-60%) крупных икринок, но и более однородную по размерам икру [2],

Этап эмбрионального развития икры в прикрепленном состоянии завершается при потере клейкости (спустя 5 – 10 ч.). Икринки падают на дно, где проходят основное развитие эмбрионов и выклев предличинок.

В свете этой общей закономерности эмбрионального развития следует признать, что условия инкубации и развития предличинок более благоприятны в низинах, поросших луговой растительностью и залитых паводковыми водами, поскольку заиление дна здесь минимальное по сравнению с прибрежными зонами русловых потоков и опавшие на дно икринки имеют возможность «дышать» всей поверхностью, что в целом обеспечивает лучшие условия для их развития. Еще одним положительным моментом является то, что вода в этих местах прогревается лучше, а значит, развитие эмбрионов проходит на фоне более выраженного поступательного нарастания температуры воды.

Раскрывая ранее отмеченную связь между количеством вылупившихся предличинок и постоянной температурой воды при инкубации икры [29, 30], следует привести данные о связи выживания икры щуки и продолжительности интервалов температуры воды на нерестилищах.

Сопоставляя проявление действия температуры на развитие эмбриона в условиях свойственной естественным нерестилищам динамики температуры воды (в градиенте поступательного нарастания), можно определенно заключить, что наибольший выход с инкубации предличинок щуки будет, во-первых, когда на нерестилищах отмечается поступательный рост температуры воды, во-вторых, если большую часть времени инкубация будет проходить в интервале температур воды от 7–8 до 13-15°C. Оптимальные условия для инкубации икры возникают тогда, когда большую часть времени эмбрионы развиваются при температуре воды от 9 до 12°C.

Надо учитывать и обратную сторону инкубации икры на мелководьях. Она связана с возможностью резкого охлаждения воды в период ночных похолоданий и даже заморозков. Очевидно, в этом случае будет иметь место дополнительное элиминирование икринок, особенно тогда, когда они прикреплены к субстрату и находятся ближе к поверхности воды и к зоне распространения холода.

В связи с этим следует отметить, что наибольшая жизнеспособность икринок и потомства средневозрастных производителей щуки имеет в основе наследуемое качество и связана с условиями, избираемыми для нереста. Молодые самки, очевидно, дальше продвигаются на мелководье (до 0,5 м), а старшие откладывают икру чаще в прибрежных районах на глубине от 1 до 2 м.

Еще одним важным фактором, определяющим условия размножения щуки, является концентрация растворенного в воде кислорода. Сразу надо отметить, что, являясь одним из самых ранненерестующих объектов, щука обеспечила своему потомству гарантированный благоприятный газовый режим, потому что:

- во-первых, высока растворимость кислорода в воде с температурой 5-14°C;

- во-вторых, при такой температуре низка интенсивность потребления мертвой органикой кислорода;

- в-третьих, интенсивность потребления кислорода вегетирующей растительностью и животными организмами также относительно мала.

Поэтому в период инкубации икры щуки содержание кислорода близко к 100% насыщения (7,9-9,2 мг/л). Хотя Л. К. Самохвалова (1974) отмечает, что среднее содержание растворенного в воде кислорода (6,4-6,8 мг/л) на нерестилищах щуки в бассейне Куршского залива также обеспечивает высокий выход предличинок с инкубации.

Вылупление предличинок щуки проходит достаточно дружно, примерно в течение суток. Предличинки щуки в зависимости от размера икринок и термического режима инкубации имеют длину от 6,5 до 10,7 мм, а массу от 7,5 до 8,3 мг. Чрезмерно быстрое увеличение температуры воды или очень высокая температура воды (12-18°C) в период инкубации приводят к заметному ускорению развития эмбрионов, и они имеют меньшие размеры, чем те, которые развивались при обычной термике воды в диапазоне увеличения температуры воды от 4-6°C до 12-15°C. В еще большей степени такое явление выражено на фоне пониженного содержания кислорода (до 50-60% насыщения) [7, 26].

Вылупившиеся предличинки приклеиваются железой прикрепления, расположенной на голове, к субстрату (растительность, ветки, коряги и т.п.). Это позволяет им находиться в зоне обмыва водой при хорошем насыщении воды кислородом.

Учитывая относительно высокие размерные характеристики личинок щуки к моменту перехода на внешнее питание (0,8-1,3 см), основу кормовых организмов, представленных в спектре питания, составляют копеподы и диаптомусы. Затем, по мере роста в питании начинают преобладать плавающие личинки хирономид, стрекоз, жуков, поденок.

Если рассматривать динамику среднесуточного прироста молоди щуки в течение вегетационного сезона (при благоприятных условиях), то для предличиночного периода развития его величину можно принять на уровне 15-20%, для личиночного – 10-15, малькового и для сеголеток – 5-10%.

Скат молоди щуки в реках начинается с момента схода паводковых вод при средней длине ее 1,2–3,5 см и проходит в светлое время суток [7, 26]. Структура ската сложная и связана не только с выраженностью русловых потоков (каналы, протоки, ручьи, реки), но и с площадями, залитыми паводковыми водами, продолжительностью половодья, обеспеченностью пищей и другими факторами.

Возраст молоди в это время составляет от 10 дней до трех недель. Столь заметный разброс в возрасте скатывающейся молоди щуки связан со сложной структурой нерестящейся популяции щуки, а именно разновременностью нереста.

У молоди щуки проявляется важная поведенческая особенность, связанная с избирательностью питания. Это выражается в быстром переходе по мере роста на более крупные кормовые организмы. Так, при достижении длины 18 - 20 мм у нее в питании преобладают личинки поденок, хирономид,

ручейников и значительным становится присутствие в пищевом спектре личинок карповых рыб. В этот же период при слабой обеспеченности пищей, в том числе подходящего размера, у молоди щуки может проявляться и каннибализм.

В заливе к этому времени вода прогревается, развивается разнообразная по видовому и размерному составу кормовая база. Прибрежная зона начинает аккумулировать скатывающуюся молодь, прежде всего карповых рыб, а также молодь рыб, которые нерестятся в заливе, озере, водохранилище (ерш, окунь, корюшка, снеток и др.) и становятся основной пищей молоди щуки.

Переход на питание рыбой окончательно формируется у мальков щуки при длине 4,5-5,5 см в возрасте 30–40 сут.

В зависимости от условий обитания (реки, большие и малые озера, водохранилища, заливы и т.д.) в питании у молоди щуки на первом году жизни могут встречаться головастики, лягушки, водные насекомые, жуки, рыба. Таким образом, щуку можно отнести к всеядным хищным рыбам, и основным критерием избирательности в отношении хищник-жертва является размер жертвы.

1.1.3. Предполагаемое влияние на экосистему и входящих в ее состав ценных гидробионтов

Если рассматривать мелиоративное значение молоди щуки, то следует отметить, что, поедая планктонных ракообразных, прежде всего веслоногих, она прерывает жизненный цикл паразитических гельминтов на уровне промежуточного хозяина, а поедая насекомых, жуков, головастиков, она истребляет животных, которые питаются икрой и личинками рыб, в том числе ценных видов.

Наконец, питаясь молодь рыб, она поедает, прежде всего, малоценных, поскольку во время своего ската покидает места нереста ценных проходных и полупроходных рыб, а скатившаяся молодь ценных рыб уже близка или перешла на мальковые этапы развития и становится малодоступной для молоди щуки [13-17].

Поэтому наиболее доступной для молоди щуки, перешедшей на активное хищничество, становится молодь плотвы, ерша, окуня, уклейи и других рыб, т.е. тех рыб, которые являются мощными конкурентами в питании с ценными промысловыми рыбами. В этом проявляется важное мелиоративное значение молоди щуки на первом году жизни.

Мальки и сеголетки щуки в летний период питаются активнее, чем рыбы старших возрастов [33]. Под пресс их питания попадают годовики, преимущественно плотвы, окуня ерша, и скатившиеся из рек мальки этих рыб. Несомненно и то, что в питании мальков и сеголетков присутствует и молодь ценных промысловых видов рыб, но в основном это больные и ослабленные особи.

Сеголетки щуки уже способны питаться и двухлетками плотвы, окуня, ерша, уклейи и других малоценных видов рыб, поскольку к середине августа могут достигать массы 30 – 100 г. Осенью характер питания сеголетков не меняется, но заметно возрастает их пищевая активность.

В зимний период активность питания сеголетков щуки закономерно снижается, но спектр предпочитаемых жертв остается прежним (плотва, окунь, ерш).

На втором – третьем году жизни щука является засадным хищником и обитает на мелководье с глубиной воды до 1-2 м, поедая заболевшую и ослабленную рыбу, которая, ввиду особенностей гидрологии водоемов и своей энергетики, в основном находится в мелководной, зарослевой зоне [39, 40].

В старшем возрасте щука, как отмечалось ранее, отходит на глубокие места, где охотится на более крупную и калорийную рыбу, соответствующую размерам ее ротового аппарата.

Встречающаяся в спектре питания крупной щуки (масса более 3-5 кг) относительно крупная молодь судака и леща не является основной группой, представленной в питании, хотя в некоторых водоемах по этой причине можно отмечать снижение мелиоративного эффекта щуки [7]. Это имеет отношение только к крупной щуке, вот почему в данном случае должен включаться селективный механизм промысла.

Ввиду малочисленности в водоемах области налима и сома, замены щуке как биологическому мелиоратору по отношению к больным и ослабленным рыбам размером более 12 см нет. Поэтому снижение численности щуки ниже оптимального для экосистемы уровня должно привести к определенной нестабильности в звеньях структуры ихтиофауны, а значит, и в звеньях трофической цепи водоема. В конечном итоге это проявляется в нестабильности промысла, что можно проследить на примере статистических данных по вылову щуки в Куршском заливе и предпочитаемых ею рыб – жертв за период с 1928 по 2014 гг. (табл. 5).

Таблица 5

Динамика среднегодовых уловов щуки и рыб – жертв в Куршском заливе, т

Виды рыб	Периоды, гг.						
	1928 – 1938	1948 – 1957	1958 – 1967	1968 – 1977	1978 – 1987	1988 – 1997	1998 – 2014
Щука	25	135	125	80	54	40	12
Плотва	480	395	370	750	1100	800	500
Окунь	380	170	240	210	190	220	175
Ерш	2250	200	660	390	610	670	42
Суммарный среднегодовой улов рыб – жертв	3110	765	1270	1350	1900	1690	717
Отношение уло- вов: рыбы–жертвы : щука	124 : 1	5,7 : 1	10,2: 1	17: 1	35,2: 1	42,1: 1	60 : 1

Из данных таблицы видно, что уменьшение доли щуки в уловах, опосредуемое с общей численностью ее популяции, неуклонно ведет к возрастанию уловов и общей численности популяций предпочитаемых щукой рыб – жертв.

Очевидно, существовавшее в период с 1948 по 1964 гг. и даже 1975 г. соотношение между щукой и рыбами – жертвами в уловах можно признать оптимальным. И это подтверждают данные многих исследователей, обосновывающих долю присутствия щуки в общем улове на уровне 10 – 15% [7, 10, 26, 41]. На примере оценки предполагаемого влияния щуки на экосистему Куршского залива, подкрепленной статистическими данными вылова рыбы за период с 1928 по 2014 г., видна реальная роль щуки как регулятора структуры промысловых популяций рыб в сторону повышения экономической эффективности промысла за счет большего присутствия в уловах ценных видов рыб.

Таким образом, мелиоративный эффект, свойственный хищным рыбам, у щуки проявляется в максимальной степени. Причем его проявление постоянно с ранних этапов личиночного развития до самых старших возрастов. Максимум он достигает на первом – третьем годах жизни щуки, когда количество и спектр потребляемых одной щукой рыб и других животных организмов, приносящих определенный вред рыбному населению, а также больных и ослабленных рыб, максимальны.

Поэтому присутствие щуки в водоеме как регулятора качественного и количественного состава популяций разных видов рыб, определяющих его экологическую и рыбохозяйственную ценность, следует рассматривать как обязательное.

1.2. Хозяйственная, промысловая и пищевая характеристика щуки

Хозяйственная ценность щуки должна рассматриваться со следующих позиций:

- ее роли в составе ихтиофауны водоема;
- ее роли как объекта разведения и выращивания в рыбоводных хозяйствах различного типа;
- ее роли как объекта рекреационного рыболовства;
- ее роли как объекта промысла, обеспечивающей норму функционирования на водоеме рыбопромысловой организации.

Роль и значение щуки, присутствующей в составе ихтиофауны различных водоемов, обсуждались в предыдущем разделе. Отмечено большое мелиоративное значение щуки в водоемах. Причем оно проявляется на всех этапах ее развития: личинки, питаясь планктонными ракообразными, личинками стрекоз, жуков, в одних случаях прерывают цикл развития гельминтов, поражающих многих промысловых рыб, в других – уничтожают хищников, поедающих икру и молодь рыб; мальки и сеголетки поедают, помимо личинок стрекоз и жуков, головастиков и молодь малоценных рыб, являющихся конкурентами в питании ценным промысловым рыбам; щука старшего возраста, питаясь крупными личинками насекомых, пиявками, а также рыбой, регулирует численность малоценных рыб в структуре ихтиофауны. Питаясь больной или ослабленной рыбой, щука оказывает оздоравливающее влияние на популяции рыб.

Когда эффект присутствия щуки в экосистеме водоема недостаточен, необходимо применять меры по восстановлению или увеличению ее численности.

Если невозможно принять меры по поддержанию или увеличению эффективности функционирования естественных нерестилищ, необходимо организовать искусственное воспроизводство щуки, задача которого восполнить недостающее количество щуки, создав тем самым эффективно функционирующую в водоеме популяцию.

Прогрессивное развитие рекреационного рыболовства, связанного с организацией отдыха на водоемах и вблизи них, где обязательным элементом является платный лов выращиваемых рыб, щука является одним из самых привлекательных объектов. Она уже на первом году жизни становится объектом лова. При вселении в пруды, озера икры, личинок, нерестящейся в течение весеннего, начале летнего сезона сорной рыбы, а также при пропуске ее через водоподающую сеть можно доводить рыбопродукцию щуки и до 100 – 200 кг на гектар площади водоема [42, 43]. Рекреационное рыболовство, основанное на использовании щуки как одного из основных объектов лова, позволит задействовать хозяйственный механизм, обеспечивающий его функционирование. Преимущество использования щуки в рекреационном рыболовстве просматривается и в том, что ее лов практически круглогодичен.

Присутствие щуки в водоемах как важнейшего компонента ихтиофауны должно оцениваться не только с позиции мелиоративного эффекта, но и по влиянию на экономическую структуру промысла. Так, при доле вылова 10% от традиционных объектов промысла (лещ, плотва, ерш), значимость щуки по стоимости будет составлять 20-30%.

Из вышесказанного следует, что щука в ихтиофауне водоемов различного типа имеет важное мелиоративное значение и дает высокий экономический эффект, прежде всего, за счет улучшения структуры промысла.

Хозяйственная и экономическая ценность щуки просматривается и в ее высокой пищевой ценности для глубокой переработки в полуфабрикаты и готовую продукцию.

Причем высокая потребительская ценность щуки определяется химическим составом съедобных частей, прежде всего, мышечной ткани (табл. 6).

Таблица 6

Общий химический состав мяса рыб, %

Рыба	Вода	Белок	Жир	Зола
Сиги	71,4-77,6	17,6-20,4	1,9-6,8	1,1-1,8
Лососи	63,4-74,4	16,1-19,9	4,1-12,0	0,6-1,7
Лещ	67,2-80,0	14,7-22,1	0,9-13,5	0,9-2,0
Судак	76,1-81,2	15,0-22,0	0,4-0,8	1,0-1,5
Окунь	76,0-80,5	16,0-21,5	0,5-0,7	1,2-1,4
Сом	60,9-83,2	15,1-20,2	0,8-21,1	0,9-2,2
Щука	76,6-79,8	18,2-20,1	0,7-1,0	1,1-1,3

По общему химическому составу щуку следует относить к наиболее ценным видам рыб, мясо которых обладает диетическими свойствами и поэтому имеет постоянно высокий спрос и стоимость [44, 45].

В Куршском заливе доля щуки в уловах в различные периоды второй половины XX в. колебалась от 0,9 до 3,6%, в отдельные годы она повышалась до 5,9% [1, 41]. К тому же просматривалась обратная связь между уровнем присутствия в уловах щуки и малоценной рыбы (плотва, ерш и др.), что является проявлением мелиоративного эффекта щуки. В последние десятилетия, в связи с заметным ухудшением условий нереста доля щуки в общем улове рыбы в заливе прогрессивно снижается, что нельзя признать нормальным явлением. В результате возрастает в уловах доля малоценной рыбы, имеет место замещение ниши хищных рыб факультативным хищником чехонью, которую по пищевым качествам нельзя сопоставить со щукой. В результате снижается экономическая эффективность промысла.

Опираясь на статистику уловов рыбы в Куршском заливе за период с 1927 по 2014 г., можно предположить, что меры квотирования уловов различных видов рыб, в том числе щуки, проведение постоянных мероприятий по искусственному воспроизводству должны обеспечить поддержание доли улова щуки в общем улове на уровне не менее 3–5%. На период вывода промысла щуки на этот уровень требуется принятие жестких мер, ограничивающих лов щуки во время нерестового хода и нереста.

Если придерживаться мнения исследователей, изучавших структуру ихтиофауны в различных водоемах, то следует признать, что в центральных, южных, западных регионах России промысловая структура популяций рыб предусматривает преобладание ценных их видов (лещ, судак, сазан, язь, линь и др.) и предполагает наличие в своем составе до 10-15% щуки.

В сравнимых с Калининградской областью гидрологических и гидробиологических условиях озер Литвы и Белоруссии щука часто является вторым по значимости объектом промысла (после леща или плотвы), составляя в уловах до 10-30% [7, 26, 27].

Велика роль щуки в водоеме как санитара, что соответствует хищническому образу жизни. Несомненно, увеличение численности щуки в Куршском заливе и других водоемах области будет способствовать улучшению его экологического состояния.

Особенно санитарная роль щуки в заливах возрастет при планируемом зарыблении их мальками угря, у которого ерш, укляя, плотва в питании занимают значительное место. Являясь одним из промежуточных хозяев паразита – ангуликолы, они должны находиться под реальным прессом, прежде всего, со стороны щуки.

1.Б. СВОЙСТВА НАЛИМА

1.1. Биологическая и экологическая характеристика налима

1.1.1. Систематическое положение налима

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Надотряд Parapercomorpha

Отряд Gadiformes

Семейство Gadidae

Вид *Lota lota* – налим [11] (рис. 11)

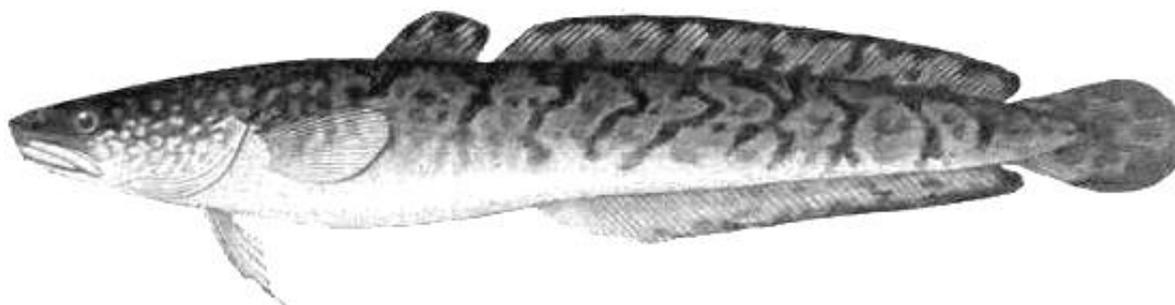


Рис. 11. Налим

1.1.2. Общая биологическая характеристика налима

Налим – единственный вид из тресковых, перешедший из морских вод в пресные, изредка встречается и в солоноватых водоемах. Он попадается только в северном полушарии, в реках и озерах Европы, Азии и Америки; в каждом из этих районов имеется свой подвид, на территории России образует три географические расы. Налим водится в Северной и Средней Европе до Восточной Франции, Сибири, Средней Азии, Сев. Америки; в европейской части России он редок в нижнем течении рек Черноморского и Каспийского бассейна. Наиболее многочислен в бассейнах рек, впадающих в Балтийское море и Северный Ледовитый океан — от Мурманской области до р. Лены включительно. Встречается в реках, впадающих в северные части Черного, Азовского и Каспийского морей, в Амуре, во многих замкнутых озерах севера и средней полосы России, имеющих чистую воду, а также в некоторых горных озерах [11, 12, 41].

Особенно многочислен налим в реках Сибири. Не переносит загрязнения воды. В Куршском заливе обитает в центральной и южной частях [41]. Встречается в реках Преголи, Лаве, Дейме и др. [46].

Налим имеет удлиненное тело, спереди цилиндрическое, сзади уплощенное. Голова широкая, приплюснутая, маленькая с выпученными глазами. Рот с закругленными челюстями имеет ряд мелких зубов, мелкие щетковидные зубы сидят на челюстных костях и сошнике, нижняя челюсть едва короче верхней.

На нижней губе по центру имеется хорошо развитый усик, у передних носовых отверстий – по маленькому усику.

Два спинных плавника: первый – короткий (9-16 лучей), второй - длинный и доходит почти до хвостового. Анальный плавник также длинный и окаймляет низ задней половины тела. Хвостовой плавник закруглен.

Тело налима покрыто мелкой циклоидной чешуей, глубоко сидящей в коже, выделяющей обильную слизь так, что чешуя еле заметна.

Цвет тела сильно варьирует, спина, бока и плавники от серовато-зеленого или оливково-зеленого с черно-бурыми пятнами до черно-зеленого цвета, на этом фоне разбросаны более темные пятна неопределенной формы. Горло, брюхо и брюшные плавники белые. Иногда в озерах бывают почти черные налимы. Как правило, молодь более сильно окрашена, чем взрослые рыбы, почти в черный цвет [47–49].

Налим достигает больших размеров. В северных реках и озерах он вырастает до 1 м и более в длину и до 20 кг массы, в водоемах Верхней Волги обычно 25-40 см. Крупные экземпляры здесь весят по 1,5-2 кг.

Самые крупные налимы (в Печоре, Оби и Иртыше) достигают более 2 м в длину, в Зауральских озерах, Ладожском и Онежском озерах достигают массы 16–32 кг. В Западной Европе, западной и южной частях Европейской России налим гораздо мельче (обыкновенно 30 – 50 см). В водоемах средней полосы масса налима редко превышает 1,5–2 кг. До таких размеров вырастают самки, а самцы налима гораздо мельче [49].

Для налима отмечено разделение пластических признаков на относительно постоянные, увеличивающиеся или снижающиеся с возрастом:

- относительно постоянные - все меристические, а также обхват тела, длина, высота и обхват хвостового стебля, антевентральное и антепекторальное расстояния, длина и высота D, длина V, длина рыла, ширина лба, высота верхней и нижней челюстной костей;

- увеличивающиеся с возрастом - высота тела, антеанальное, пекторальное, вентральное и антедорзальное расстояния, высота D1 и A, длина P, заглазничное расстояние;

- снижающиеся с возрастом – дорзокаудальное и анально-каудальное расстояния, диаметр глаза и длина жаберных тычинок [49].

Растет налим довольно медленно, как и большинство тресковых. В Днепре длина сеголетков осенью составляла около 16 см, четырехлетков - 34-37 см. В водоемах Украины размеры налима не превышают 35-40 см, но в реках Северного Ледовитого океана эта рыба достигает длины 100 см и больше. Темп роста лимитируется обеспеченностью пищей и долей в рационе рыбы [9, 50].

В 6-7 лет он достигает длины 60-70 см и массы 1,5- 1,6 кг; может достигать длины 120 см и массы до 24 кг. Половозрелым налим становится в 2-4 года (р. Ока) при длине около 25-35 см. В Обь-Иртышском бассейне массовое созревание отмечается на пятом и шестом годах жизни (78,3%), первые самцы созревают в возрасте четырехлетков, а самки на год позднее. Яловость наступает к восьми-десяти годам [47].

В бассейне Куршского залива сеголетки вырастают до длины 10–13 см при массе тела в среднем 16 г (от 10 до 22 г), годовики достигают массы тела в среднем 70 г, а двухлетки – 240 г [2].

Налим – холодолюбивая рыба, встречается обычно на каменистых грунтах, все время мигрирует – сезонные, нерестовые и нагульные миграции – по определенному маршруту – «налимьи тропы» [51, 52]. В некоторых озерах налим не имеет определенных стоянок и следует за перемещающимися косяками снетка, корюшки, ряпушки. Иногда выходит в предустьевые пространства рек. Активен он только при температуре воды ниже 10–12°C.

В апреле–мае он вместе с другими рыбами подходит к берегам и предустьевым участкам. Здесь он часто собирается на нерестилищах ранненерестующих рыб, поедает икру и молодь. Желудки налимов в это время бывают буквально набиты икрой. По мере прогревания воды он отходит от берегов на глубины, отыскивая участки с наиболее холодной водой [50, 51].

В реках налим весной на пойме не выходит и придерживается основного русла, интенсивно питаясь. При повышении температуры воды забивается под береговые обрывы, коряги, корни деревьев, в щели между камнями и впадает в оцепенение.

Летом при повышении температуры воды свыше 15–16°C налим впадает в спячку, почти полностью прекращает питаться. В это время он забивается в камни, залезает в береговые норы, располагающиеся, как правило, у выхода родников, нередко стоит, уткнувшись головой в берег или даже зарывшись в ил. В сильную жару впадает в оцепенение, подобное спячке, на кормежку выходит только ночью в холодную пасмурную погоду.

Летом питается червями, лягушками, раками, из рыб – ершом, который часто встречается там, где держится налим.

Из летней спячки налимы выходят постепенно, по мере остывания воды, обычно при 12°C, в центральной части России это происходит во второй половине августа или в начале сентября. Питание происходит в основном ночью, а днем налим опять уходит в нору или прячется под камнями.

Осенью (в конце сентября — октябре), когда температура воды опускается ниже 10–8°C, он начинает активно питаться. Чем холодней, тем он интенсивнее питается. Осенний жор у него продолжается до ледостава. В это время с понижением температуры активность рыб снижается, в том числе и хищников, что выводит налима из конкуренции с судаком и щукой [52].

С наступлением ледостава активность питания несколько уменьшается, и налим начинает мигрировать к нерестилищам.

В течение всего года налим ведет придонный образ жизни и никогда не поднимается на поверхность. Охотится почти исключительно ночами, и только весной в некоторых глубоких водоемах – в середине дня.

При снижении температуры до 8°C налим собирается в небольшие группы и постепенно передвигается к местам нереста. По отношению к нерестилищам в Ладожском и Онежском озерах выделяют три его формы: озерную, речную и озерно-речную, причем озерно-речная имеет больший темп роста, дольше живет, имеет большую плодовитость и долю в уловах (третье место в

уловах и первое по численности среди хищных рыб), кроме того, меньше подвержена поражению цестодами [53-55].

В бассейне Куршского залива основные нерестилища налима расположены на восточном побережье в устьях рек – Атматы, Минии, Немана, Деймы, Немонина, Матросовки [56, 57].

Во время нерестовой миграции налим сбивается в небольшие косяки, в заливе максимальные концентрации налима в это время года отмечают по линии Шаркува – Немонин и в центральной части вдоль восточного побережья Куршской косы. Двигутся эти вереницы недалеко от берега на относительно небольшой глубине по ночам. Днем налим прекращает движение, заходит в затоны, ямы, где зимует рыба, и кормится.

Во время нереста в большинстве водоемов он не кормится, а после его окончания вновь начинает питаться, но менее активно, чем весной и осенью.

Если сравнивать размерно-возрастной состав нерестовых стад налима, то можно отметить его схожесть с популяциями из различных водоемов – оз. Байкала (р. Кичера), р. Оби, Ладожского озера (р. Водла), что подчеркивает то, что темп роста зависит не от географического расположения, а от экологической характеристики водоема [54].

Производители, нерестящиеся в различных реках, имеют разный возрастной состав. В р. Селенге налим половой зрелости достигает в возрасте трех-четырёх лет (длина 30-40 см), в р. Кичере – в пять-шесть (длина 40-45 см), в Верхней Ангаре - в шесть лет (длина 45-50 см), причем самки созревают на год позже самцов. Стоит отметить, что озерно-речная форма созревает на два - три года позднее, чем озерная. Основу нерестового стада налима составляют особи от восьми до 13+ лет массой 2 -4 кг, в Куршском заливе налим созревает на третьем –четвертом году жизни, а в уловах встречается в возрасте от 3+ до 11+ лет [56–58].

Ход на нерест наблюдается с первой половины декабря до января, на севере на одну - две недели позднее, чем на юге, но всегда после замерзания, в Куршском заливе нерестовая миграция начинается в конце октября.

К местам нереста половозрелые налимы отправляются большими стаями и двигаются по определенному маршруту - "тропам". Сначала идут самые крупные особи, их стаи не бывают особенно многочисленными, затем – рыбы средних размеров, завершают нерест молодые 3-4-летние налимы. Ход каждой стаи длится около двух недель.

Нерест налима в Куршском заливе начинается в конце октября при снижении температуры воды до 10 - 12°C. В это время налим концентрируется в небольшие косяки. Так, в Куршском заливе максимальные скопления его отмечают по линии Шаркува – Нямунинас (Немонин), а также в центральной части вдоль восточного побережья Куршской косы. По мере уменьшения температуры до значений ниже чем 10 °С из мигрирующей группы выделяются особи со зрелыми половыми продуктами и движутся по направлению к нерестовым рекам. Заготавливают производителей налима, как правило, во время нерестовой миграции или в устьях нерестовых рек в ноябре-декабре, что связано с особенностями биологии налима Куршского залива.

Заготовку производителей налима можно проводить осенью (середина – конец октября), когда он начинает концентрироваться в южной и центральной частях, образуя плотные скопления. Но в данном случае увеличивается длительность преднерестового содержания производителей налима. При этом отмечается высокий процент несозревших рыб. Преимуществами же заготовки производителей налима в такое время года являются отсутствие льда и положительная температура воздуха, что исключает обморожение жабр у рыб. В качестве орудий лова могут использоваться невода и ставные 50 -70 мм сети.

Однако наиболее удобно проводить заготовку производителей в устьях нерестовых рек – Немана (Нямунаса) и его наиболее крупного протока р. Скирвите, рек Деймы, Немонина и Матросовки или на участках, прилегающих к ним. Для заготовки зрелых производителей налима используют также вентерю. Положительными моментами заготовки в это время является то, что:

- нерестовая популяция имеет максимальную концентрацию рыб;
- все особи уже половозрелые, находящиеся приблизительно на одной стадии развития, что сокращает длительность преднерестового содержания производителей;
- неполовозрелые рыбы отсутствуют.

Отрицательным моментом заготовки в устьях нерестовых рек видятся трудности работы персонала в сложных погодных условиях и большая вероятность обморожения жабр у рыб, извлекаемых из воды.

Заготовку производителей налима проводят на всем протяжении нерестовой миграции, облавливая максимально возможное количество возрастных групп, для сохранения генетического разнообразия популяции.

Выловленных производителей налима осматривают, отбраковывая рыб с выраженными отклонениями в строении тела, плавников или жаберных крышек, а также рыб, имеющих повреждения на теле.

Оптимальным для получения потомства у налима является использование средневозрастных производителей в возрасте от четырех до семи лет (что связано с более высоким качеством половых продуктов). Отобранных рыб помещают в прорезь и перевозят по реке в инкубационный цех [59].

Налимьи стаи идут ночью, днем ход приостанавливается. Двигаются налимы медленно, активно питаются. Пути движения, как правило, пролегают по местам неглубоким, глинисто-каменистым.

Длительность периода созревания половых клеток у самок и самцов различная, у самцов переход из III в IV стадию зрелости происходит в течение 3,5 – 4, а у самок 4–5 мес. [56–58].

Нерестится налим зимой (в декабре – феврале) при температуре воды около 0 °С, подо льдом, на мелководных участках рек глубиной от 1 до 4 м, имеющих сильное течение и песчаное дно, в заливе на песчаных отмелях, в прибрежье. Во время нереста налим не питается.

Нерест носит групповой характер — в нем одновременно принимают участие несколько самцов и самок. Число самцов значительно больше, чем самок (по Сабанееву, в 2 - 3 раза). Самку сопровождают несколько самцов. При нере-

сте она наклоняется вперед, касаясь усиком дна, самец плавает над брюхом волнообразно, при вымете половых продуктов самка перемешивает хвостом воду и рыбы расходятся. В естественных условиях процент оплодотворения достигает 50% [56, 57]. Нерест единовременный, но растянут на 7–10 сут.

Примерное соотношение самцов и самок на нерестилищах в начале нереста 1:1,5, а в конце - 1:1.

Плодовитость налима высокая, абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) от 353 до 2383 тыс. шт., относительная индивидуальная плодовитость (ОИП) от 290 до 623 шт./г массы тела. Плодовитость самок зависит от возраста и массы тела [53, 54]. По мнению В.М. Володина (Володин, 1968), плодовитость зависит только от обеспеченности питательными веществами. Максимальную плодовитость имеют налимы, обитающие в Республике Коми РФ (около 2 млн. икринок), затем озерно-речная форма онежского озера (600–800 тыс. шт.), а минимальную – озерный налим Онежского озера (100–150 тыс. шт.) [54].

Половозрелые особи нерестятся не каждый год. Как для озерной, так и для озерно-речной формы периодичность нереста пока точно не установлена.

После нереста налим скатывается с нерестилищ в залив. Интенсивный нагул отмечается только с начала-середины марта до начала-середины мая. С приближением лета жор постепенно прекращается, и налим возвращается к местам летнего обитания. В это время в Куршском заливе налим почти равномерно рассеивается по всей акватории в южной и центральной частях, а на севере расселяется до пос. Юодкранте [56, 57].

Икра мелкая (0,8 - 1 мм в диаметре), светло-оранжевого цвета, прозрачная с небольшой жировой каплей, неклеякая, плавающая (плавучесть +0,12), по строению близка к икре пелагофилов. Течением она сносится из мест нереста, распространяясь на большой акватории, и рассеивается по дну.

Развитие ее длится при температуре 0,1–3 °С около 80–90 сут до весеннего половодья апреля – мая. К этому времени много икры погибает, поскольку она становится легкой добычей рыб, питающихся зимой. Из отложенной икры выживает только 0,13–0,18 % (в среднем 0,15%) личинок, которые потоком воды сносятся в придельтовые участки, соединенные с реками.

Длина вылупившихся предличинок колеблется от 3,2 до 5,1 мм, масса - от 0,33 до 0,83 мг. Предличинки пассивно лежат на дне в течение 3–4 сут после выклева.

При переходе на первый личиночный период развития личинки поднимаются на плав и держатся у поверхности воды в зарослевой зоне водоема. Примерно через 5–20 сут они переходят к донному образу жизни, выбирая участки с укрытиями (коряжником), густо заросшие и каменистые.

В Куршском заливе скатившаяся с половодьем молодь налима мигрирует к восточному его побережью, где нагуливается в течение летнего периода, предпочитая твердые каменистые грунты.

Молодь и мелкие налимы питаются хирономидами, червями, моллюсками, ракообразными, икрой рыб. В Куршском заливе основу рациона составляют амфиподы (до 98–100 %).

Налим до двухмесячного возраста питается копеподами, кладоцерами, личинками насекомых, а в заливе наряду с амфиподами в рационе присутствуют хирономиды (3,6 % от рациона). С ростом молоди состав пищевых объектов увеличивается за счет потребления более крупных гидробионтов и их обильного развития в летний период. У мальков длиной 35-40 мм спектр питания состоит из нескольких компонентов (копеподы, личинки водных насекомых). В питании налима в возрасте 8–11 мес. отмечена молодь рыб, икра рыб, гаммариды, личинки насекомых, в Куршском заливе рацион состоит из дрейсены (86 %), личинок насекомых (0,7 %), амфипод (13%) и пиявок (0,1%) [56, 57].

Молодь налима обитает преимущественно в дельтах рек, на мелководных участках со слабым течением. На таких участках часто наблюдаются значительные колебания температуры и содержания кислорода, также они характеризуются хорошим развитием макрофитов. Молодь налима может переносить значительные колебания температуры воды (от 8 до 30 °С), содержания кислорода (от 1,01 до 11,3 мг/л), углекислого газа (от 0 до 6,6 мг/л), тогда как взрослые рыбы имеют меньший диапазон устойчивости и погибают при температуре воды 27 °С [58].

У рыб старше одного года пищевой комок может состоять из 80 различных видов гидробионтов в зависимости от места их обитания. В Вилуйском водохранилище налим охотно потребляет хирономид (до 75% от рациона), особенно в периоды их массового развития [50].

Налим в основном предпочитает рыбу и гаммарид. В его желудках можно найти ельца, окуня, щиповку, плотву, язя, сига и молодь щуки [57]. Однако каннибализм у налима отмечается редко [56].

В пищевом рационе у рыб старше 8+ возраста присутствует только рыба, переход на такой тип питания происходит постепенно (снижается доля беспозвоночных и увеличивается доля рыбы) в возрасте от 2+ до 8+ лет.

1.1.3. Предполагаемое влияние на экосистему и входящих в ее состав ценных гидробионтов

Налим Куршского залива занимает особое место как в экосистеме этого водоема в целом, так и среди хищных рыб, в частности. Поэтому роль его здесь следует рассматривать с позиций статуса биологического мелиоратора и как объекта рыболовства.

Роль налима как биомелиоратора не столь велика, как щуки и судака, однако данный вид обладает рядом эволюционных особенностей. Основу рациона питания налима составляют рыбы среднего размера. Это связано с относительно небольшими размерами налима Куршского залива и особенностями строения глотки, что выводит из под его пресса рыб быстро растущих, с рано проявляющейся высокотелостью. К ним относятся такие ценные промысловые рыбы, как лещ, сиг, рыбец и др.

Питаться рыбой налима начинает на втором – третьем году жизни, причем активность питания увеличивается в тот момент, когда снижается температура, а значит, и активность судака и щуки, что выводит налима из конкуренции с ними.

«Весенний жор» отмечается у налима в период с начала-середины марта до начала-середины мая, когда происходит нерест у сорных видов рыб, причем основу рациона в это время составляет икра. Таким образом, мелиоративное воздействие на сорных рыб прослеживается на всем протяжении их жизненного цикла: в начале основа рациона – икра, затем – молодь и взрослые рыбы.

Хотя доля налима в уловах в среднегодовом исчислении составляет от 0,1 до 0,2% (рис. 1, 2), однако он очень популярен среди рыболовов-любителей и может рассматриваться как объект рекреационного рыболовства на водоемах, предназначенных для платного лова.

Численность популяций налима в Куршском заливе невелика и имеет тенденцию резкой флюктуации (максимальный годовой улов – 170 т). Если оценивать соотношение численности налима и рыб-жертв, то следует отметить, что снижение его численности отражается на увеличении таковой сорных видов рыб (табл. 7).

Таблица 7

Сравнительная характеристика среднегодовых уловов налима и рыб-жертв в Куршском заливе, т [1, 24]

Вид	Период				
	1958-1964	1965-1977	1978-1987	1988-2000	2001 – 2014
Налим	4,5	9,2	5,2	7,8	8
Плотва	370	750	1100	800	600
Окунь	240	210	190	220	170
Ерш	660	390	610	670	35
Среднегодовой вылов рыб-жертв	1270	1350	1900	1690	805
Отношение налима: рыбы-жертвы	278 : 1	147 : 1	365 : 1	217 : 1	101 : 1

Видимое из данных табл. 7 увеличение мелиоративного эффекта налима в последние полтора десятилетия некорректно учитывать, поскольку, как отмечалось ранее, фактические уловы ерша в этот период были существенно ниже возможного вылова.

Очевидно, что достаточно напряженные условия жизни налима в летнее время, а также в периоды инкубации и раннего постэмбриогенеза способны лимитировать численность популяции этого ценного объекта ихтиофауны Куршского залива. Реальный же механизм поддержания ее стабильной численности – искусственное воспроизводство и зарыбление залива жизнестойкой молодь.

1.2. Хозяйственная, промысловая и пищевая характеристика налима

В уловах длина особей колеблется от 20 до 75 см, средняя масса составляет 1300 г (вариабельность от 95 г до 3100). В довоенные годы уловы налима в Куршском заливе составляли от 2 (в 1938 г.) до 56 т (в 1931 г.). В 50-е годы вылов налима увеличился почти в четыре раза в сравнении с довоенным периодом – максимальный вылов в 1954 – 173 т, а минимальный в 1950 г. – 56 т. В последующие годы отмечают резкое снижение численности его популяции, что было обусловлено развитием в предыдущие годы специализированного промысла налима и применением закидных и ставных неводов, ловушек, крупноячеистых сетей в преднерестовый период, приведшим к перелову. Очевидно, это нарушило воспроизводительный потенциал налима, а в дальнейшем было дополнено мощным антропогенным воздействием, прежде всего на нерестовый биотоп налима.

Вылавливают налима различными орудиями лова: сеть ставная сиговая (23%), невод ставной крупночастиковый (9,2%), сеть ставная крупночастиковая (2,7%) [1, 24].

Налим - ценный продукт питания, промысловая рыба, в печени которой содержится 62-65 % жира. Мясо налима обладает специфической структурой, может иметь привкус лекарств. Буряты и другие северные народности употребляют налимяню кожу для приготовления одежды, а также вместо оконных стекол.

Если оценивать химический состав мяса налима, то доля мышечной массы составляет 47,7%, печени – от 8,4 до 13%. Жирность мышц значительно ниже (0,3 - 0,9%), чем печени (52,76%) (табл. 8).

Таблица 8

Химический состав мяса налима [60]

Показатель	Концентрация, на 100 г	Единица измерения
Калорийность	88	Ккал
Вода	70	Г
Белок	17,5	Г
Жир	2,0	Г
Хлор	165	Мг
Молибден	4,0	Мкг
Никель	6,0	Мкг
Фтор	430	Мкг
Хром	55	Мкг
Цинк	700	мкг

Наибольшую ценность налим представляет в свежем или консервированном виде (в частности, в виде консервов «Налимя уха»). Иногда в разделанном виде его вялят и сушат. По содержанию жира налима относят к диетическим продуктам.

В связи с отмеченным становится понятным, что реальная роль налима в экосистеме и промысле в Куршском заливе в настоящее время снижена. Поэтому искусственное воспроизводство его является тем механизмом, который способен увеличить его численность до обоснованного значения.

Особо следует отметить, что реально происходящее потепление климата в последние 30 – 35 лет негативно повлияло на естественное воспроизводство рыб с поздне-осенним, зимним и ранне-весенним нерестом [61]. Налим относится к рыбам этой группы. Поэтому оптимизация температурного режима в периоды созревания производителей налима, эмбрионального и личиночного развития, гарантирующая получение качественного потомства, возможна только в условиях искусственного воспроизводства.

1.В. СВОЙСТВА СТЕРЛЯДИ

В Куршском заливе в последние 30 лет произошли существенные изменения в составе ихтиофауны, резко снизилась доля в уловах угря, рыбца, сига и щуки [62, 63], численность популяций судака и леща, основных объектов промысла, в результате мер ее регулирования осталась стабильной. В этих условиях следовало ожидать всплеска численности популяций плотвы, ерша, окуня, основных конкурентов в питании ценным промысловым бентофагам (лещу, карасю, густере). Но его не последовало. Очевидно, в этом проявилось влияние резко возросшего по численности факультативного хищника – чехони. Поэтому можно утверждать, что значительная часть бентической кормовой базы в Куршском заливе рыбами не осваивается. Тем более что за последние двадцать лет биомасса и продукция зообентоса увеличились в два раза, прежде всего за счет возросшего представительства хирономид [58].

В связи с этим вселение в Куршский залив ценных видов рыб – бентофагов можно рассматривать как целесообразное мероприятие. Это имеет отношение и к вопросу о поддержании биологического разнообразия, поскольку оно обеспечивает большую лабильность экосистемы и оптимизирует трофические связи в водоеме.

Вселение стерляди (одного из самых ценных представителей осетровых) в Куршский залив – типичного бентофага, у которого основу питания оставляют хирономиды, будет способствовать более эффективному использованию кормовых ресурсов водоема, тем более что хирономиды являются основной составляющей бентической фауны.

Хозяйственная целесообразность вселения стерляди в Куршский залив, введение ее в разряд промысловых объектов должны рассматриваться также и с учетом снижения в настоящее время доли ценных видов рыб, определяющих экономику промысла. Стерлядь является самым быстрорастущим представителем осетровых рыб, с позиции достижения товарного размера (300-500 г) в возрасте 2-3-летков, поэтому сокращаются сроки введения ее в промысел. А являясь еще и наиболее ценным по пищевым качествам и стоимости представителем отряда осетровых, она реально улучшает хозяйственную деятельность рыболовецких хозяйств.

Однако следует отметить, что до настоящего времени не решен вопрос о совместном с Литвой зарыблении Куршского залива угрем. Вероятность его решения мала. Поэтому в настоящей работе дается обоснование целесообразности зарыбления залива стерлядью как альтернативы угрю. Тем более что бассейн Куршского залива и нижнее течение р. Неман относятся к западной границе ареала стерляди, и в этом случае не идет речь об акклиматизации. Калининградский залив располагается за пределами ареала, поэтому поднимать вопрос о зарыблении его стерлядью нецелесообразно, также как о зарыблении карпом водоемов, имеющих связь с крупными рыбохозяйственными промысловыми рыбозаводами. Запрет на проведение таких работ четко зафиксирован в приказе «Главрыбвода» 2004 г.

1.1. Биологическая и экологическая характеристика стерляди

1.1.1. Систематическое положение

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Actinopteri

Надотряд Chondrosteimorpha

Отряд Acipenseriformes

Семейство Acipenseridae

Род Acipenser

Вид *Acipenser ruthenus* (Linnaeus) – стерлядь [11] (рис. 12)



Рис. 12. *Acipenser ruthenus* - стерлядь

1.1.2. Биологическая и экологическая характеристика стерляди

Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1785 является единственным представителем осетровых рыб, постоянно обитающим в пресной воде. Распространена в реках, относящихся к бассейнам Черного, Каспийского и Балтийского морей, а также в бассейнах Северной Двины, Оби и Енисея [2, 9]. Отмечали поимку стерляди в солоноватых водах Азовского, Каспийского и Черного морей [64].

Стерлядь относится к одним из ранозревающих представителей осетровых. Самцы в пределах ареала созревают в возрасте 4-5, самки – 5-9 лет. В то же время белуга созревает в 12-14 и 16-18, калуга - 16-17 и 17-20, атлантический (балтийский) осетр – 7-9 и 8-14, севрюга – 9-12 и 12-17, русский осетр - 8-12 и 12-15, сибирский осетр – 11-14 и 17-18, амурский осетр – 9-10 и 13-17 лет, соответственно [44]. Данная оценка легла в основу обоснования перспективы создания продуктивного гибрида белуги и стерляди (бестера), который созревает в возрасте 4-6 (самцы) и 8-10 лет (самки) [44, 45]. Более ранний возраст созревания, особенности экологии стерляди отражаются на скорости ее роста и дефинитивных размерах. Более интенсивно стерлядь растет в первые два года, в дальнейшем темп роста замедляется. Средняя длина встречающейся в уловах стерляди достигает 40-60 см, средняя масса 0,3–1 кг. Зафиксирован отлов стерляди длиной 125 см и массой 16 кг [65–67].

Стерлядь является достаточно пластическим объектом, что подтверждается географией ее распространения. Нерест в водотоках на галечном грунте отмечается при температуре от 7 до 20 °С. Внешне половозрелых рыб можно выделить по появлению беловатого налета на голове [68, 69].

Учитывая размеры половозрелых рыб (0,3-5 кг), самок стерляди по количеству выметываемой икры можно отнести к среднеплодовитым рыбам, таким как щука, сиг и др.

Абсолютная плодовитость составляет от 4 до 140 тыс. икринок [70, 71]. Диаметр икринок 1,9-2 мм. Эмбриональное развитие при отмеченной температуре продолжается 6-9 сут. До перехода на экзогенное питание (возраст 10-14 сут после вылупления) личинки ведут малоподвижный образ жизни, а в дальнейшем – активный поиск пищи, постепенно расселяясь в пределах нагульного биотопа. Основные отличительные признаки стерляди представлены в табл. 9.

Таблица 9

Отличительные признаки стерляди

Максимальная		Предельный возраст, лет	Нерестовая температура, °С	Плодовитость, тыс. шт. икринок	Эмбриональный период, сут	Объект питания
масса, кг	длина, см					
16	100	20	9-12	11-100	6-11	Хирономиды, бокоплавцы, мелкие моллюски, молодь рыб

В 30-е и 50-е годы прошлого столетия проведены работы по зарыблению молодью стерляди бассейна Куршского залива [70]. Однако ввиду малочисленности выпускаемого материала не удалось сформировать промысловой популяции данного вида. Но после этого на протяжении многих десятилетий, вплоть до 90-х годов прошлого столетия, были отмечены случаи поимки отдельных особей стерляди, в том числе достигших возраста половой зрелости [88–90]. Сбор статистических данных при опросе местного населения в прибрежной зоне Куршского залива показал, что стерлядь в уловах в этом водоеме встречалась вплоть до конца 70-х годов прошлого столетия, что можно напрямую связать с вселением ее в 1954-1955 гг. [69].

В 50-х годах прошлого столетия стерлядь активно вселяли в реки, относящиеся к бассейну Балтийского моря (Даугава, Нева, Неман), а также в Печору и Северную Двину. Но наиболее масштабные работы по выпуску молоди стерляди начались в 90-е годы, и в настоящее время отмечается их расширение (табл. 10) [68].

Широкую географию работ по вселению стерляди в различные водоемы на территории России объясняет ее способность выдерживать понижение тем-

пературы воды зимой до значений близких к 0 °С и повышение летом до 26-28 °С. Оптимальной же для роста считается температура воды 18-25 °С [68, 71, 72].

Таблица 10

Выпуск молоди стерляди в водоемы России [70]

Водоемы	2001 г.		2002 г.	
	количество, млн. шт.	навеска, г	количество, млн. шт.	навеска, г
р. Северная Двина	0,002	9,5	0,002	9,5
Иваньковское водохранилище	0,022	10,0	0,067	10,0
Горьковское водохранилище	0,7	-	0,002 0,68	20-25 -
Куйбышевское водохранилище	0,05	12,0	0,05	12,0
Саратовское водохранилище	0,76	1,9	0,785	1,9
Волгоградское водохранилище	0,451	-	0,4885	-
Нижняя Волга	0,076	2,6	0,129 0,07	2,3 -
р. Ока	0,059	5,4	0,184	32,0
р. Москва	0,092	15,0	0,062	6-10
р. Обь	0,203	-	0,1273	-
р. Енисей	0,02	-	0,225	-

Столь высокая пластичность, наряду с отмеченными ранее диетическими качествами мяса и достижением товарной массы (300-500 г) в трехлетнем возрасте, делают стерлядь крайне выгодным объектом товарного рыбоводства. Поэтому, оценивая ростовой потенциал стерляди (табл. 11), можно утверждать, что в пастбищных водоемах она имеет перспективу стать экономикообразующим объектом выращивания и промысла.

Таблица 11

Динамика роста стерляди в естественных водоемах, г

Возраст, лет	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Масса, г	10-30	50-150	130-280	250-450	350-600	500-1100	700-1700	1000-3000	1200-3500

Стерлядь отличается высокой выживаемостью: на этапе выращивания 3-граммовых мальков от перешедших на активное питание личинок выживают более 80%, при выращивании до 20 г – 80-90%, а более крупной рыбы – до 90-100%. Низкий выход личинок на этапе смешанного питания (60-70%) объясняется в основном недостаточной обеспеченностью пищей, а в условиях искусственного выращивания – правильностью применения методов кормления. Если удастся обеспечить достаточный спектр стартовых кормов и их высокое качество, то и на этом этапе возможно добиться выхода личинок на уровне 80-90% [54].

Биотехника размножения стерляди близка к освоенным методам по другим осетровым рыбам [69, 70].

Успех выращивания рыб в искусственных условиях и при пастбищном нагуле зависит от их возможности раскрывать ростовую и адаптогенную способность. В частности, это можно показать на примере выработки новых технических условий на искусственные корма для выращиваемых рыб [73]. В них показано, что в условиях близких к оптимальным коэффициент стартовых и продукционных кормов не должен превышать 1-1,3, а при меняющихся в обе стороны от оптимума условиях он увеличивается на 20-40%. Это положение применимо и к стерляди.

У. Хоар с коллегами (1983) выделяют в разработанной ими классификации температуру воды как основной, направляющий развитие рыб фактор, поскольку рыбы являются пойкилотермными животными и скорость обмена веществ у них в пределах от минимальной температуры до оптимальной находится в прямой зависимости от величины этого показателя [71].

Лишь за пределами верхней границы оптимума эта зависимость ломается, что можно связать, прежде всего, с нарушением в обеспечении кислородом органов и тканей [71]. Поэтому, рассматривая влияние температуры воды на развитие и рост осетровых рыб, необходимо учитывать интервал оптимальных значений этого фактора, а также отмечаемых ниже и выше него.

С учетом того, что разнообразие видового состава осетровых предполагает как наличие обособленных ареалов, так и накладывание их частей, можно отметить, что для большинства из них (на примере европейских видов) интервал оптимальной температуры, раскрывающий ростовую и адаптогенную потенцию, составляет 18-23 °С [71, 72]. У гибридов осетровых благодаря гетерозисному эффекту он расширяется до 25 °С. Аналогично это проявляется и у сибирского осетра, но благодаря биологической потенции, раскрываемой при правильно проведенной акклиматизации. Для чистых линий русского осетра, белуги, стерляди не желательно, чтобы максимальная температура поднималась на длительный период выше 25-27 °С.

У стерляди крайне высокая потенция роста. Об этом говорят данные о достижении мальками массы 3-7 г за 30-50 сут при температуре воды 14-18 °С [71].

В указанном диапазоне рост у молоди интенсивный, что опосредуется и активностью питания.

В дальнейшем, на первом году жизни высокая скорость роста сохраняется. Так, сеголетки вырастают до 70-100 г [69, 70]. Следует отметить, что эти показатели достигаются при соответствующих плотностях посадки и других факторах, способствующих раскрытию ростовой потенции рыб.

Наши исследования показали, что при выращивании молоди стерляди в бассейнах, снабжаемых водой р. Немонин, сеголетки достигали массы 80 – 90 г. Близкими были результаты выращивания сеголетков в садках, установленных в водоеме – карьере «Прибрежный». Сравнимые результаты выращивания сеголетков в эти же временные сроки были получены в установке замкнутого водообеспечения [74].

При установлении оптимального температурного режима на этапах выращивания 3-граммовых мальков стерляди (14–18°C) и сеголетков (18-22 °C) последние достигают массы 200 г в возрасте 220-240 сут [69]. В то же время, как показано в табл. 10, различные условия выращивания, определяемые, в том числе, температурой воды, отражаются на величине достигнутой в сравниваемом возрасте массы стерляди.

Так, в естественных водоемах сеголетки достигают 10-30 г, двухлетки – 50–100 г и только на 3-4 году – товарной массы (от 300 г). В прудовых хозяйствах товарной массы стерлядь достигает на третьем году, в бассейновых – на втором-третьем, а в УЗВ – в возрасте 180-210 сут.

Оценивая влияние температуры воды на развитие и рост стерляди, следует отметить, что величина ее и продолжительность поддерживаемых оптимальных значений непосредственно воздействуют не только на рост, но и возраст созревания производителей [71]. Эта связь проявляется в сокращении возраста созревания рыб по сравнению с естественной термикой воды, отмечаемой в природных водоемах. Достигаемый при этом эффект характеризуется сокращением возраста созревания стерляди до 1,5-2,5 лет [75, 76].

Оценивая влияние температуры воды на стерлядь в осенне-зимне-весенний период, следует отметить, что стерлядь продолжает питаться при снижении температуры воды до 2-4 °C. Поэтому период, когда она не питается, значительно меньше, чем у карпа, а значит, меньше и потери массы за зимовку [76].

Признавая решающее влияние температуры воды на развитие и рост рыб, включая и стерлядь, следует учитывать и другие факторы, которые способствуют раскрытию или ограничению биологической потенции рыб.

Степень насыщения воды кислородом У. Хоар (1983) отнес к основному лимитирующему развитию рыб фактору [71]. Действительно, достигаемый под действием температуры воды уровень обмена веществ находит энергетическое разрешение при определенном поступлении в организм рыб кислорода.

Окислительная реакция является основой синтеза веществ и определяет необходимый уровень метаболизма, обеспечивающий постоянное обновление организма и связанный с этим рост.

Рассматривая содержание кислорода в воде в качестве лимитирующего развитие рыб фактора, необходимо учитывать, что наибольший эффект его отмечается при оптимальной температуре воды. Но и при более низкой и высокой температуре воды большее насыщение воды кислородом напрямую влияет на рост и жизнестойкость рыб.

Для стерляди не существует особых отличий в отношении содержания растворенного в воде кислорода по сравнению с другими осетровыми рыбами. Но важно, чтобы на ранних этапах развития молоди и при содержании производителей оно было близким к 100% насыщения. Но уже с мальковых этапов развития молодь стерляди достаточно лабильно реагирует на снижение содержания кислорода до 70-90% насыщения, сохраняя достаточно высокую скорость роста [70].

Таким образом, наличие благоприятного температурного и газового режима позволяет в наибольшей степени раскрыться ростовой потенции стерляди. Таковыми условиями следует признать температуру воды 20-25 °С и насыщение её кислородом около 100%.

Считается правомерным утверждение о том, что нейтральная реакция воды наиболее благоприятна для рыб и кормовых организмов. Однако в природных водоемах величина этого показателя различается и в зависимости от уровня их трофности, и в связи с сезонностью.

Так, в дистрофных и олиготрофных водоемах она обычно ниже 7 (6-6,5), в мезотрофных и эвтрофных зимой и ранней весной близка к 7, а летом может повышаться до 8-9 [69]. Поэтому рыбы, в силу своей приспособляемости к условиям обитания в пределах привычного ареала, могут жить и размножаться в широком диапазоне рН, 6-9 для осетровых [69, 70].

При изменении рН в сторону от нейтральных значений происходит разбалансирование буферных связей, что непосредственно отражается на гидрохимическом режиме водоемов: содержании кислорода, аммиака, аммония и продуктов их окисления. Это непосредственно влияет на рыбу и кормовые организмы, ухудшает условия их жизнедеятельности.

Еще одна особенность, которая связана с величиной рН, – растворимость в воде кислорода. В кислой среде растворимость кислорода ниже. Поэтому в водоемах, где рН составляет 5 - 6,5, насыщение воды кислородом не превышает 80-90%.

Ранняя молодь осетровых нормально развивается при рН 7-8, мальки и сеголетки хорошо переносят рН 6,5-8,5. Рыбы старших возрастных групп приспособлены жить в диапазоне рН от 6 до 9 [76].

1.1.3. Предполагаемое влияние на экосистему и входящих в ее состав гидробионтов

Стерлядь признается единственным типичным пресноводным объектом среди осетровых, хотя в отдельных источниках отмечается присутствие ее в

уловах в Каспийском и Азовском морях [10, 11], что не следует рассматривать как нечто неординарное.

Во многих морях, в эстуарных и лиманных опресненных водах, обитают разнообразные пресноводные рыбы (судак, лещ, вобла, тарань, карась, чехонь и др.), а на большей части прибрежной зоны Балтийского моря с соленостью до 7-9 ‰ постоянно нагуливаются судак, лещ, окунь, угорь и другие чисто пресноводные рыбы, на зимовку и нерест они возвращаются в пресные или опресненные до 2-3 ‰ воды заливов и рек [25, 69].

Для осетровых рыб свойственна избирательность в питании. Поэтому когда рассматривается вопрос об интродукции осетровых в те или иные водоемы, помимо оценки гидрологических условий, возможного пресса хищничества на них со стороны аборигенных видов рыб, необходимо учитывать доступность предпочитаемых кормовых организмов. Здесь важна и оценка возможной конкуренции в питании с наиболее массовыми промысловыми видами рыб. Но этот вопрос имеет отношение к приемной емкости экосистемы водоема по вселяемому объекту, что будет подробно рассмотрено на примере Куршского залива.

Как видно из табл. 8, стерлядь предпочитает питаться хирономидами, бокоплавами, мелкими моллюсками, а на определенных этапах – хищничать. Когда речь идет о создании промысловых популяций стерляди в водоемах, среднесезонная биомасса бентосных кормовых организмов должна быть выше 5-10 г/м² [77].

Поэтому можно с определенной степенью достоверности подтвердить целесообразность вселения стерляди в Куршский залив. В основе этого – неиспользуемые кормовые ресурсы бентической фауны, о чем говорилось ранее, и преимущественное представительство в ней хирономид с высокой биомассой и продукцией. Следовательно, пресса конкуренции в питании с другими бентофагами ожидать не следует.

Специфика питания стерляди, проникновение при этом в донные отложения на глубину до 5-6 см будут способствовать более интенсивному окислению органики, что повысит общий мелиоративный эффект, исходящий от бентофагов.

Нерестовые биотопы большинства объектов ихтиофауны Куршского залива отличаются по гидрологическим и гидробиологическим параметрам от биологических требований стерляди, поэтому негативного влияния ее на размножение других видов рыб, прежде всего объектов промысла, не будет.

1.2. Хозяйственная, промысловая и пищевая характеристика стерляди

Массовость и доступность в уловах, наряду с деликатесным свойством мяса стерляди, определяли популярность этой рыбы на столе россиян, начиная со средних веков. Неслучайно, что именно стерлядь стала первым среди осетровых рыб объектом искусственного воспроизводства еще в XIX в.

Мясо стерляди является деликатесом, как и икра. При сравнении соотношения массы отдельных частей тела тушка занимает 45,6%, половые продукты 3,9-6,9 % в зависимости от сезона года. Химический состав тела и половых клеток стерляди приведен в табл. 12.

Таблица 12

Пищевая характеристика стерляди [60]

Вид продукции	Концентрация вещества, %				Калорийность, ккал
	вода	протеин	жир	минеральные вещества	
Мясо или тушка	67	16	13	1,0	185,5
Икра	55,0	25,0	14,0	-	355,7
Молоки	55,9	15,5	26,9	1,7	250,2

Ценность мяса осетровых определяется не только тем, что оно содержит большое количество протеина, но и тем, что в его состав входят незаменимые аминокислоты, такие как валин, гистидин, фенилаланин и т.д, причем их соотношение в тушке рыбы является оптимальным для человека.

Богато представлены в составе жира ненасыщенные жирные кислоты. Кроме того, в мышечной ткани содержится большое количество микроэлементов, играющих важную роль в пищевом рационе (табл. 13).

Таблица 13

Содержание химических элементов в теле стерляди [60]

Время года	Концентрация калия, мг%	Концентрация кальция, мг%	Концентрация железа, мг%	Концентрация магния, мг%	Концентрация фосфора, мг%
Осень	156-195	14	3,0-3,4	24-25	223-235
Весна	146-175	24-27	3,0-3,2	34-36	231-264

Питательная ценность мяса стерляди обосновывает ее стоимость как продукта, обладающего ценными потребительскими качествами. Поэтому стерлядь осваивают как объект выращивания в различных направлениях: пастбищное, прудовое, индустриальное, рекреационное. Причем говоря о пастбищном нагуле стерляди в рыбохозяйственных водоемах, таких, например, как Куршский залив, следует учитывать, что выращивание для зарыбления посадочной молоди будет осуществляться в прудовых или индустриальных хозяйствах. Занимая в экосистеме залива определенную нишу, стерлядь в зависимости от устанавливаемой величины промвозврата может иметь большое промышленное значение, определяя его эффективность.

1.Г. СВОЙСТВА РЫБЦА

В бассейне Балтийского моря, наряду с лососевыми, одним из наиболее ценных видов рыб является рыбец. Однако по ряду причин, прежде всего в результате антропогенного влияния, популяции этого объекта к концу XX в. пришли в депрессивное состояние. Таким образом, вылов, например, неманского рыбца, составлявший в 1954 г. около 1634 т, снизился к 1972 г. до 337 т [1, 2], а с начала 90-х годов рыбец из разряда промысловых рыб (в российской части Куршского залива) перешел к объектам прилова [1].

Жесткие рыбоохранные меры способны в какой-то степени поддержать популяции рыбца на определенном уровне. Так, по данным литовской стороны, за счет длительного промыслового запрета удалось увеличить вылов рыбца в море и в период нерестового хода. Однако с потерей нерестилищ на основных нерестовых реках регулирование численности популяции рыбца только промыслом не позволит обеспечить значительные объемы его вылова.

В Калининградской области имеется единственная нерестовая река - Шешупе, где нерестилища рыбца ограничены по площади. При проявлении негативных факторов в период миграции, нагула и нереста рыбца в пределах этой реки может сложиться ситуация, когда будут потеряны более или менее значимые по количеству рыб генерации рыбца, что приведет к изменению структуры и численности популяций.

Поэтому определяющим увеличению промысла рыбца фактором должно стать искусственное воспроизводство, учитывающее специфику абиотических и биотических условий водной системы, биологические и биотехнические особенности объекта на всех этапах, охватывающих период воспроизводства.

1.1. Биологическая и экологическая характеристика рыбца

1.1.1. Систематическое положение рыбца

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

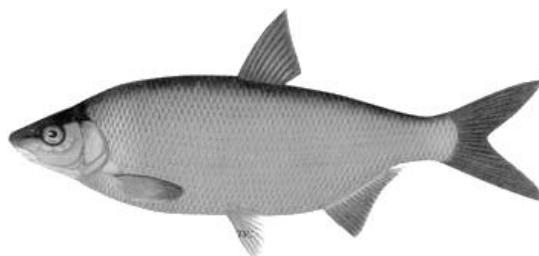
Надотряд Cyprinimorpha

Отряд Cypriniformes

Семейство Cyprinidae

Род *Vimba*

Вид *Vimba vimba* (L.) – рыбец [10, 11] (рис. 13)



1.1.2. Общая биологическая характеристика рыбца

Представители рода *Vimba* – это карповые рыбы среднего и сравнительно большого размера с умеренно продолговатым и относительно высоким телом, сжатым с боков. Брюшко перед грудными плавниками закруглено, а за ними сжато с боков, образуя непокрытый чешуей киль. Спина сжата с боков, имеется полоса, не покрытая чешуей перед спинным плавником. За спинным плавником имеется киль, покрытый изогнутыми по середине чешуями вдоль спины за дорзальным плавником. Рот нижний, полулунный, с тонкими губами, без рогового покрова. Рыло более или менее продолговатое, нередко с мясистой верхушкой, усиков не имеет. Спинной плавник, находящийся немного позади грудных, короткий, с 8–9 лучами, без костяного луча. Анальный плавник имеет от 15 до 22 разветвленных лучей и находится за вертикальной линией, идущей от конца дорзального плавника. Хвостовой плавник лопастной, лопасти заостренные. Боковая линия полная и непрерывистая, почти прямая, с 48–64 чешуями. Глоточные зубы однорядные, по формуле 5–5, сжатые с боков и изогнутые у концов короткими жевательными поверхностями. Жаберные тычинки короткие и редкие, их число – 12–20.

Окраска тела у рыбца значительно изменяется по временам года. Весной, перед нерестом, вся спина становится черной, середина брюха и нижние плавники – красными. У самцов в это время на голове, на жаберных крышках и по краям чешуи развиваются маленькие зерновидные бородавочки. Осенью и зимой спина у рыбца голубовато-серая, брюхо серебристо-белое и нижние плавники бледно-желтоватые [10, 11].

Рыбец – представитель семейства карповых, имеющий широкий ареал – от бассейна Балтийского моря до бассейнов Черного и Эгейского морей. Наиболее многочисленный вид этого рода - *Vimba vimba* (L.).

На севере ареала он обычен в бассейнах Вислы, Одера, Эльбы и обитает в Южной Швеции до 62° северной широты, а также в бассейне пролива Каттегат, в Южной Финляндии до 63° северной широты.

В южной части ареала этот вид отмечен в Дунае, Днестре, Днепре, Дону, Кубани (в среднем и верхнем течениях рек) и в ряде мелких рек Кавказа и Крыма, а также в прибрежной опресненной полосе Черного и Азовского морей. Рыбец населяет также Каспийское море и впадающие в него реки: Волгу (нижнее течение), Куму, Терек, Куру, Аракс. Обитает в крупных озерах Северо-запада, таких как, Ладога, Ильмень, Псковско-Чудское, в некоторых озерах южной Швеции.

В бассейне Черного моря рыбец населяет все северные притоки моря от Дуная до Кубани, Азовское море и северо-западные опресненные участки Черного моря, реки Черную и Салгир и другие мелкие реки Крыма, реки западной части Закавказья (Сочи, Хоста, Бзыбь, Гумиста, Кодори, Риони, Супса, Натанеби, Чорох), реки Восточной Болгарии (Камчия, Велека, Резовска (Резвая)) и р. Сакарья (Сакарие) в северо-западной части Малой Азии (Турция). Хотя до настоящего времени рыбец не обнаружен в реках северной части Ма-

лой Азии (между реками Сакарън и Чорох), однако его присутствие очень возможно и в них.

В северной части Черного моря рыбец встречается в среднем и даже верхнем течении рек: в Дунае — до Баварии, в Днестре — до г. Львова, в Днепре — до г. Смоленска, в Дону — до г. Изюма и выше, в Кубани — до станицы Казанской.

В бассейне Балтийского моря рыбец нагуливается в опресненной части Балтики, как правило, в ее прибрежной части, изредка уходя в открытое море на расстояние до 15–20 миль. На нерест идет в реки Вислу, Неман, Даугаву, Лиелупе, Салацу, Пярну, Казари, Кунду, Вихтерпалу и т.д.

Данный вид образует ряд подвидов, на западе ареала в бассейне Балтийского моря обитает обыкновенный рыбец (или сырть) — *Vimba vimba vimba*, L [10, 11]. Образует проходные, полупроходные и жилые формы [78, 79].

Наибольшее промысловое значение имеют кубанские, днепровские и донские рыбцы (*Vimba vimba carinata*). По содержанию чистого мяса рыбцы уступают лишь осетровым и лососевым рыбам, а балтийский рыбец имеет самый высокий процент жирности среди карповых рыб. По вкусовым качествам он мало уступает шемае и вырезубу. Особенно рыбец ценится в вяленом виде [60].

Темп роста у балтийского рыбца значительно ниже, чем у южных рыбцов. Если сравнивать темп роста сеголетков только балтийского рыбца, то стоит отметить, что сеголетки р. Неман имеют более высокий темп роста, чем сеголетки р. Вилии (Нярис).

Самки сырты по сравнению с самцами того же возраста имеют большие размеры как в линейном, так и в весовом эквивалентах. Темп роста у самок сырты (рыбца) немного выше, чем у самцов. Это отличие становится заметным со второго года их жизни и более значительно проявляется в весовых показателях роста [80–82].

Линейные размеры рыбца показывают в пределах каждой возрастной категории довольно большие индивидуальные колебания. Наибольший темп линейного роста отмечается в первые годы жизни у балтийской сырты (до 4–5 лет), у черноморского и каспийского рыбцов (до 3–4 лет), т. е. до наступления половой зрелости, в то время как у половозрелой сырты (рыбца) наблюдается довольно резкое снижение скорости нарастания тела в длину [82].

Данное отличие между скоростью роста неполовозрелых и половозрелых рыб объясняется, прежде всего, тем, что значительная часть энергии пищи, усваиваемой половозрелыми рыбами, используется в процессе созревания половых продуктов, а это влечет за собой изменение в использовании энергии на энергетические и пластические нужды в сторону нарастания относительного значения первых у половозрелых рыб [78].

Скорость весового роста держится на довольно высоком уровне у рыб 6–7 и даже 8-летнего возраста. Оценивая скорость роста у балтийского рыбца, следует отметить, что в высоту и толщину он растет интенсивнее, чем в длину, а это приводит по мере роста к развитию высокотелости. Причем у самок увеличение длины сопровождается более значительным увеличением массы,

чем можно было бы ожидать при изометрическом росте. Так, соотношение скоростей роста по массе и длине тела у самцов осеннего захода составляет 3,03, а у самок 3,36, у балтийского рыбака весеннего захода величина соотношения у самок 2,66, у самцов 2,3 [73]. В Куршском заливе у самцов эта величина составляет 3,34, а у самок только 3,0.

Упитанность рыбака, подобно упитанности других видов карповых рыб, претерпевает заметные сезонные колебания. Рыбак является более упитанным летом или же к концу вегетационного периода осенью, когда средняя величина коэффициента упитанности оказывается наиболее высокой.

Величина коэффициента упитанности рыбака, подобно показателям весового роста, претерпевает в течение года значительные колебания, значение этого коэффициента определяется в большой мере развитием половых продуктов, накоплением и расходом жировых запасов и степенью наполнения кишечника [83, 84].

Производители рыбака, идущие на нерест, нерестящиеся и скатывающиеся после нереста, питаются. Пищей им служат личинки, куколки и взрослые насекомые, ракообразные и растения. Однако основной нагул взрослого рыбака происходит собственно в море. Взрослому рыбаку свойственен широкий пищевой спектр. Он способен питаться червями и высшими ракообразными, как лещ, относительно крупными моллюсками, как тарань, рыбой, как чехонь. Однако характер ротового аппарата рыбака позволяет считать, что ему более свойственно питание донными беспозвоночными, чем рыбой.

Половозрелым рыбак становится в возрасте 4–5 лет. Самцы созревают раньше самок. В Шешупе впервые нерестящиеся самцы имеют длину 21 см, а самки 23 см [1, 2, 85, 86]. Основная масса рыбака мигрирует из Балтийского моря по Куршскому заливу на нерест в р. Неман и ее притоки – Нярис, Швантойю, Дубиссу, Юру, Минию и Шешупе.

Заход озимой расы балтийского рыбака в Неман начинается в октябре – ноябре. До зарегулирования стока р. Неман он поднимался до г. Столбцы (Белоруссия), а теперь только до Каунаса. Часть производителей (25%) зимует в заливе недалеко от устья р. Неман, на участке Заливино – Причалы, и заходит на нерест в следующем году [85–87].

Период хода рыбака в р. Шешупе по имеющимся данным, протекает регулярно с конца марта до конца апреля и с конца апреля до конца мая. Перерыв наблюдается, как правило, ежегодно. В последние годы отмечены нарушения регулярности хода рыбака в сторону усиления его в более позднее время. Раньше всего начинается ход рыб старших возрастов, затем — более молодых и, наконец, «яловых».

Отмечена прямая зависимость между массовым заходом рыбака на нерест и максимальным стоком рек в апреле – мае и октябре – ноябре. Факторами, определяющими величину нерестовых косяков, сроки и дальность миграции, являются сезонная динамика температуры воды, направление течений в горловине залива, интенсивность цветения воды. Средняя скорость нерестовой миграции ярового рыбака 5 км/ч, максимальная – 10 км/ч, озимый рыбак мигрирует медленнее – со скоростью 2 км/ч [85–87].

У самцов во время нереста развивается брачный наряд в виде жемчужных бугорков на голове, жаберных крышках и на краях чешуек, а также наблюдается изменение окраски спинной части до черного цвета, что позволяет легко отличить на нерестилище самцов от самок. Следует отметить наличие полового диморфизма у рыбака. Самки рыбака из р. Неман отличаются от самцов не только размерами, но и по некоторым пластическим признакам: у самок короче брюшной плавник меньше диаметр глаза (в процентах от длины головы), но больше расстояния P-V и V-A.

Популяция рыбака из р. Шешупе отличается от рыбаков рек Неман и Нярис. По нашим данным, самки из р. Шешупе отличаются от самцов по восьми пластическим признакам. Самки имели большие значения постдорзального расстояния и длины хвостового стебля ($p < 0,001$ в обоих вариантах); длины А, длины Р, длины головы и по диаметру глаза ($p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,05$ и $p < 0,001$ соответственно). Длина рыла и ширина лба были больше у самцов ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно). Самки и самцы из р. Неман отличаются по длине брюшного и анального плавников.

При сравнении пластических признаков самок и самцов из р. Нярис отмечены различия также по двум показателям: по длине брюшного плавника и диаметру глаза ($p < 0,01$) – больше у самок. У самцов из р. Шешупе достоверными из этих двух признаков были различия по величине диаметра глаза, также в пользу самцов ($p < 0,001$) [88, 89].

При оценке размерно-возрастного состава стоит отметить, что рыбаки р. Шешупе имеют меньшие размеры и представлены более младшими возрастными группами, чем рыбы из нерестового стада.

На нерест в р. Неман заходят рыбы в возрасте от четырех до тринадцати лет, а шешупское нерестовое стадо представлено рыбами в возрасте от трех до девяти лет. Доля впервые нерестящихся самок в возрасте четырех лет и самцов в возрасте трех лет составляет 40%. До возраста 7 лет в нерестовой популяции самцы доминируют над самками, в возрасте 8 лет их соотношение 1:1, в старших возрастных группах самки доминируют над самцами [90].

Сначала на нерест идут старшие возрастные группы, затем младшие. Начинается нерест у озимой части популяции при температуре воды 12,5–13 °С, у яровой – при 15–18 °С, пик нереста отмечается при температуре воды 16–20 °С [89, 91].

Временная структура нерестового хода рыбака в р. Шешупе, установленная нами в период, охватывающий конец прошлого – начало нынешнего веков, представлена на рис. 14. Сохранение ее в рамках предшествующих периодов подтверждают литературные данные [56].

Рыбец в районе нерестилищ появляется задолго до нереста. При повышении температуры воды и благоприятном гидрохимическом режиме он выходит на нерестилище для икрометания. Дозревание происходит на плесе реки.

За 5–6 дней до начала нереста, когда температура воды близка к нерестовой, на перекатах появляются текущие самцы. С наступлением нерестовой тем-

пературы на перекаты выходят самки, но их значительно меньше, чем самцов. По мере хода нереста число самок увеличивается, и в конце нереста в иные годы самки преобладают над самцами. Соотношение самцов и самок на нерестилищах по наблюдениям составляет 5:1.

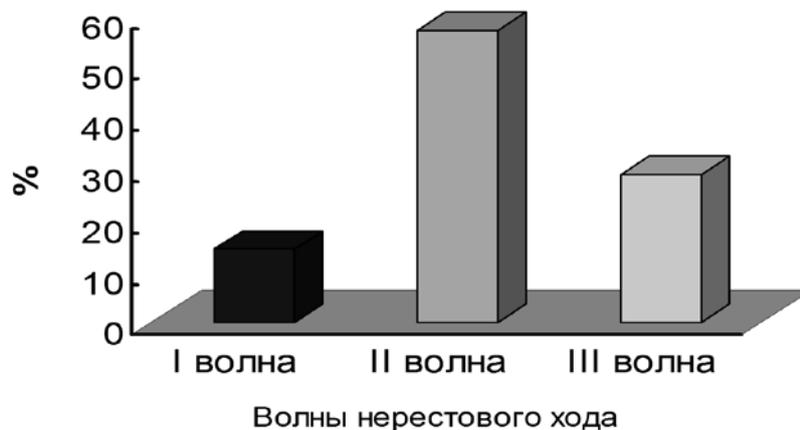


Рис. 14. Временная структура нерестового хода рыба в р. Шешупе [56]

В годы, когда отмечается депрессия или стабильность запасов рыба, на нерестилищах наблюдается относительное увеличение количества самок и уменьшение числа самцов к концу нереста. В годы же увеличения популяции в течение всего периода нереста на нерестилищах преобладают самцы, что объясняется более ранним их созреванием и многократным участием в нересте.

Средняя длина самок на нерестилищах колеблется от 27,5 до 29,5 см, самцов — от 22,5 до 26,8 см.

Рыбец типичный литофил. Нерест происходит на перекатах при скорости течения воды на нерестилище до 1 м/с (оптимальная - 0,7-0,8 м/с), на глубине до 1 м, при рН около 7, содержании кислорода не менее 5-6 мг/л [89]. Рыбец нерестится только на чистом твердом грунте. На перекатах с галькой, заиленной или покрытой обрастаниями, нереста никогда нет. В мутной воде нереста также не бывает.

Во время нереста у рыба наблюдаются брачные игры. Над поверхностью воды появляются то спинные плавники, то хвост, слышится плеск воды, рыбы прижимаются друг к другу, поворачиваясь при этом боком, часто поднимая сильное бурление воды и выскакивая над поверхностью. На нерестилище каждую самку сопровождают обычно 4–8 самцов, каждый из которых старается приблизиться вплотную к ней. Самка откладывает созревшую порцию икры с небольшими паузами, передвигаясь по участку переката.

Во время нереста производители чутко реагируют на всякий шум, прерывая нерест и уходя с переката на плес. Наступающие заморозки, дождь или сильный ветер прерывают нерест. Через 2–4 дня после наступления хорошей погоды нерест возобновляется.

Наиболее интенсивно протекает нерест в утренние часы (с 5 до 12 ч) и вечером (с 19 до 21 ч), ночью рыбец не нерестится [88]. Наблюдались и довольно резкие отклонения от обычной картины нереста. Иногда он начинается с

наступлением сумерек, продолжается до 21–22 ч, затем прерывается и возобновляется в 3 ч ночи, прекращаясь с восходом солнца. Эти отклонения имеют место в тех случаях, когда нересту в ночное время что-либо мешает, например, интенсивные ночные обловы на перекатах или длительное похолодание при вполне созревших половых продуктах. Тогда, при наступлении благоприятных условий, рыбец откладывает икру в необычное для нереста дневное время.

Нерест протекает в три этапа:

- 1 - отстаивание на плесе;
- 2 - выход самцов на нерестилище (при повышении температуры и благоприятном гидрологическом режиме);
- 3 – выход самок и начало икрометания [88].

Самки балтийского рыбца откладывают до трех порций икры, поэтому весь процесс нереста является растянутым. Продолжительность нереста зависит от абиотических условий года и колеблется от 28 до 38 дней. В связи с тем, что созревание гонад у разных особей рыбца происходит одновременно и икра выметывается порционно, естественные нерестилища используются многократно.

Выметанная самками икра заносится течением в щели между камнями и галькой и приклеивается к ним со всех сторон. Но икринки, приклеившиеся к верхней поверхности субстрата, как правило, полностью выедаются сорной рыбой.

Основными врагами икры и личинок рыбца на нерестилищах являются сорные рыбы и их молодь - пескарь, плотва, укляя, горчак и др.

Заканчивается нерест скатом производителей на более глубокие места реки, а затем и скатом вниз по течению реки и далее в Куршский залив. После нереста производители рыбца концентрируются в северной и средней частях залива, где интенсивно питаются: весной – личинками хирономид, летом – нереисом, осенью – пелагическими и донными ракообразными (мизидами и остракодами). В средней части залива весной и летом основу рациона отнерестившихся производителей составляют моллюски (*Dreissena*, *Pisidium*), осенью – личинки хирономид, бентосные ракообразные (*Corophium*, *Asellus*) и моллюски. Отличительной особенностью рыбца является то, что зимой он тоже питается в основном ракообразными бентоса, такими как *Corophium*, *Asellus*, хотя и не очень интенсивно [89].

Икрометание у рыбца порционное. В I порции икры содержится от 50,8 до 76,1%, во II и III порциях — от 23,9 до 49,2% икринок. Диаметр икринок I порции икры в среднем от 1,10 до 1,40 мм, II порции — от 0,60 до 0,90 мм, III порции – от 0,59 до 0,65 мм [88, 89].

Доля первой порции - 61,4 - 76,1%, второй и третьей – от 23,9 до 38,6% [92]. Созревание второй порции происходит за 18-20 сут, а третьей – около 11 сут. Размер икринок влияет на размер эмбрионов и личинок. Эмбрионы из первой порции имеют большую массу желтка и преимущество в росте на этапах эмбриогенеза по сравнению с эмбрионами из второй и третьей порций. Популяционная плодовитость рыбца из р. Неман по формуле С. А. Северцова составляет 6,04, что обусловлено поздним наступлением половой зрелости [89].

На величину плодовитости у рыб оказывают влияние условия обитания. При ухудшении условий нагула самки продуцируют икру большего размера, но в меньшем количестве, что является приспособительной реакцией с целью повышения жизнеспособности половых продуктов и дает возможность обеспечить будущие поколения необходимым количеством структурных и трофических веществ [90, 93, 94].

Индивидуальная плодовитость рыба характеризуется большим диапазоном – от 38,1 до 130,3 тыс. икринок. Между размерами (длиной и массой) и плодовитостью рыбцов наблюдается четко выраженная зависимость, заключающаяся в закономерном повышении количества продуцируемой самками икры по мере увеличения их размеров. Зависимость между возрастом и плодовитостью выражается в том, что с повышением возраста увеличивается как общее количество икринок, так и количество икринок в отдельных порциях икры.

Длительность эмбриогенеза зависит от температуры и концентрации кислорода. Начало выклева предличинок происходит на третьи сутки при средней температуре воды 19,2°C, массовый выклев – на четвертые сутки. Длительность выклева при нормальных условиях составляет 6-12 ч, при отступлении от оптимальной схемы инкубации выклев растягивается на 1,5-2 сут.

Для предличинок рыба характерна отрицательная реакция на свет и положительная тактильная реакция (стремление к контакту с неподвижными предметами и ориентация навстречу течению). Предличинки приклеиваются к субстрату с помощью желез, расположенных в районе головы.

Переход на внешний тип питания начинается на седьмые-девятые сутки после вылупления при средней длине тела личинок 8 мм. Личинки держатся стайками и двигаются с большой скоростью. Они питаются водорослями, науплиями копепод и мелкими коловратками. В дальнейшем спектр питания расширяется (в возрасте 11-13 сут) и включает взрослые особи копепод и мелкие формы кладоцер.

Питание мальков существенно отличается от питания личинок. Происходит резкое снижение потребления мелких организмов зоопланктона - науплий копепод и коловраток, появляются в пище новые кормовые компоненты – насекомые, нитчатые водоросли и листоногие ракообразные. Мальки предпочитают взрослые формы планктонных ракообразных, прежде всего кладоцер. К окончанию малькового периода развития в рационе питания начинают появляться бентосные организмы [94].

На этом этапе развития мальки концентрируются в бухтах над слегка заиленным дном, где обычно развиваются личинки хирономид, остракод и скапливается детрит. Наиболее интенсивный рост наблюдается в возрасте 45 – 55 сут. В этот период максимальный среднесуточный прирост по длине составляет 12%, по массе – 6%.

Пассивный скат молоди в предустьевые участки р. Шешупе происходит осенью во время осеннего половодья. Активный скат отмечается в возрасте годовиков с апреля по август, с пиком в июне. Покатники балтийского рыба редко достигают массы 1 г, обычно 0,5 - 0,7 г.

Скат молоди из р. Неман (р. Нямунас) в Куршский залив отмечается с конца апреля по август, с пиком в летние месяцы [88, 89].

Длительность пребывания в реке определяется физиологическим состоянием и комплексом внешних факторов [95]. Чем дольше молодь задерживается в нерестовой реке, тем медленнее растет и созревает [96, 97]. В этом случае плодовитость будущих производителей будет ниже [91].

Скатившаяся в Куршский залив молодь рыба начинает активно питаться. Основу рациона покатников (длиной 2,6–3,9 см) составляют: зоопланктон (*Cladocera*) – от 46 до 58%, личинки хирономид – от 23 до 16% и водоросли – от 9 до 87%, к осени, в связи с увеличением размеров, в рационе снижается доля планктонных организмов до 2,5%, начинают преобладать бентосные организмы [98, 99].

У покатной молоди, скатившейся в возрасте годовиков (с длиной тела 7,4-10,3 см), доля планктона в рационе незначительна, основу составляют хирономиды – от 17 до 69%, *Herudinea* – от 8 до 61,5% и водоросли – от 8 до 27% (в зависимости от времени года).

В заливе молодь задерживается до 3-годовалого возраста, а затем уходит для откорма в море. Основу рациона в этом возрасте составляют мелкие гаммариды, а затем по мере роста в рационе начинают доминировать крупные ракообразные (*Crangon crangon*), nereis и моллюски [92, 100].

Интенсивное развитие высокотелости на втором и третьем годах жизни, при нагуле в заливе, выводит молодь рыба из-под пресса судака, в связи с особенностями строения глотки, и молоди щуки, которая в основном сконцентрирована в южной части залива.

1.1.3. Предполагаемое влияние рыба на экосистему и входящих в ее состав ценных гидробионтов

Ввиду, прежде всего, хозяйственной деятельности человека рыбац стал фиксироваться в российской части Куршского залива только как объект прилова.

Увеличение численности промысловой популяции рыба за счет искусственного воспроизводства в настоящее время является наиболее очевидной задачей, так как происходит изменение в видовом составе бентофауны в сторону преобладания хирономид, которые являются основой пищевого рациона рыба в возрасте от одного до трех лет. Причем пищевой рацион рыба значительно шире, чем, например, у леща.

Так, пищевой рацион молоди, нагуливающейся в заливе, состоит из хирономид (от 1,0 до 76,2%), трихоптер (0,5 до 13,8%), бентических ракообразных (от 0,7 до 96%), планктонных ракообразных (от 0,5 до 38,5%), моллюсков (от 0,3 до 83%), доля детрита в питании рыба невелика и варьирует от 0,5 до 6,5% [100–102].

Если рассматривать сезонную динамику пищевого рациона, то стоит отметить, что рыбац весной питается в основном хирономидами, моллюсками и планктонными ракообразными, летом в рационе присутствуют хирономиды и

моллюски, осенью – бентические и планктонные ракообразные, а зимой – только бентические ракообразные (от 48,6 до 96%) и хирономиды.

Скатившаяся в залив молодь рыба распределяется по восточному побережью залива в южной и центральной областях, а затем по мере роста выходит в более открытые районы залива.

Конкурентами в питании рыба являются лещ, плотва, густера, врагами – щука, окунь, налим, сом.

1.2. Хозяйственная, промысловая и пищевая характеристика рыба

Роль и значение рыба в составе ихтиофауны обсуждалось в предыдущем разделе. По типу питания рыба относят к группе наиболее массовых трофических видов рыб, представленных в Куршском заливе – бентофагов, составляющих 67,8 % от общей численности ихтиофауны. Наиболее ценными из них, несомненно, являются лещ, рыбац, линь и серебряный карась. Причем увеличение численности данных видов приводит к снижению доли сорных видов рыб, конкурирующих в питании с ценными промысловыми видами.

Если рассматривать пищевой спектр рыба, то в изменившихся трофических условиях, когда снижается доля моллюсков и увеличивается концентрация хирономид, он основывается на хирономидах и расширяется за счет потребления водорослей, пиявок и др., что позволяет рыбе сохранить высокий темп роста даже в те моменты, когда происходит вылет хирономусов и снижается концентрация их личинок в заливе. В целом за последнее время в заливе складываются благоприятные трофические условия не только для рыба, но и для всех бентофагов.

Доля рыба в уловах российской стороны ничтожно мала, он регистрируется только как объект прилова. Снижение численности связано с изменившимися условиями в нерестовых реках, в первую очередь в р. Неман. Однако современные гидрологические и гидробиологические условия в Куршском заливе позволяют увеличить численность рыба до промысловых размеров.

Рыбац является одной из ценных промысловых рыб в бассейне Куршского залива в первую очередь из-за высокого качества мяса, которое содержит большое количество жира, а значит, и незаменимых жирных полиненасыщенных кислот как в мышцах, так и в гонадах. Он является одной из самых жирных рыб среди карповых, причем сырть имеет большую жирность, чем азово-черноморский и каспийский рыбац.

В пищу употребляют рыба в вареном, жареном, копченом виде, но вяленый рыбац является деликатесом.

Жирность сырти имеет сезонную динамику, максимальная концентрация жира отмечается в начале нерестовой миграции (жирность мышц в это время составляет от 30,8 до 39,6%), а после нереста она снижается до 2,6%. Однако рыбац восполняет энергетические ресурсы после нагула в заливе.

Максимальная жирность отмечена в печени и мышцах, где доля жира имеет близкие значения и составляет 22,4 и 22,49% соответственно. Жирность гонад ниже почти в два раза – 11,85%. Если рассматривать концентрацию белка, то она максимальна в гонадах – 72,98%, в мышцах несколько ниже – 70,45%, а минимальна в печени – 69,72%. Химический состав тела и половых продуктов рыба приведен в табл. 14.

Таблица 14

Пищевая характеристика рыба [60]

Вид продукции	Концентрация вещества, %				Калорийность, ккал
	вода	протеин	жир	минеральные вещества	
Мясо или тушка	74,2	18,0	8,8	1,6	148,2
Икра	65,5	26,3	3,9	1,6	144,1
Молоки	69,4	13,9	12,4	1,3	172,3

Самки рыба имеют большую жирность (средняя за год), чем самцы (13,97 против 13,24 %). У созревших самцов по мере созревания половых клеток полостной жир переходит в гонады, и их жирность увеличивается в среднем на 20%. У самок жир вначале накапливается внутри полости тела и в мышцах, а затем переходит в гонады. Данные процессы происходят, как правило, с сентября по март, когда увеличивается коэффициент зрелости и возрастает количество белка и жира в гонадах. По мере приближения к нерестилищам в мышцах увеличивается концентрация влаги и снижается доля жира и белка, самки теряют до 45% калорийности мышц, а самцы – около 36%.

1.Д. СВОЙСТВА ЛИНЯ

Как показывают статистические данные об уловах основных видов рыб в Куршском заливе в 1999 – 2000 гг. и прогнозируемая оценка ожидаемых уловов к 2010 г. (по данным АтлантНИРО), линь занимал в них незначительное место (табл. 15) [1, 24]. Из данных табл. 15 видно, что увеличение численности его популяции, в том числе промысловой ее части, не предполагалось. Данная таблица интересна с позиции оправданности прогнозов. Однозначно можно сказать, что в целом оправдался прогноз по вылову корюшки, леща, судака, плотвы, жереха, отчасти окуня. Не оправдался прогноз по снетку (фактический улов 7 – 12 т), угрю (менее 1 т), налиму (8 – 12 т), щуке (менее 10 т), ершу (ранее объяснена причина), карасю серебряному (5 – 7 т). Объяснение этому заключается в меняющихся экологических условиях, хозяйственной деятельности (включая пресс браконьерства) и, как следствие, проявляется в динамике численности популяции.

Таблица 15

Фактический вылов рыбы в 1999 – 2000 гг. и прогноз на период до 2010 г. в российской части Куршского залива, т [2]

Объект улова	1999 – 2000 гг.	2010 г
Корюшка	105	200
Снеток	-	900
Угорь	2,3	10
Лещ	893	830
Судак	218	230
Налим	26	75
Щука	10	55
Ерш	70	750
Плотва	390	450
Окунь	63	300
Жерех	7	10
Карась серебряный	25	50
Красноперка	0,3	0,5
Линь	0,6	0,5
Сазан	0,2	0,5
Сом	0,5	0,5
Уклея	0,2	0,5
Язь	0,3	0,5
Трехиглая колюшка	-	12
Густера	10	75

Являясь рыбой, у которой ил и детрит занимают значительное место в суточном рационе питания, линь, роясь в донных отложениях в поисках пищи, разрушает поверхностную биопленку, препятствующую окислению органики, накапливающейся в результате элиминирования растительных и животных организмов. Известно также, что в рацион питания линя входят, помимо придонных ракообразных, личинок хирономид и других насекомых, мелких моллюсков и малощетинковых червей, водные растения (в том числе нитчатые водоросли) и детрит. Исходя из этого, совокупное воздействие линя на экосистему водоема следует рассматривать с позиции проявления мелиоративного эффекта, направленного на снижение пресса эвтрофикации, который в Куршском заливе прогрессивно возрастает.

Биотические факторы, которые способствовали бы его снижению в бассейне Куршского залива, проявляются крайне слабо и неравномерно. Так, развитие фитопланктонных организмов, основу которых в отдельные периоды вегетационного сезона составляют сине-зелёные водоросли, проходит в последние 10-15 лет в отсутствие регулирующей роли дрейсены, численность популяции которой стремительно уменьшается. Типичные фитопланктофаги в составе ихтиофауны залива отсутствуют. Поэтому основная часть первичной продукции элиминирует и оседает на дно. Прогрессировавшая численно до конца первого десятилетия XXI в. популяция чехони способна оказывать пресс на зоопланктон в первые 2-3 года жизни, а в дальнейшем чехонь становится преимущественно факультативным хищником. Здесь следует отметить, что популяция основного зоопланктофага залива – снетка находится в глубокой депрессии. Поэтому следует признать, что большая часть продукции зоопланктонных организмов также элиминирует и оседает на дно.

Дополнительный пресс органической нагрузки сопровождается внесением в Куршский залив органики со стороны стока рек, впадающих в него в южной и западной части.

Совокупное действие названных факторов способствует постоянному новообразованию детрита, а при отсутствии возможного воздействия на него со стороны рыб-детритофагов приводит к возрастанию иловых отложений, которые следует рассматривать как показатель растущей эвтрофикации залива.

В бассейне Куршского залива типичными детритофагами можно считать серебряного карася и линя. Благодаря высокой пластичности первого, в том числе при освоении нерестового биотопа, его популяция прогрессивно увеличивалась численно до середины первого десятилетия XXI в., что подтверждается возрастанием квотируемых уловов, которые достигли к этому времени 25 – 50 т/г и должны были увеличиться до 50 – 70 т/г к 2010 г.

Однако фактически к 2014 г. уловы серебряного карася снизились до 5 – 7 т. Причина этого может быть связана с формированием значительного сегмента на потребительском рынке, ориентированного на особые вкусовые характеристики карася и его размеры (до 1 – 2 кг), выведением карася из разряда квотируемых рыб, переловом в первое десятилетие века, браконьерским ловом.

С другой стороны (это, вероятно, можно рассматривать как основной или сопутствующий фактор), при освоении нового ареала происходят качественные

и количественные изменения в популяциях однополо-двуполого диплоидно-триплоидного комплекса серебряного карася. Такая ситуация глубоко изучена в Азовском бассейне [103]. Из-за отсутствия исследований в этой области в Куршском заливе данный посыл следует рассматривать как предположение.

У линя широкая пластичность отмечается при освоении нагульного и зимовального биотопов, где он способен зарываться в тину и ил, впадая в оцепенение, не конкурируя за пространство с другими рыбами и уходя от прессы хищников.

Однако освоение нерестового биотопа у линя сопряжено со сложностью взаимоотношений с абиотическими и биотическими факторами. В чаше залива оно ограничивается прессом волнения, заиления нерестового субстрата, выеданием икры и молоди хищниками, ухудшающимся газовым и гидрохимическим режимом в период размножения, эмбрионального и личиночного развития линя. В реках, впадающих в залив, первый нерест линя может совпадать с концом паводка или действием нагонных явлений со стороны залива и последующим спадом воды с нерестилищ, что влечет за собой обсыхание и гибель икры. Последующие нересты приходятся на период, когда в местах размножения начинает отмечаться дефицит кислорода и ухудшение гидрохимического режима в целом. Еще больше эта ситуация проявляется в период личиночного и малькового развития линя и усугубляется ограниченностью площадей нагула молоди. Отсутствие же в этот период выраженного течения воды в сторону залива, как это имеет место при развитии молоди щуки, леща, плотвы, густеры, судака, не способствует скату молоди линя в чашу залива, где она могла бы найти лучшие условия для нагула.

Поэтому в бассейне Куршского залива, очевидно, имеются две субпопуляции линя: заливная и речная, которые разделены пространственно, испытывающие определенные ограничения для увеличения численности, о чем говорилось ранее. В то же время состояние нагульного и зимовального биотопов у линя можно признать достаточным для поддержания большей численности популяций. Очевидно также и то, что для увеличения численности популяций линя в бассейне Куршского залива необходимо его искусственное воспроизводство, позволяющее уйти от действия многих негативных факторов.

Расселение молоди по рекам и в чаше залива позволит эффективно осваивать резервы естественной пищи и увеличить численность популяции линя, в том числе ее промысловую часть.

Пресс линя на участки залива, рек и каналов, заиляющихся с участием элиминирующих растительных и животных организмов, способен замедлить этот процесс и снизить их эвтрофность.

Хозяйственная целесообразность искусственного воспроизводства линя в бассейне Куршского залива определяется востребованностью его как промыслового объекта для улучшения экономики промысла и как объекта любительского рыболовства, удовлетворяющего и потребительские нужды, и эстетические, сопряженные с эмоциональным контактом с природой, что соответствует нормам здорового образа жизни.

1.1. Биологическая и экологическая характеристика линя

1.1.1. Систематическое положение

Подтип Vertebrata

Класс Osteichthyes

Отряд Cypriniformes

Семейство Cyprinidae

Род Tinca

Вид *Tinca tinca* L – линь [11] (рис. 15)

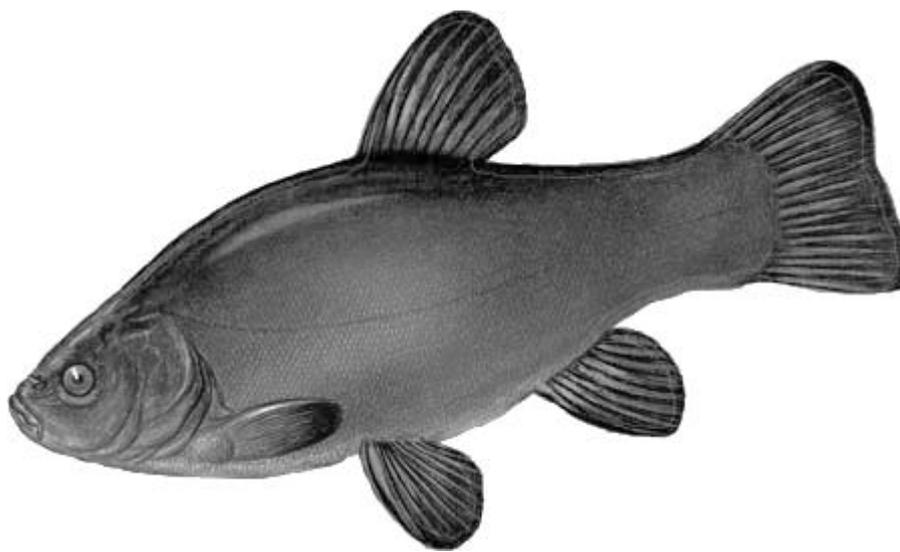


Рис. 15. *Tinca tinca* – линь

1.1.2. Общая биологическая характеристика линя

Линь широко распространен в водоемах Европы (однако отсутствует на севере Норвегии и Швеции), на севере европейской части России – в озерах Ладожском и Онежском (в Неве и оз. Ильмень очень редок), на юге – в Крыму и Средней Азии. На востоке доходит до р. Эмбы включительно, в Сибири встречается в бассейнах Оби и Енисея [10, 11].

Линь является типичным представителем озерно-речного комплекса рыб, предпочитая тихие, умеренно заиленные водоемы. Заросшие старицы, заводи рек, заливы, озера – лучшие для него места обитания. Линь хорошо переносит дефицит кислорода, нетребователен к качеству воды, что следует рассматривать в числе его преимуществ по сравнению с другими рыбами, обитающими в условиях сильно эвтрофицированных водоемов, находящихся к тому же под прессом антропогенного загрязнения. Особенно очевидно это преимущество проявляется в летний и зимний периоды при возникновении острого дефицита кислорода в воде. Часто в таких условиях линь остается одним из немногих объектов, которые относительно безболезненно переносят ухудшение условий обитания. Показательным примером могут служить наблюдения за видовым составом рыб, погибающих в результате заморных явлений в реках и каналах,

относящихся к южной части бассейна Куршского залива. Среди них встречаются окунь, плотва, красноперка, густера, щука, уклея. Но практически отсутствуют случаи гибели линя, что подтверждает его чрезвычайную лабильность по отношению к газовому режиму и химизму воды.

Высокая лабильность у линя обнаружена не только к газовому режиму. Линь – типичный представитель эвритермных рыб, что проявляется в сохранении жизненных функций при повышении температуры воды до 35-37 °С и понижении до значений, близких к 0 °С, когда линь зарывается в илистое дно и впадает в анабиоз.

Еще одним из показателей эврибионтности линя является его отношение к рН. Линь может обитать в широком диапазоне рН (5,5-9). Критическими, ограничивающими его жизнедеятельность являются значения водородного показателя – 10-10,5.

Несмотря на выраженную привязанность к постоянным местам обитания, для него свойственны непродолжительные по протяженности и срокам миграции, в весенне-летний период связанные с нерестом, а в осенний – с выбором мест зимовки.

Наиболее активно линь ведет себя в период, предшествующий нересту. Начинается он ранней весной, когда температура воды в водоеме повышается до 3-5° С, а заканчивается в мае – июне, когда вода прогреется до 18-20° С. Именно в это время высокая пищевая активность линя позволяет ловить его поплавочными удочками на наживку. Во все остальные периоды года поймать линя крайне сложно. В ставные сетные орудия лова линь попадает в основном в период максимальной пищевой активности и во время нереста, когда совершает перемещения в пределах осваиваемого биотопа и даже поднимается в верхние слои воды. В августе – октябре линя можно поймать исключительно активными орудиями лова – закидными неводами, что подтверждает привязанность его в этот период ко дну.

В основе перечисленных особенностей в поведении линя находится состояние кормовой базы и нерестового биотопа. В весенний период доминирующим источником питания линя являются бентосные организмы, ограниченность расселения которых на единице площади дна вынуждает его постоянно перемещаться. В августе – октябре основу питания линя составляет детрит, которого в это время образуется в эвтрофных водоемах чрезмерное количество. Поэтому плавательная активность линя, связанная с его перемещениями в пространстве, незначительная, хотя именно в этот период он накапливает основную долю энергетических веществ в преддверии предстоящей зимовки.

Летом у линя отмечается наиболее многообразное питание – бентосные организмы, зарослевые, планктонные насекомые и их личинки, гаммариды, мягкая водная растительность (телорез, лютик водяной, роголистник, уруть, рдест, элодея) и детрит.

Оценивая ростовую потенцию линя в течение вегетационного сезона, следует учитывать, является ли он половозрелым или ювенальным.

У половозрелого линя, имеющего порционный нерест, который отмечается в течение 1,5–2 мес. самого теплого периода вегетационного сезона, ин-

тенсивный рост сдерживается тратой обменной энергии на размножение, хотя питание линя в этот период не прекращается и между нерестами рыбы питаются достаточно активно, особенно самки. Самцы, производящие до 8 – 12 равноценных эякулятов в течение нерестового сезона, вынуждены часто участвовать в нересте, что не позволяет им отвлекаться на поиск пищи [104, 105].

Поэтому полноценными периодами роста половозрелого линя следует признать весенний, до повышения температуры воды до 18-20 °С (март-апрель), и летне-осенний (август-октябрь), когда после нереста температура воды постепенно понижается с 20-25 до 5-8°С.

Относительно роста неполовозрелых (ювенальных) рыб следует признать, что предпочтение сильно эвтрофицированных водоемов создает естественные ограничения в раскрытии ростовой потенции. Можно согласиться с тем, что избираемая линем среда обитания вносит ограничения не только по абиотическим факторам (газовый режим, рН, химический состав воды, претерпевающий существенные изменения в течение вегетационного сезона), но и биотическим, прежде всего связанным с динамикой численности и качеством кормовых организмов и пищевых субстанций. Поэтому рост неполовозрелого линя может быть в течение вегетационного сезона прерывистым, что согласуется с действием абиотических и биотических факторов. Например, наиболее сложные взаимоотношения у линя со средой обитания возникают на первом году жизни. Поздний по календарным срокам нерест (июнь-июль) и наиболее напряженные взаимоотношения между живой и неживой составляющими экосистемы в местах обитания личинок и мальков существенно ограничивают развитие и рост молоди, а также определяют крайне низкую ее выживаемость к концу вегетационного сезона. Поэтому масса сеголетков линя редко достигает 2–5 г [9, 11].

Влияние негативных факторов среды в летний период продолжает ощущаться и в более позднем возрасте. Так, двухлетки редко достигают массы 15-20, трехлетки – 50-100, четырехлетки – 140-200, пятилетки – 200-250 г. Однако биологическая потенция линя проявляется значительно шире. Это подтверждается не только максимальной массой линя, зафиксированной в уловах (7000 г в возрасте 13 лет), но и ростом в высококормных прудах с благоприятным гидрологическим режимом. Так, в прудовых хозяйствах юга России сеголетки линя вырастают до 30-50, двухлетки – до 230-250, трехлетки – до 700-800 г [106, 107]. Очевидно, здесь прослеживается суммарное влияние высокой (выше 20 °С) температуры воды в течение продолжительного периода (более 90 сут), благоприятного газового и химического режима, а также высокой кормности прудов.

С учетом обсужденных данных можно сделать вывод о том, что в естественных водоемах развитие линя, включая его рост, часто сдерживается неблагоприятными абиотическими и биотическими факторами. Однако эти факторы в большей степени угнетают и других рыб, которые выступают по отношению к линю хищниками или конкурентами за пищу, нерестовый субстрат и пространство. У линя нет внешних приспособлений (колючки, крепкий чешуйчатый покров) для защиты от хищников, отсутствует высокоспинность и выра-

женный горб, что могло бы вывести рыбу из-под пресса хищников или же облегчило энергетику кормления, типичного для бентофагов. Тело линя веретенообразное, сравнительно плотное, коренастое, но невысокое, что позволяет ему проникать в самые заросшие участки водоемов в поисках пищи или мест нереста, а также зарываться в тину или ил зимой.

Поэтому надо признать, что приспособленность линя к самым критическим условиям является биологической особенностью, обеспечивающей выживание вида. Неслучайно наибольшей численности линь достигает в водоемах, в которых условия среды неблагоприятны для других рыб.

В то же время, экологическая пластичность линя, потенциально высокая продуктивность популяции, очевидно, в условиях сильной эвтрофикации крупных водоемов могут привести к образованию значительных промысловых запасов.

Половозрелым линь становится в возрасте 3-4 года при длине тела 17-18 см [10, 11]. Но отмечены случаи созревания самцов на второе лето жизни при длине тела 11-12 см. Длина самок, созревающих впервые выше (18-20 см), но этому соответствует больший возраст. У линя, как и у многих видов рыб, в первые два года жизни самцы растут быстрее, что и способствует их более раннему созреванию. Самки же, созревая, как минимум, на год позже самцов, раскрывают большую потенцию роста в дальнейшем [70].

Средняя масса впервые созревающих производителей линя 100-125 г.

Для линя характерны некоторые морфометрические и морфофизиологические особенности, отличающие его от других рыб, в том числе имеющих похожую экологию (серебряный и золотой караси). Так, самцы и самки линя различаются по форме тела: у самцов голова более крупная, передняя часть спины более высокая и узкая, чем у самок. Лини, обитающие в эвтрофицированных водоемах, шире и выше в спинной части, чем обитающие в более благоприятных водоемах (реки, пруды), что может рассматриваться как преобладание линейного роста над весовым у вторых [70, 104].

Несмотря на то, что растительная пища у линя в отдельные периоды сезона может занимать значительное место в рационе питания, что, как правило, должно отражаться на длине кишечника, он у линя относительно небольшой. По отношению к длине тела его величина не превышает 1,02-1,08. Например, у карпа это соотношение 2,5:1, у белого амура 3:1 [27].

Если рассматривать показанную связь с экологией питания, то следует отметить, что установленный показатель относительной длины кишечника, с одной стороны, может говорить о преобладании в питании линя животной пищи, в частности легко усвояемого детрита. С другой стороны, об участии заглатываемых с илом твердых частиц в более эффективном перетирании растительности в пищеварительном тракте. Несомненным представляется и то, что питание илом и детритом обогащает микрофлору кишечника и делает пищеварение более эффективным. Подтверждением высокой эффективности пищеварительного аппарата линя служит наличие большого желчного пузыря и чрезвычайно развитой печени, которая располагается практически по всей длине кишечника.

Относительно выраженности полового диморфизма у линя по морфобиологическим признакам, за исключением гонад, в литературе данных нет. Но в отношении морфометрических, к рассматриваемым ранее, следует добавить различия между самцами и самками по длине брюшных плавников (у самцов их концы заходят за анальное отверстие). У самцов брюшные плавники имеют к тому же мощный, слегка изогнутый наружу второй жесткий луч [10, 11]. Тазовый пояс и мышцы у основания брюшных плавников у самцов развиты значительно сильнее. Эти половые различия начинают проявляться уже на второй год при созревании самцов. С возрастом эти признаки усиливаются.

Ранее уже отмечалось, что нерест у линя порционный, начинается при температуре 20 °С и продолжается 1,5-2,0 мес. до середины – конца июля. По характеру нереста линь – типичный фитофил. Откладывает икру на глубине 0,3-1,0 м на подводные части растений и корневища. При этом значительная часть ее падает на дно, заиливается и погибает.

На примере р. Немонин, относящейся к бассейну Куршского залива, нами показана на основании многолетних исследований структура и особенности нерестового хода линя.

Основными факторами, которые оказывают решающее влияние на среду его обитания, являются меняющиеся температура и уровень воды р. Немонин.

Так как процесс искусственного воспроизводства линя чаще основан на использовании естественных нерестящихся его популяций, то изучение гидрологического режима водоемов важно с позиции установления закономерностей формирования структуры нерестовой части популяции линя вблизи естественных нерестилищ [105].

Температура воды изменяет активность линя, продукционные возможности кормовых организмов. На исследованном участке реки, находящемся на расстоянии около 7 км от места впадения в Куршский залив и в 2 км от впадения в нее рукава р. Неман (Приморский канал – ответвление р. Матросовки), в результате сгонно-нагонных явлений достаточно сильно меняется уровень воды, который непосредственно влияет на химический состав, рН и насыщение воды кислородом.

Ранее уже отмечалось, что линь начинает активно питаться ранней весной и этот период растягивается вплоть до начала нереста (конец мая – начало июня). Одновременно идет развитие гонад у производителей. Причем активный их рост, сопровождаемый накоплением желтка в яйцеклетках, происходит в мае, и к моменту прогрева воды до 20°С первая группа производителей уже готова к нересту.

По нашим наблюдениям в течение последних трех лет массовый нерест линя в р. Немонин начинается 10 июня и продолжается две недели. Затем структура нереста становится размытой. Производители с созревающими половыми продуктами встречаются до конца июля – начала августа.

Динамика температуры воздуха и воды в течение всего периода наблюдений (2004-2006 гг.) была связана с изменениями погоды. Для р. Немонин показана связь направления розы ветров, интенсивности прогрева воздуха с уровнем воды и ее температурой. Весной в преднерестовый период мы отмечали

повышение температуры воздуха с 7 до 23°C и соответственно этому температура воды увеличивалась от 2,5 до 18°C.

В 2004 г. в нерестовый период наименьшая температура воды в реке была зафиксирована 17 июня (15,5°C), а наибольшая 8 августа - 25,0°C (рис. 16). Особенностью этого периода наблюдений является то, что практически весь июнь и июль (до 19 июля) температура воды была ниже 20,0°C, т.е. ниже оптимальной для лия нерестовой температуры. С середины июля до середины августа сохранялись благоприятные условия для нереста производителей лия, что подтверждают данные рис. 16.

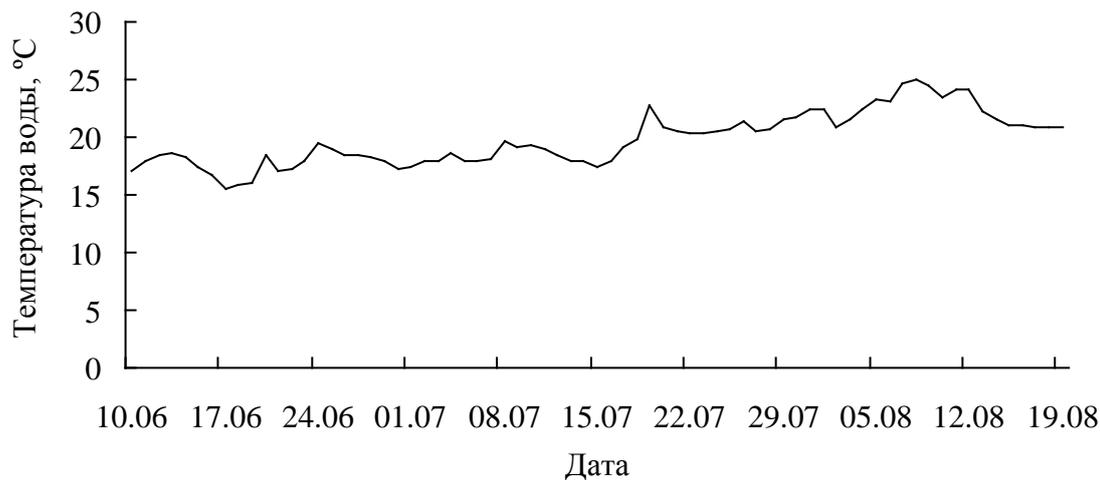


Рис. 16. Колебание температуры воды в р. Немонин летом 2004 г.

Амплитуда колебания уровня воды в исследуемый период составила 115 см, с максимумом уровня 17 июня +0,7 м и минимумом 13 августа -0,55 м (рис. 17).

В 2004 г. отмечено три пика захода рыб на нерестилища: 10-12.06, 10-11.07, 21-24.07 (рис. 18). Максимальное количество производителей было выловлено с 10 по 12 июня. Соотношение полов было близко к 1:1 (48 % самцов и 52 % самок), что подтверждает типичность данной структуры нерестовой части популяции лия, свойственной большинству карповых видов рыб.

Незадолго до подхода производителей лия к нерестилищам наблюдалось снижение уровня воды в реке, что способствовало большему прогреву воды до значений близких к нерестовым.

Оценивая в целом возможное влияние исследуемых факторов на разрешение репродуктивной функции у лия в р. Немонин в июне-августе 2004 г., следует подчеркнуть, что отмеченный диапазон температуры воды в целом соответствовал предпочитаемой нерестовой температуре.

В то же время до 19 июля условия для нереста и эмбрионального развития лия были достаточно напряженными из-за частых похолоданий. В последующий период поступательный рост температуры воды обеспечивал нормальные условия для нереста и эмбрионального развития лия, что подтверждалось возрастанием в уловах текущих самок и самцов.

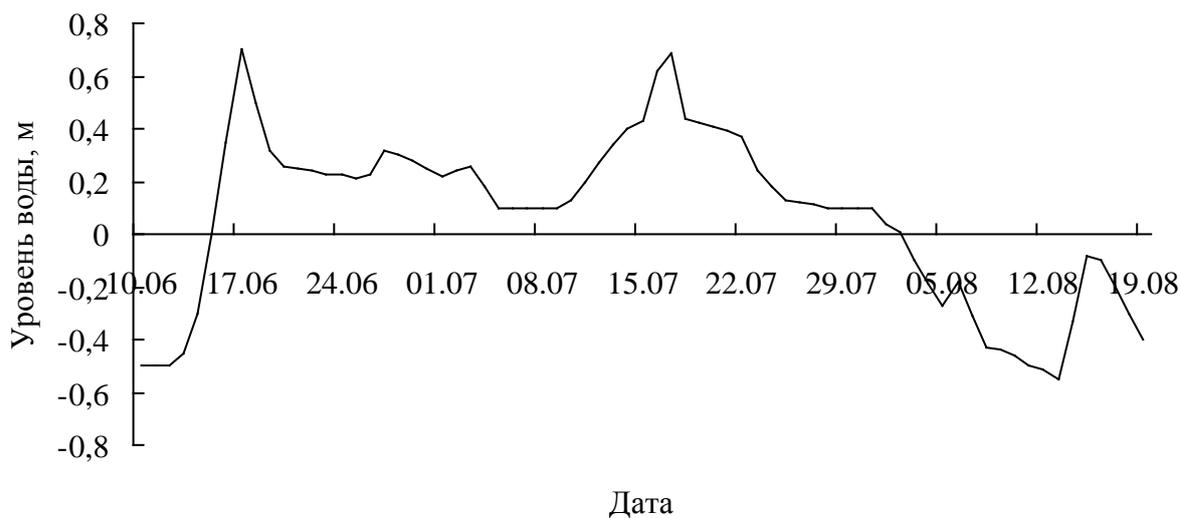


Рис. 17. Колебание уровня воды в р. Немонин летом 2004 г.

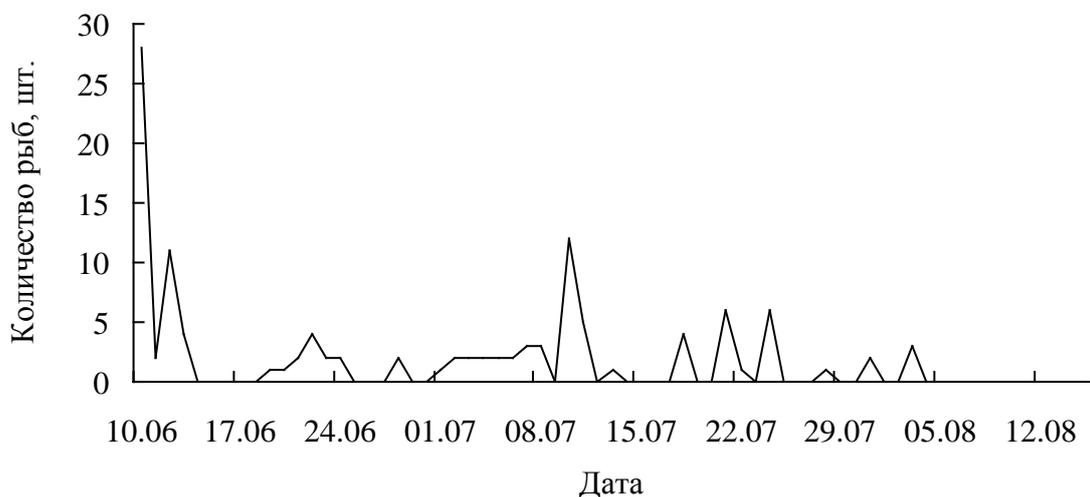


Рис. 18. Динамика вылова производителей линия в 2004 г.

В 2005 г. наблюдалась иная картина: наименьшая температура воды в реке была зафиксирована 2 июня ($15,3^{\circ}\text{C}$), а наибольшая – 13 июля ($24,0^{\circ}\text{C}$). В периоды повышения температуры воздуха вода на нерестилищах ввиду их мелководности (до 1,0-1,5 м) прогревалась больше, чем в открытой части реки. Максимальная разница в температуре воды на нерестилищах и в открытой части реки достигала $1-1,5^{\circ}\text{C}$ в среднесуточном измерении, а в дневное время (14-17 ч) на глубине 0,5-1,0 м она была выше на $2-3^{\circ}\text{C}$ [108].

Если исходить из того, что интенсивный нерест линия проходит при температуре воды $20-25^{\circ}\text{C}$, то следует признать, что, в отличие от гидрологических условий 2004 г., в 2005 г. в течение большей части летнего периода, с середины июня до середины июля и с середины третьей декады июля до середины первой декады августа, температура воды и в открытой части реки в верхнем слое воды (до 2 м) и особенно на нерестилищах была более благоприятной для созревания производителей линия и их нереста [105] (рис. 19а).

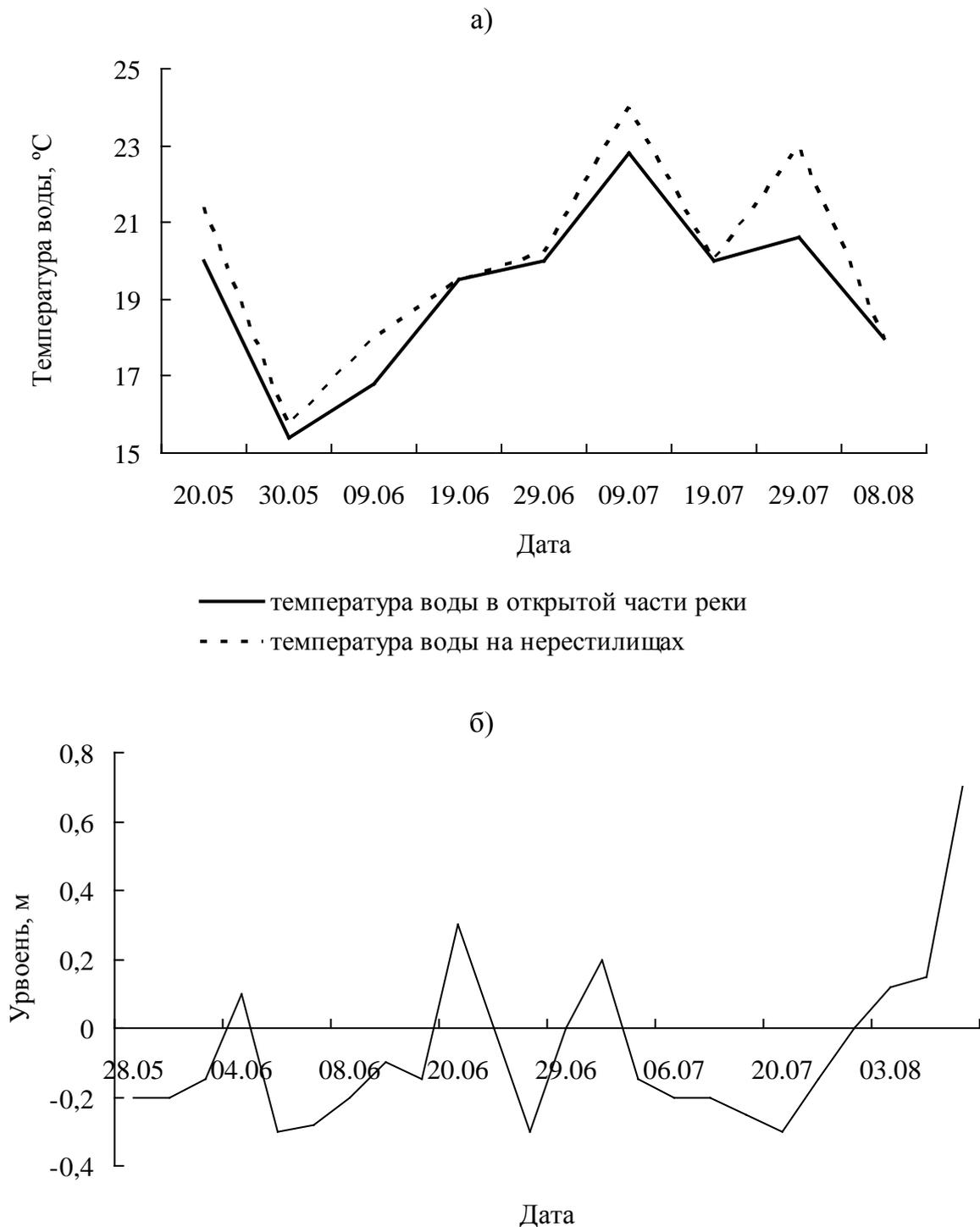


Рис. 19. Изменение температуры и уровня воды в р. Немонин летом 2005 г.:
а – динамика температуры воды в открытой части реки и на нерестилищах линия;
б – колебание уровня воды в реке

Кроме того, частые колебания уровня воды определенным образом отражались на структуре подхода производителей лия на нерест (рис. 18 и 19б). При понижении уровня воды и повышении температуры воды отмечался массовый подход производителей лия к местам нерестилищ. Амплитуда колебания уровня воды составила 1 м, с максимумом 10.08 - + 0,7 м и минимумом

6.06, 25.06 и 20.07 – 0,3 м. При падении уровня воды отмечается наибольший ее прогрев. Однако, эта тенденция не стойкая и в решающей степени определяется скоростью течения воды в период подъема и снижения уровня, что можно увидеть на рисунках 5 и 6 в период с 25 июля по 10 августа. В предшествующий период столь четкой взаимосвязи не наблюдалось (с 5 по 10 июня, с 25 июня по 1 июля).

При повышении уровня воды отмечался принос со стороны Приморского канала большого количества взвесей, которые обильно покрывали при осажении поверхность водных растений, являющихся нерестовым субстратом, а значит, с этим явлением может быть связано заиливание икры и снижение выживаемости эмбрионов.

Отмеченные особенности гидрологического режима р. Немонин проявились и в динамике вылова производителей линия на границе открытой части реки и нерестилищ (рис. 20).

Установление благоприятных температурных условий для созревания и нереста линия отразилось на количестве вылавливаемых производителей, которое было максимальным в период с 10 по 28 июня, когда выделили четыре пика подхода производителей на нерестилища (с 10 по 13, с 15 по 17, с 19 по 20 и с 22 по 28 июня). Еще один, но менее выраженный всплеск подхода производителей, сопоставимый с количеством рыб, вылавливаемых в конце мая – начале июня, наблюдался 11-13 июля. Наибольшее количество производителей подошло к нерестилищам в период с 9 по 27 июня. Соотношение самцов и самок в облавливаемой нерестовой части популяции линия было близким 1,5 : 1. Равенство полов отмечено только в отдельные дни (3-5; 12-14; 26.06).

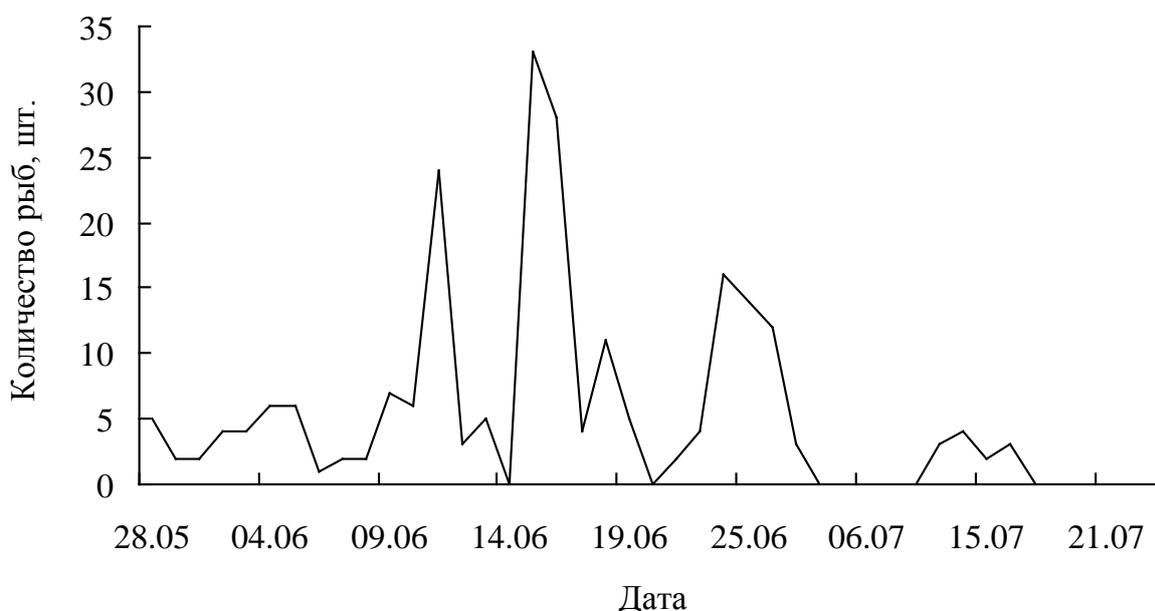


Рис. 20. Структура подхода производителей линия к нерестилищам летом 2005 г.

Погодные условия июня – августа 2006 г. отличались от таковых в предыдущие два года наблюдений. Их особенностью было то, что практически

весь период сохранялась довольно высокая температура как воздуха, так и воды. Лишь до 11 июня значения температуры воды были ниже оптимальной нерестовой температуры для линя (20–25°C) (рис. 21).

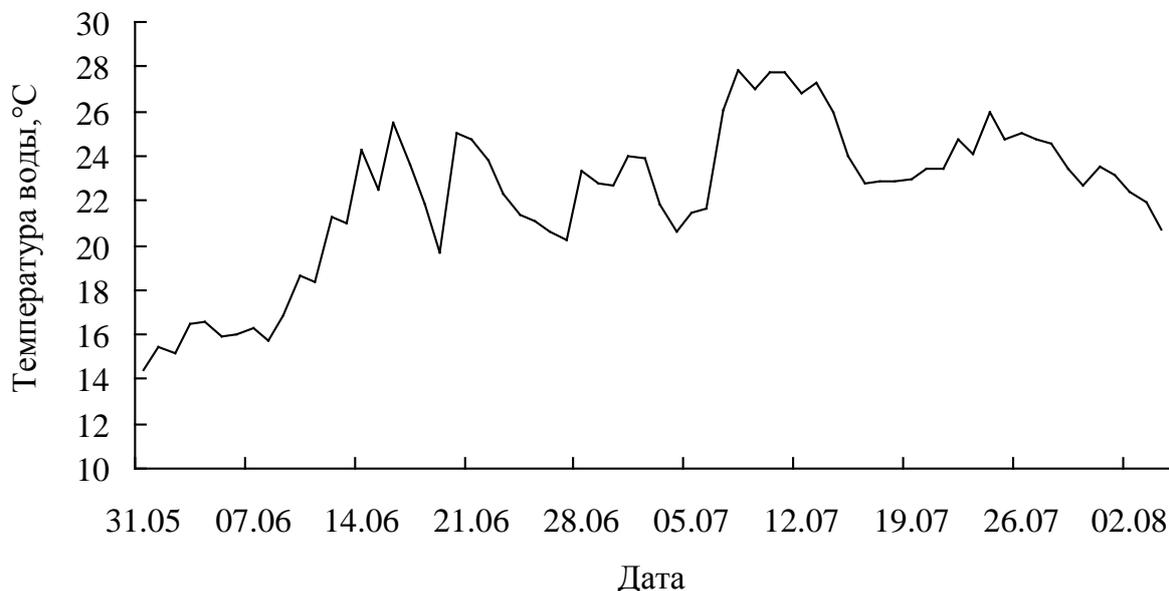


Рис. 21. Динамика температуры воды в р. Немонин летом 2006 г.

Но уже с 14 июня установился крайне благоприятный температурный режим для созревания и нереста линя (22,5-23,5°C), который сохранялся до начала июля.

На мелководьях и прогалинах водной растительности вода прогревалась до 25 – 28°C на глубине до 0,5 м. На глубине 1-1,5 м, где обычно нерестится линь, температура воды была 24 – 26°C. Отлов производителей в это время показал высокую степень готовности их к нересту.

Наименьшая температура воды в реке зафиксирована 31 мая – (14,4°C), а наибольшая – 8 июля (27,8°C).

Максимальный прогрев воздуха и воды в реке был достигнут к концу первой декады июля 2006 г. (29,5 и 27,8°C соответственно). Отлов производителей к этому времени приостановили, поскольку в динамике его в последней пятидневке июня и первой пятидневке июля отмечился резкий спад, по которому можно было судить о том, что массовый нерест линя завершился, хотя отдельные зрелые самки и самцы попадали в сети в июле и даже в первой декаде августа (рис. 22).

Таким образом, можно отметить, что с 10 июня по конец июля 2006 г. в р. Немонин температура воды была благоприятной для созревания и нереста производителей линя.

В 2006 г. также подтвердилась обратная связь уровня и температуры воды р. Немонин. Следует отметить, что практически на протяжении всего периода наблюдений низкому уровню воды соответствовала высокая температура.

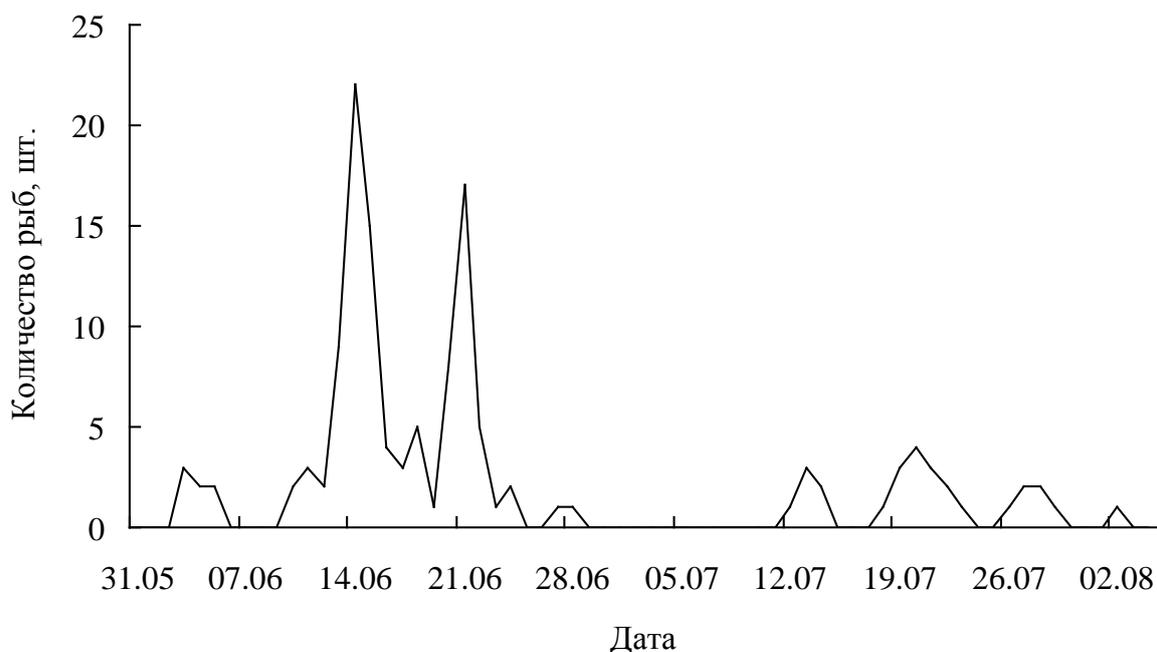


Рис. 22. Структура подхода производителей лия к нерестилищам летом 2006 г.

Снижение температуры воды вплоть до начала июня происходило на фоне повышения уровня воды на 69 см. Массовый нерест лия (с 10 по 25 июня) проходил на фоне снижения уровня воды на 34 см и стабильно высокой температуры (24-25°C). Амплитуда колебания уровня воды в исследуемый период составила 59 см, с максимумом уровня 1 июня +0,17 м и минимумом 15 июня - 0,42 м (рис. 23).

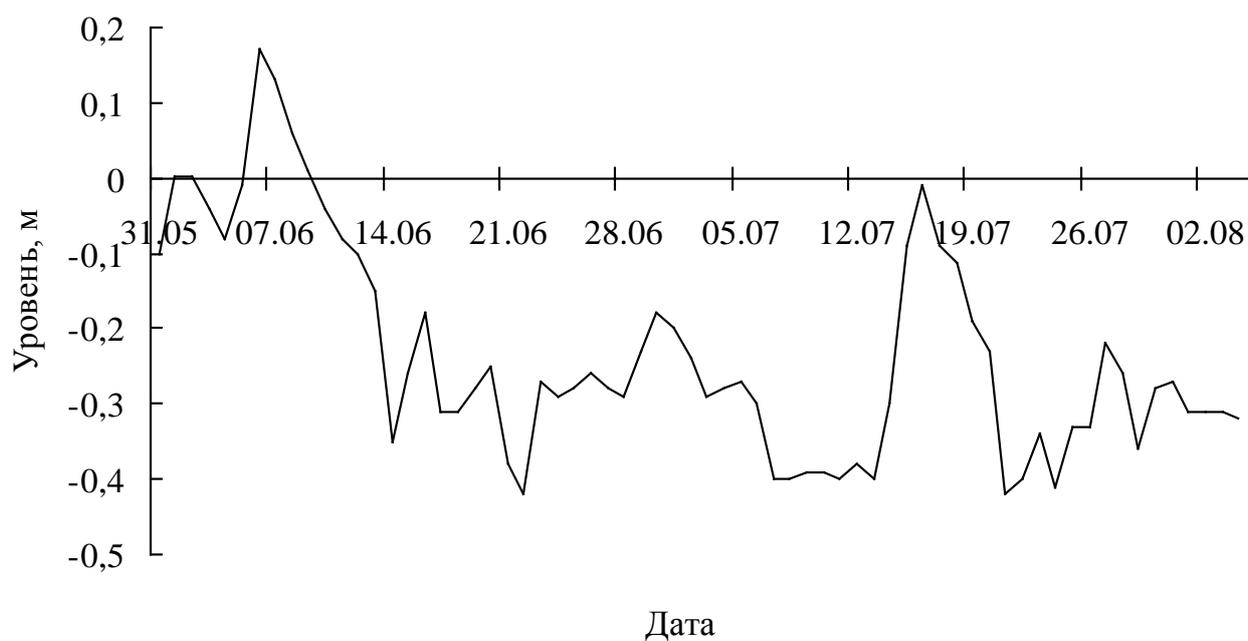


Рис. 23. Колебание уровня воды в р. Немонин летом 2006 г.

Как отмечено выше, колебания уровня воды р. Немонин связаны с действием сгонно-нагонных явлений. При восточном и юго-восточном ветре отмечается падение уровня воды, при северном и северо-западном – повышение.

Динамика рН и содержания растворенного в воде кислорода в исследуемые периоды 2004-2006 гг. была выражена слабее, чем ранее рассмотренные показатели. Водосбор р. Немонин включает большие площади, занятые болотами и лиственными лесами. Это определяет некоторую закисленность воды (рН 6-6,5). Минимальные значения рН близки к 6 (до 5,7) и отмечаются в периоды стока воды в сторону залива и наибольшего падения ее уровня, а максимальные (до 6,5) – в периоды подпора и смешивания вод р. Немонин и Приморского канала.

Определенная связь прослеживается между динамикой кислорода и рН. Это можно объяснить тем, что при смешении закисленной воды р. Немонин и воды Приморского канала, с нейтральной величиной рН (7-7,5) и более насыщенной кислородом, происходит общее повышение водородного показателя. Но колебания содержания растворенного в воде кислорода не достигают больших значений (5,5 мг/л минимальное и 6,8 мг/л максимальное). Лишь в период нагона воды во время урагана (6-10 августа 2005 г.) содержание кислорода возросло до 7,6 мг/л.

Оценивая в целом гидрологическую ситуацию в р. Немонин в летний период, следует отметить, что при выраженных частых колебаниях уровня воды большую часть июня-июля температура воды была благоприятна для созревания и нереста лия. Кроме того, несмотря на выявленные отличия в температурном режиме р. Немонин в разные годы, массовый нерест лия проходил с 10 по 25 июня. Здесь очевидна связь температуры воды и временных сроков готовности производителей к нересту.

Нормальной жизнедеятельности рыб соответствовало достаточное содержание для летнего периода растворенного в воде кислорода (70-80 % насыщения). В то же время частые колебания уровня воды определенным образом отражались на состоянии нерестового биотопа, то увеличивая, то уменьшая его объемно-пространственные габариты. Одновременно при этом, особенно при повышении уровня воды, отмечался принос большого количества взвесей со стороны Приморского канала.

Таким образом, в результате проведенных исследований нам удалось установить наличие градиента температуры воды на границе открытой части р. Немонин и естественных нерестилищ, а также то, что динамика температуры воды напрямую влияет на интенсивность подхода производителей лия к естественным нерестилищам. Также факторами, для которых удалось установить связь с интенсивностью нереста, были: уровень воды, направление и скорость течения воды. При нагоне воды со стороны залива отмечено снижение интенсивности нереста, при сгоне и увеличении температуры воды – ее повышение [108].

По данным А.И. Чебана (1975), предельная температура воды для нереста лия равна 29°C. Наибольшая частота нерестов отмечена при температуре от 22 до 24°C. При этом показано, что когда температура воды повышается

слишком резко, созревание икры происходит быстрее. На этом фоне коэффициент упитанности и плодовитость самок во время первого нереста снижаются. Также и быстрая смена температуры воды оказывает заметное отрицательное влияние на величину последующих порций икры.

Отмечено, что общая длительность нерестового периода достоверно выше при стабильно высокой температуре воды [109].

В средних широтах линь является типичной летне-нерестующей рыбой. Нерест проходит с мая по август, в холодные годы длится до сентября. Начинается он при температуре 19 – 22°C, при безветрии и в душную погоду. В Куршском заливе разгар нереста линя отмечается в середине июня при температуре 21°C в камышовой зоне [110].

Нерестится линь позже большинства весенне-нерестующих рыб. В период нереста он выходит на мелководные участки. Нерест групповой, в нем обычно участвуют одна самка и несколько самцов [111].

Икринки очень клейкие и хорошо удерживаются на водных растениях. Инкубационный период длится около 2 – 3 сут. По данным А.С. Вавилкина (1955), развитие эмбриона продолжается 73 - 75 ч при средней температуре 21,5°C и 68 - 70 ч при средней температуре 22,6°C.

Было установлено, что выживание развивающейся икры линя при постоянной температуре ограничено диапазоном от 10 до 35°C. Температура воды в указанном диапазоне является нижней и верхней летальными границами развития икры линя. На нерестилищах линя, по наблюдениям П.Н. Резниченко, Н.В. Котляревской и М.В. Гулидова (1967), имеет место ее колебание от 16 до 26,5°C. Наиболее продолжительное время отмечается температура воды в диапазоне 22-24°C. Значительное количество икры линя выживает в диапазоне от 18 до 30°C, при температуре ниже 18°C выживание икры резко снижается [111].

Икра у линя мелкая, зеленоватая. Абсолютная плодовитость самок линя массой 200 г составляет около 60 тыс., 350 г – около 170 тыс., 400 г – 320 тыс. икринок. По этому показателю линя можно признать одной из плодовитых пресноводных рыб.

Первая порция выметываемой икры самая большая и составляет около 50%. Инкубация икры в прикрепленном состоянии при температуре 20-25 °C длится 3-4 сут. Вылупившиеся предличинки прикрепляются к листьям и стеблям растений с помощью железы, находящейся на голове и вырабатывающей клейкое вещество. Имея малые размеры (2,5-3,5 мм) и большой желточный мешок, предличинки надолго (до 5-7 сут в зависимости от температуры) сохраняют привязанность к субстрату. После рассасывания желточного мешка на 70-80% своего первоначального объема и наполнения плавательного пузыря воздухом, личинки линя начинают питаться инфузориями и коловратками. Очевидна положительная роль микроводорослей в питании личинок линя в первый период жизни.

В дальнейшем, по мере роста личинок и мальков линя спектр питания у них расширяется как по видовому составу, так и по размерам кормовых организмов. Но данная тенденция, как правило, не находит закономерного проявле-

ния в росте численности генераций линя и в размерах молоди. С одной стороны, это объективно связано с естественным снижением биомассы, а следовательно, и продукции зоопланктонных и зообентосных кормовых организмов в тот период, когда происходит в водоемах массовый нерест и появляются личинки линя. Этот период охватывает конец июня - начало августа, когда по причине высокой температуры воды и массового развития фитопланктона ухудшается газовый и гидрохимический режим, усиливается элиминация животных и растительных организмов. С другой стороны, в данный период создаются самые благоприятные условия для естественных врагов молоди рыб – водных личинок насекомых. Маленькие по размерам и медленно растущие личинки линя являются для них легко доступной пищей.

Существенный пресс выедания личинок и мальков линя идет со стороны не только хищных рыб, прежде всего их молоди (щука, окуни, колюшка), но и мирных рыб, которые из-за размеров и калорийности часто предпочитают питаться молодью рыб. Среди таких мирных рыб можно назвать красноперку, плотву, густеру и др.

Таким образом, поздний нерест линя можно рассматривать как фактор, способствующий ограничению численности популяций этого вида рыб в водоемах, которое особенно сильно проявляется на первом году жизни линя.

Оценивая роль линя в экосистеме водоемов, следует обратиться к его важной роли биологического мелиоратора, снижающего пресс эвтрофикации на его конечном звене – преобразовании элиминирующихся растительных и животных организмов в детрит и ил. Питаясь этими субстанциями, линь снижает нарастание илового слоя в водоеме, выводящего из круговорота веществ биогенные вещества и отбирающего из общего баланса кислорода значительную его часть на окисление органики. Поэтому массовое присутствие линя в эвтрофированных водоемах крайне желательно.

1.1.3. Предполагаемое влияние на экосистему и входящих в ее состав ценных гидробионтов

Являясь типичным ило-детритофагом со свойственными ему биологическими и поведенческими особенностями, линь может занимать особое положение в экосистеме Куршского залива.

Однако в настоящее время сколь-нибудь значимого присутствия его в составе уловов не отмечается. Отчетные данные по уловам разных видов рыб в Куршском заливе за последние 10 лет показывают ежегодный вылов не более 20-50 кг, что составляет от общего улова лишь 0,002%. Тем не менее линь является популярным объектом любительского рыболовства в реках, каналах, относящихся к бассейну Куршского залива, а также в многочисленных озерах, реках на всей территории области. С учетом гидрологических и гидробиологических особенностей этих водных систем, данных, фиксирующих интенсивность лова линя рыбаками-любителями и предполагаемого вылова линя браконьерами, общий объем улова линя может составлять в Куршском заливе 500-600 кг. Поэтому АтлантНИРО прогнозировал на период до 2010 г. ежегодный объем

квоты на вылов лия в Куршском заливе 500-600 кг. Приведенные данные в целом отражают состояние популяций лия в бассейне Куршского залива. На их основании можно предположить, что более численной является популяция лия в реках, каналах, пойменных озерах, связанных с ними. Популяция, обитающая в заливе, несмотря на несравненно большую площадь его акватории, менее численна. В основе этого лежит, прежде всего, состояние нерестового ареала лия. В реках, каналах, озерах условия для нереста более благоприятные как по площади нерестилищ, так и по биотическим и абиотическим факторам.

Однако гидрологические условия в основной период нереста лия часто бывают напряженными по причине сильной эвтрофикации водных систем, прежде всего рек и каналов, что иногда может проявляться в предзаморных и заморных ситуациях. Но заморные и предзаморные явления воздействуют на всех гидробионтов, обитающих в реках и каналах, снижая пресс хищничества на икру, личинок и мальков лия. Поэтому результативность нереста определяется численностью потомства, даже при имеющемся негативном прессе неблагоприятных гидрологических условий. Этому способствует и порционность нереста, позволяющая в какой-то мере обеспечить относительно благоприятные условия части потомства.

В бассейне Куршского залива лия является одним из поздненерестующих объектов ихтиофауны. В соответствии с многолетней динамикой температуры воды оптимальные для нереста условия наблюдаются в июне-июле, когда температура воды, как правило, выше 18-20°C. В этот период отмечается наибольшее видовое многообразие гидробионтов, что, с одной стороны, обеспечивает определенный пресс на икру и молодь лия хищников, с другой – доступность для личинок и мальков разнообразных кормовых организмов. Однако с учетом естественного снижения численности зоопланктонных и бентосных организмов в пик летнего сезона (июль-первая половина августа) в целом обеспеченность молоди лия пищей в этот период имеет определенные ограничения.

Оценивая влияние нереста лия на экосистему, можно признать, что в основном он не конкурирует за нерестилища с массовыми промысловыми видами рыб, нерест которых проходит раньше. Исключение составляют некоторые порционно-нерестующие виды рыб (густера, серебряный и золотой караси), численность которых в реках и каналах, как правило, небольшая. В заливе конкуренция за нерестилища с этими видами рыб, очевидно, выше.

Личинки и мальки лия имеют значительно меньшие размеры по сравнению с одновозрастной молодь других видов рыб, поэтому пищевая конкуренция у них вряд ли возможна, что является положительным фактором в сосуществовании лия с другими видами рыб, осваивающими сходные с ним нерестовый и нагульный биотопы. Это позволяет оптимистически рассматривать присутствие в экосистеме залива, рек и каналов более численных поколений молоди лия.

Формирующийся начиная с малькового возраста специфичный характер питания, связанный с потреблением мягкой водной растительности, ила и детрита, закрепляется с возрастом. Из всех видов рыб, обитающих в Куршском за-

ливе и других водоемах, относящихся к его бассейну, только серебряный карась (золотой малочисленен) имеет сходный с линем характер питания, но обеспеченность типичных ило-детритофагов пищей в пределах экосистемы крайне высока. Так, годовая продукция только зоопланктона и зообентоса в Куршском заливе превышает 150 тыс. т. Продукция фитопланктона и макрофитов на порядок выше. Поэтому можно сделать вывод, что новообразование детрита в результате элиминации животных и растительных организмов составляет ежегодно, в основном в летний и осенний период, сотни тысяч тонн. Если принять коэффициент выедаемости рыбами детрита 0,01 (зообентосных организмов 0,02, зоопланктонных – 0,1-0,15), кормовой коэффициент детрита 10, то годовая продукция детритофагов может составить сотни тонн. С такой позиции оценки потенциальных возможностей роста линя можно признать целесообразность существенно большего присутствия его в экосистеме Куршского залива.

Имея поведенческую особенность, связанную с закапыванием в ил и впадением в анабиоз в зимний период, линь выходит из конкуренции за места зимовки с другими рыбами, а значит, из-под пресса хищничества со стороны щуки, судака, налима.

В связи с вышеизложенным понятно, почему в водоемах с благоприятными для развития линя условиями, доля его в общем вылове рыбы может составлять 1,5-3,0%, что в пересчете на объем вылова рыбы в Куршском заливе (российская часть) проявится в величине 50-100 т. Для малых внутренних водоемов области – не менее 20 т.

Велико значение линя для экосистемы залива и других связанных с ним водоемов как биологического мелиоратора, оказывающего пресс на органику, аккумулирующуюся на дне и способствующую общей эвтрофикации залива, которая в летний и осенний периоды достигает критических значений. Потому увеличение численности линя в Куршском заливе крайне желательно. В целом, оценивая влияние линя на экосистему залива, следует отметить его высокую положительную роль.

1.2. Хозяйственная, промысловая и пищевая характеристика линя

Хозяйственная ценность линя Куршского залива должна рассматриваться со следующих позиций:

- его роли в составе ихтиофауны водоема для сохранения его рыбохозяйственного значения;
- его роли как объекта промысла;
- его роли как объекта разведения и выращивания в рыбоводных хозяйствах различного типа;
- его роли как объекта рекреационного рыболовства.

Роль и значение линя в составе ихтиофауны обсуждалось в предыдущем разделе. В связи с этим требуется конкретизировать эффект присутствия линя в экосистеме наиболее крупного рыбохозяйственного водоема Куршского залива с точки зрения проявления мелиоративного эффекта, напрямую связанного с сохранением рыбохозяйственного значения данного водоема. Как известно,

Куршский залив в настоящее время является высокоэвтрофицированным водоемом, а в летний и осенний периоды переходит в разряд гиперэвтрофицированного.

Естественные механизмы самоочищения Куршского залива ограничены. Одним из них является достаточно интенсивный сток воды через чашу залива в сторону моря из р. Неман и многочисленных малых рек и каналов. Но сток со стороны рек дополнительно вносит в залив массу взвешенных механических и органических веществ и биогенов, часто имеющих антропогенное происхождение, что способствует усилению эвтрофикации и заилению. Другим механизмом самоочищения является жизнедеятельность различных групп беспозвоночных животных и рыб, которые поедают не только продукцию, образующуюся в звеньях трофической цепи, но и отмирающую органику в форме детрита. При этом, роясь в донных отложениях или обитая в них, они способствуют окислению органики и минерализации ее, возвращая биогены в круговорот веществ в экосистеме водоема.

В ихтиофауне Куршского залива присутствуют типичные планктофаги – снеток, чехонь, но первый объект длительное время находится в депрессивном состоянии, второй только до второго-третьего года жизни является зоопланктофагом, а затем переходит в разряд факультативных хищников. Фитопланктофаги в Куршском заливе отсутствуют. Поэтому элиминация планктонных организмов чрезвычайно высока, что способствует усиленному образованию в течение вегетационного сезона детрита и накоплению иловых отложений. Бентофаги в Куршском заливе представлены шире – лещ, густера, плотва, серебряный карась и некоторые другие. Но типичным детритофагом среди них является только серебряный карась, который по численности популяции значительно уступает другим бентофагам. Линь в чаше залива относительно немногочислен, и поэтому роль его как детритофага невелика, хотя как типичный ило-детритофаг он обладает крайне высокой эффективностью. Причина этого в крайне неблагоприятных условиях размножения. Связь же с более многочисленными речными популяциями линя, у которых потенциал размножения больше, практически отсутствует из-за невыраженности ската молоди линя из рек в чашу залива, как это имеет место у леща, плотвы, судака, густеры, серебряного карася и щуки. Мелиоративный эффект линя в заливе практически не проявляется.

Если же ориентироваться на численность в заливе промысловой части популяции серебряного карася (современный годовой улов 5 – 7 т), который близок линю по характеру питания, численность в заливе линя, при обеспечении соответствующего пополнения популяции молодь, может быть выше, а мелиоративный эффект более значимым.

При этом следует учитывать то, что линь является ценным, востребованным на потребительском рынке объектом лова, в том числе имеющим экспортную направленность.

Поэтому линь традиционно привлекает внимание как объект разведения и выращивания в культурных рыбоводных хозяйствах. Как объект акклиматизации он известен в Австралии, Новой Зеландии, Африке, Юго-Восточной Азии [7]. Как объект товарного выращивания в прудовых и озерных хозяйствах, в

водоемах комплексного назначения (ВКН) он способен давать до 10% дополнительной продукции, по стоимости составляющей до 15-20%. Причем основной прирост продукции линия достигается за счет выедания той части кормовой базы, которая малодоступна другим рыбам.

В условиях прогрессивного развития рекреационного рыболовства линь может стать одним из привлекательных объектов и способствовать созданию выгодной, с позиции совершенствования, структуры выращиваемых и реализуемых через платную рыбалку объектов. Сезонный характер клева, свойственный линю, может заполнить им период лова в апреле-июне, дав возможность по карпу, лещу, сазану и некоторым другим рыбам перенести лов на середину – конец вегетационного сезона.

Учитывая высокую рентабельность рекреационного рыболовства, присутствие линя в составе ихтиофауны водоемов с точки зрения его привлекательности позволит нарастить мощности производств по его разведению и выращиванию до размеров, соответствующих потребительским.

В целом использование линя в различных типах рыбоводных хозяйств, в рыбохозяйственных водоемах позволяет обеспечить определенную доходность работы рыбодобывающих организаций. А учитывая то, что большинство из них находятся в сельской местности, это будет способствовать укреплению производственной составляющей в депрессивных экономических районах.

Разведение и выращивание линя потребуют привлечения специалистов с высшим и специальным образованием, что обогатит интеллектуальный потенциал сельских районов.

С хозяйственной точки зрения линя, как было отмечено ранее, надо рассматривать как ценный объект реализации в живом и охлажденном виде, к тому же имеющий большую востребованность на рынках развитых стран. Так, в Германии, Франции, Дании, Голландии линь считается товарной рыбой, когда достигает массы 140 г, а один килограмм линя в этих странах стоит 3 евро и более.

Оценивая экономическое значение линя как объекта промышленного лова, следует учитывать, что его доля в общем улове в естественных водоемах может составлять до 1,5-3,0%, как, например, в озерах Беларуси. Если перевести эту долю на площадь российской части Куршского залива, где условия для его нагула благоприятные (40-50 тыс. га), и учесть весь котируемый вылов рыбы, то потенциальный объем его промысла мог бы составить от 15 до 45 т. Еще 5 т линя мог бы дать лов в реках, каналах, пойменных озерах, осуществляемый в рамках любительского рыболовства.

Линя относят к ценным объектам лова, прежде всего, из-за высокого качества мяса. Оно очень богато микроэлементами. В пищу линя употребляют в вареном, жареном, копченом виде. В некоторых странах Европы мясо, печень, слизь линя считаются целебным средством от болезней печени и желчного пузыря у человека и животных.

Но решение задачи увеличения промыслового запаса линя в Куршском заливе возможно, с учетом ранее данного пояснения, только в результате искусственного воспроизводства его на базе речных популяций линя, находящихся в хорошем состоянии по воспроизводительному потенциалу.

1.Е. СВОЙСТВА ЛЕЩА

1.1. Биологическая и экологическая характеристика леща

1.1.1 Систематическое положение леща

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Sarcopterigii

Надотряд Cyprinimorpha

Отряд Cypriniformes

Семейство Cyprinidae

Род Abramis Лещи

Вид Abramis brama (L.) – лещ [10, 11] (рис. 24)

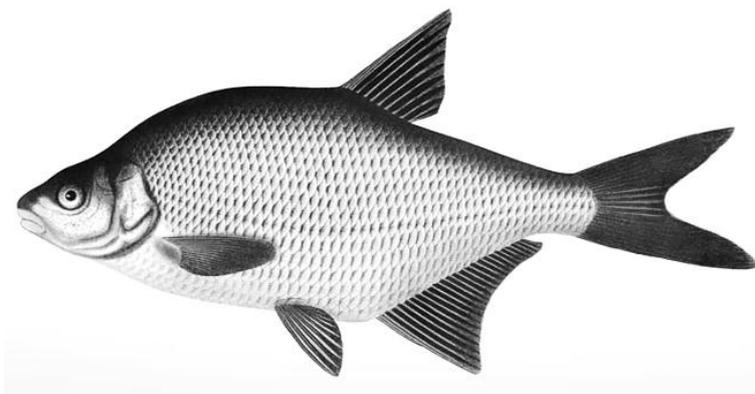


Рис. 24. Лещ

1.1.2. Общая биологическая характеристика леща

В Европе лещ распространен к востоку от Пиренеев и к северу от Альп. В Швейцарии – только в бассейне Рейна. Встречается в низовьях Роны, в водоемах Англии, Ирландии и бассейнах Северного, Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского морей. На севере достигает бассейна Белого моря и восточной части Баренцева (Печора). К настоящему времени его ареал сильно расширился благодаря интродукции в озера Сибири (оз. Убинское), Казахстана (Балхаш и др.), в Новосибирское, Усть-Каменогорское, Бухтарминское, Братское, Иркутское водохранилища [112].

Лещ – это высокотелая рыба с длинным анальным плавником. Тело сильно сжатое с боков. За брюшными плавниками имеется киль, не покрытый чешуей. Анальный плавник длинный. Глоточные зубы однорядные 5-5. Боковая линия 50-55. D III 9 (10), A III (23) 24-30. Жаберных тычинок 19-24. Позвонков (44) 45-46. Наибольшая высота тела у взрослых 35-40% длины тела без С (у карповых длина тела рассчитывается до конца чешуйчатого покрова). Рот у него полунижний, маленький, над верхней губой заметна выпуклость. Обра-

щают на себя внимание большие относительно размера головы жаберные крышки, они занимают почти половину ее боковой поверхности.

Грудные плавники, как правило, немного не доходят до основания брюшных, но иногда даже заходят за них, брюшные доходят до анального отверстия или до анального плавника. Грудные плавники серые, прочие – с черными концами, у старых особей все плавники делаются черными. Длина тела до 280-450 мм, но встречаются экземпляры до 750 мм и массой до 6 кг и более. Лещ рекордных размеров был пойман в Финляндии, в оз. Весиярви, в 1912 г., он весил 11,55 кг [112].

Брюшные плавники располагаются под центром тяжести. Спинной плавник короткий (9–10 мягких лучей), заостренный и расположен сзади середины тела. Анальный плавник – длинный, занимает почти весь нижний край хвостовой части. Хвостовой плавник довольно сильно выемчатый, и нижняя его лопасть длиннее верхней.

Лещ – это преимущественно пресноводная, озерно-речная рыба, предпочитающая не очень быстро текущие и стоячие воды, также образует полупроходные формы. Это связано с известной для некоторых пресноводных рыб особенностью: осваивать в границах ареала солоноватые воды с соленостью до 5–9 ‰. Причем лещ предпочитает зоны слабого осолонения (2–4‰) [113].

В основном лещ питается ракообразными (Cumacea, Corophiidae), хирономидами, моллюсками, а также водорослями, червями, личинками насекомых; молодь – зоопланктоном (Copepoda, Clodocera) и плавающими личинками хирономид. Наиболее интенсивное питание у взрослых рыб наблюдается после нереста, в июне – июле [114].

Конкурентами в питании у леща являются плотва, подуст, сазан, ерш, окунь и др., а врагами – жерех, щука, окунь, налим.

Основу пищи леща в начале его жизни составляют ракообразные и хирономиды. Наряду с ракообразными сеголетки леща интенсивно потребляют червей (Ampharetidae). Моллюски в минимальных количествах содержатся в пище молоди. Годовики активно потребляют ракообразных. В рационе взрослого леща возрастает количество моллюсков и уменьшается доля ракообразных.

Лещ – это рыба с малой пищевой пластичностью, которая компенсируется высокой активностью его при добывании корма, в связи с чем наблюдается зависимость распределения и скопления леща от распространения его основных и излюбленных пищевых организмов. Эта зависимость к концу нагула постепенно ослабевает.

При уменьшении количества излюбленной пищи индекс избирательной способности в отношении нее начинает возрастать, но до известного предела, после которого рыба переходит на питание заменяющей пищей. Изменение привычного образа питания леща чрезвычайно сильно отражается на его упитанности и темпе роста.

Это можно показать на примере сезона 2004 г. Лето было аномально прохладным, в результате чего нарушались циклы развития насекомых, яйца и личинки которых развиваются в воде. В связи с этим в течение вегетационного сезона отмечалось существенное снижение биомассы хирономид. В ходе наших

работ по заготовке лещевых гипофизов в конце октября было установлено, что кишечник леща заполнен исключительно детритом, было заметно изменение в экстерьеру ввиду исхудания рыб. Размер яичников также отличался в сторону меньших размеров. Весной 2005 г. при отлове леща в р. Немонин в период, предшествующий нересту, дефицит питания сезона 2004 г. проявился в уменьшении количества яйцеклеток в яичниках, но при некотором превышении размеров икринок.

Данный пример согласуется с положением, обосновывающим влияние неблагоприятных условий межнерестового нагула в сторону снижения плодовитости и увеличения размеров яйцеклеток [115].

Весной с повышением температуры воды до 8–9 °С, как правило, в конце апреля – начале мая, лещ мигрирует к нерестилищам. Основные нерестилища леща в бассейне Куршского залива расположены в бассейнах рек Немонин, Матросовки, Приморском канале и в районе от Зеленоградского канала до пос. Лесное непосредственно в акватории залива [69]. Речные нерестилища обеспечивают от 60 до 80% потенциала естественного воспроизводства леща Куршского залива.

В Калининградском заливе основные нерестилища находятся в Калининградском кутке, Приморской бухте, плесовых зонах морского канала, вдоль южного побережья залива. Традиционно на нерест лещ мигрирует в реки Прохладную и Преголю. Хотя, учитывая протяженность и водность р. Преголи, в ней существуют локальные стада леща, постоянно обитающие и воспроизводящиеся без ухода в залив. Имеются локальные стада леща в ряде озер на территории области. Нерест леща в них проходит в прибрежных зонах среди зарослей водной растительности.

Лещ становится половозрелым на четвертом-восьмом году жизни, самцы созревают на год раньше.

Сроки нереста леща определяются в основном температурными условиями, которые далеко неоднородны в различные годы. Важными факторами, влияющими на нерест, также следует считать момент наступления пика паводка и продолжительность стояния воды на нерестилищах. Нерест начинается, как правило, при температуре 15–18 °С, причем в реках раньше, чем в заливах. Наиболее интенсивный нерест происходит в 10–11 ч, когда солнце находится над горизонтом, к полудню он прекращается и снова возобновляется к 16 – 17 ч. Прямые солнечные лучи действуют отрицательно на активность производителей.

Плодовитость леща Куршского залива варьирует от 32,6 до 417,2 тыс. икринок и зависит от возраста. Максимальная плодовитость отмечается у 8–10-летних особей.

Плодовитость леща Калининградского залива близка к отмеченной для Куршского залива. Однако у отдельных особей, нагуливающихся в Балтийском море, имеющих массу до 4 – 5 кг, она может превышать 500 тыс. икринок.

Лещ – фитофил, икринки леща клейкие, прикрепляются к водным растениям. Размер икринки 1,0–1,5 мм. Величина зрелых икринок увеличивается с возрастом рыб.

Длительность эмбриогенеза зависит от температуры воды, при температуре 12–15⁰С эмбриональный период составляет 200–230 ч, а при 18–21⁰С – 113–148 ч.

Длина предличинок леща в момент выхода из икринок равна в среднем 5,6 мм, через три дня – 8,2 мм и через шесть дней – 9,8 мм.

После вылупления предличинки в течение двух суток находятся в стадии покоя, прикрепившись к водным растениям; желточный пузырь рассасывается через трое - четверо суток. Личинки с рассосавшимся желточным пузырем перемещаются в открытые части водоема. Скот молоди с нерестилищ происходит в конце июня. Мальки, достигшие длины 3 см, скатываются в залив, где держатся в предустьевых участках.

В первые месяцы жизни мальки леща обитают в заводях, в прибрежной полосе, защищенной от прибоев, в местах с пониженной скоростью течения и богатым развитием планктона. А затем по мере роста молодь леща рассеивается по всей акватории. Наибольшие концентрации отмечены в южной и центральной частях залива.

В Калининградском заливе зоны расселения молоди – южная прибрежная, Приморская бухта, Калининградский куток, т.е. мелководные участки, поросшие выходящими вглубь залива зарослями тростника.

Ранее уже было отмечено, что лещ является самой массовой промысловой рыбой в Куршском и Калининградском заливах. Состояние его популяции находится на высоком уровне и отличается стабильностью. Основу уловов леща в Куршском заливе составляет так называемый «белый» лещ, средняя масса которого около 600 – 900 г. Существенно меньше в уловах доля «красного» (средняя масса 1,5-1,8 кг) и «черного» (1,7-2,2 кг) лещей. По данным наших исследований за 2005 г., на нерестилищах в р. Немонин во время нерестового хода размерный ряд «черного» леща в период 5-15.05 был представлен рыбами с минимальной массой 400 г, максимальной – 2400 г, средней – 1100 г, «красного» леща в период 21-26.05 – рыбами с минимальной массой 370 г, максимальной – 1800 г, средней – 920 г, «белого» леща в период 01-05.06 – с минимальной массой 340 г, максимальной – 1500 г, средней – 700 г. Самки во всех группах были крупнее самцов.

Начатые нами исследования этих групп леща позволили установить разницу между ними не только по фенотипическим признакам, но и по строению глоточных зубов, что может характеризовать различия в питании, возможно, географии распределения в пределах осваиваемого нагульного и зимовального биотопов. Установлены различия в сроках подхода на нерестилища и нереста. В первую очередь нерестится «черный» лещ, затем «красный», в последнюю очередь «белый» лещ. То, что имеется некоторое наложение сроков нереста у трех обозначенных групп леща, говорит о свойственных популяциям и виду в целом закономерностях сохранения и увеличения численности поколений.

Снижение размерного ряда леща в уловах, отмеченное в последние 20 лет, связывают с селективностью отлова крупных рыб. Но, вероятно, в основе этого может находиться нарушение в соотношении численности названных групп по причине изменений в экологии, в том числе связанной с нерестом. Но очевидным представляется целесообразность большего представительства в уловах «черного» и «красного» лещей.

1.Ж. СВОЙСТВА БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА

1.1. Биологическая и экологическая характеристика белого толстолобика

1.1.1 Систематическое положение

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Sarcopterygii

Надотряд Cyprinimorpha

Отряд Cypriniformes

Семейство Cyprinidae

Род *Huhoftalmichys*

Вид *Huhoftalmichys molitrix* (L.) – белый толстолобик [11] (рис. 25)

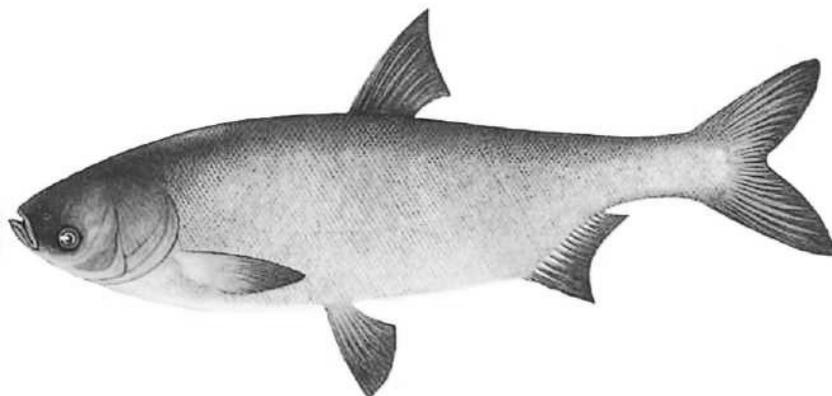


Рис. 25. Белый толстолобик

1.1.2. Общая биологическая характеристика белого толстолобика

Белый толстолобик – это крупная быстрорастущая рыба, достигающая массы более 50 кг. Характеризуется большой головой и близко посаженными глазами. Тело средней высоты, есть киль на брюхе впереди брюшных плавников. Спинной плавник короткий, колючих лучей в спинном и анальном плавниках нет. Окраска спины серовато-зеленая, бока серебристые без пятен. Отличительной особенностью является наличие цедильного аппарата – результат сращения жаберных тычинок между собой.

Естественный ареал – бассейн Амура, реки Китая и Юго-Восточной Азии, акклиматизирован в Европейской части России, в Калининградской области встречается единично в бассейнах Вислинского (Калининградского) и Куршского заливов, куда попадает из прудовых хозяйств [116].

Пресноводный вид, но способен жить в солоноватой воде (с соленостью до 7-9 ‰).

Основу рациона белого толстолобика составляет фито- и зоопланктон, которые процеживаются через цедильный аппарат.

Теплолюбивый вид, температурный оптимум 25-27⁰С. Созревает белый толстолобик в возрасте 6-7 лет при массе 4-7 кг, нерест проходит летом при температуре 24-26⁰С. Икра полупелагическая, развивается в турбулентных потоках воды, а в стоячей воде тонет и погибает.

Абсолютная плодовитость 100 -1500 тыс. икринок, рабочая 500 – 700 тыс. шт. Диаметр икринок 1,2 -1,4 мм, а после набухания увеличивается до 4,3 - 4,8 мм.

Длительность эмбрионального развития составляет при температуре 24 -25⁰С около 34 ч.

Обладает высоким темпом роста, сеголетки на юге России достигают массы 22 г, а товарные двухлетки – 600-800 г.

Ранее отмечалось, что в Куршском заливе отсутствуют фитопланктофаги. А в условиях возрастающей эвтрофикации водоема, когда в летний и осенний периоды залив переходит в класс гипертрофного с преобладанием в составе фитопланктона сине-зеленых водорослей, их присутствие становится крайне желательным. Вот почему белый толстолобик может рассматриваться как объект вселения в Куршский залив с целью подавления пресса развития фитопланктона и получения дополнительной рыбопродукции.

Тем более что вселение его никак не затрагивает нерестовые биотопы постоянно живущих в заливе рыб, поскольку здесь отсутствуют условия для естественного воспроизводства белого толстолобика. А естественное воспроизводство, как известно, остается самым уязвимым звеном в жизненном цикле рыб.

Основная сложность во вселении в Куршский залив будет связана с размерно-возрастными кондициями молоди. Практика выращивания белого толстолобика от неподрощенных личинок в прудах УОРХ КГТУ показала слабую эффективность ввиду малой массы сеголетков (2-3 г) и низкого уровня их выживаемости (10-20%). В основе этого лежат относительно низкая температура воды в июне, когда завозят личинок, и обедненный состав зоопланктона в прудах. В Куршском заливе он богаче, что до перехода на преимущественное питание фитопланктоном должно обеспечить потребности личинок в полноценном питании. При этом сдерживающим развитие личинок фактором может быть температура воды. Поэтому целесообразно до вселения в Куршский залив подращивать их в специальных прудах или бассейнах до массы 1-3 г. Более стабильные результаты будут получены, если посадочным материалом станут годовики, что уже апробировано в ряде хозяйств Беларуси, Литвы, Польши. В данной работе обоснованы разные схемы зарыблены Куршского и Калининградского заливов молодью растительноядных рыб.

1.3. СВОЙСТВА БЕЛОГО АМУРА

1.1. Биологическая и экологическая характеристика белого амура

1.1.1. Систематическое положение

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Sarcopterigii

Надотряд Cyprinimorpha

Отряд Cypriniformes

Семейство Cyprinidae

Род Stenopharyngodon

Вид Stenopharyngodon idella (L) [11] – белый амур (рис. 26).

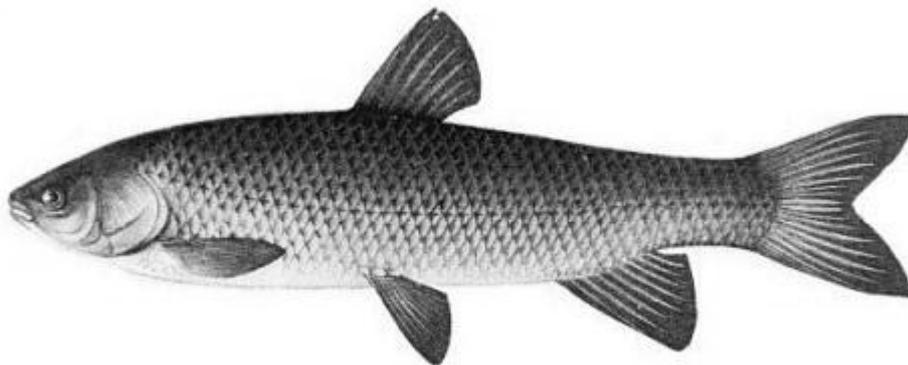


Рис. 26. Белый амур

1.1.2. Общая биологическая характеристика белого амура

Тело прогонистое, киля на брюхе нет. Голова большая, лоб широкий, глаза маленькие, рот полунижний. Спинной и анальный плавники короткие. Глоточные зубы двухрядные, зазубренные, с продольной полоской на жевательной поверхности.

Окраска спины зеленовато-серая, бока золотистые. Спинной и хвостовой плавники темные, а остальные светлые.

Ареал белого амура охватывает бассейн реки Амур и водоемы Китая, акклиматизирован в Азии, Европе, Северной Америке [117].

Быстрорастущая рыба, достигает длины более 1 м и массы 30 – 50 кг. Имеет вальковатое тело, покрытое крупной чешуей. На челюстях нет зубов, измельчение пищи происходит за счет пилообразных мощных глоточных зубов.

Основу рациона взрослых рыб составляет водная растительность, причем предпочитают мягкие и молодые растения, при их недостатке в пищу употребляются жесткие (рогоз, тростник и т.д.), из водных растений – рдесты, роголистник, элодея, ряска, а из наземных – люцерна, клевер и злаки. Личинки

питаются зоопланктоном, а при достижении длины тела 3 см переходят на питание водными растениями.

Признавая положительную роль белого амура в подавлении прессы высшей водной растительности, следует отметить, что ему свойственна определенная избирательность в выборе растений:

1. Абсолютно избираемые растения:

Хара ломкая (*Chara trancilis* L.)

Рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus* L.)

Ризоклониум (*Rhizoclonium* sp.)

Элодея канадская (*Elodea Canadensis* Rich)

2. Положительно избираемые растения:

Ряска мелкая (*Lemna minor* L.)

Ряска трехдольная (*Lemna trisulca* L.)

Многокоренник (*Spirodela polyrrhiza* Schield)

Роголистник (*Ceratophyllum demersum* L.)

3. Преимущественно избираемые растения:

Манник водяной (*Ulyceria aquatic* Wahlb)

Рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.)

Сусак (*Vallisneria spiralis* L.)

Манник наплывающий (*Ulyceria fluitans* R. Br)

Осока мохнатая (*Carex hirta* L.)

Стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia* L.)

Лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.).

4. Преимущественно избегаемые растения:

Кукуруза (*Zea mays* L.)

Аир обыкновенный (*Acorus calamus* L.)

Черёда поникшая (*Bidens cernua* L.)

Водокрас (*Hydrocharis* spp)

Телорез (*Stratiotes aloides* L.)

Рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.)

Рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.)

Тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin)

Щетинник сизый (*Setaria glauca* P.B.)

Клевер ползучий (*Trifolium repens* L.)

Гречиха земноводная (*Polygonum amphibium* L.)

Осока стройная (*Carex gracilis* Curt)

5. Избегаемые растения:

Клубнекамыш морской (*Bolboschosnus maritimus* Palla)

Камыш табернемонтана (*Schoenoplectus Tabernaemontani* Smel.)

Свекла (ботва) (*Reta vulgaris* L.)

Ситнаг болотный (*Eleocharis palustris* V. Br.)

Донник лекарственный (*Melilotus obliquifolius* Lam)

Пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris* L.)

Манжетка (*Alchemilla* sp.)

Полынь-чернобыльник (*Artemisia vulgaris* L.)

Лютик позуций (*Ranunculus Terpens L.*)
 Лютик жестколистный (*Ranunculus circinnatus Sibth*)
 Водяной перец (*Polygonum hydropiper L.*)
 Кубышка желтая (*Nuphar luteun Sm*)
 Кувшинка белая (*Nymphaea alta L*)
 Будра плющевидная (*Ylachoma mederaces L.*)
 Полынь горькая (*Artemisia absinthium L.*)
 Мята полевая (*Mentha arrensens L.*)

Интенсивность питания белого амура возрастает в диапазоне температуры воды от 18 до 30 °С. При этом по мере увеличения интенсивности питания меньшей становится разборчивость рыб в выборе корма. Расширение спектра питания у белого амура происходит с возрастом. У старшевозрастных амуров в спектр питания входят многие надводные макрофиты (тростник, камыш, рогозы и т.д.).

Мелиоративный эффект подтверждается величиной кормового коэффициента (табл. 16).

Таблица 16

Суточный рацион питания белого амура и кормовой коэффициент [118]

Кормовые растения	Суточный рацион, % от массы рыб	Кормовой коэффициент
Лягушатник	145	80
Рдест нитевидный	136	
Роголистник	114	
Элодея	108	
Ряска	102	
Уруть	35	
Рогоз	31	
Камыш	17	

Теплолюбивый вид, температурный оптимум развития находится в пределах 25–30 °С.

Созревает на третьем – четвертом году жизни. Нерестится в период муссонных дождей при температуре воды 24-27 °С. Икра пелагическая, диаметр ненабухшей икринки в среднем 1,2 мм, при набухании увеличивается до 5 мм. Плодовитость рабочая в среднем 500 тыс. шт., а абсолютная варьирует от 100 до 816 тыс. икринок.

Длительность инкубационного периода от 18 до 20 ч (при температуре воды 25 -29 °С). Икра и предличинки очень чувствительны к колебаниям температуры и концентрации кислорода.

Ранее отмеченное возрастание эвтрофикации в Куршском заливе проявляется в увеличении прибрежных зарослей высшей водной растительности, что способствует уменьшению полезной площади нагула промысловых видов рыб

и накоплению отмирающей водной растительности. Следует учитывать, что зоны зарослей водной растительности – это сосредоточение брюхоногих моллюсков, веслоногих ракообразных, которые являются промежуточными хозяевами многих паразитических гельминтов. Поэтому разумное ограничение их площадей – залог поддержания рыбохозяйственной значимости водоемов.

Из рыб, постоянно обитающих в водоемах, нет тех, которые реально снижают чрезмерное развитие водной растительности. Поэтому видится целесообразным вселение в них белого амура. Тем более что основу питания его здесь составят привычные по избирательности рдест, роголистник, ряска. Как и белый толстолобик, амур не сможет размножаться в водоемах области, поэтому его воздействие на макрофитов, также как белого толстолобика на фитопланктон, будет регулироваться количеством зарыбляемого материала.

На первом году жизни белый амур показал себя более жизнестойким (масса сеголетков 7-8 г, выживаемость в прудах УОРХ КГТУ 30-40%). Но и для него необходимо разработать оптимальную схему зарыбления с учетом размерно-возрастного состава, что будет обосновано в настоящей работе.

1.И. СВОЙСТВА СУДАКА

1.1. Биологическая и экологическая характеристика судака

1.1.1. Систематическое положение судака

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Actinopterygii

Надотряд Percomorpha

Отряд Perciformes

Подотряд Percoidei

Семейство Percidae

Род Stizostedion

Вид *Stizostedion lucioperca* (L.) – судак (рис. 27) [11].

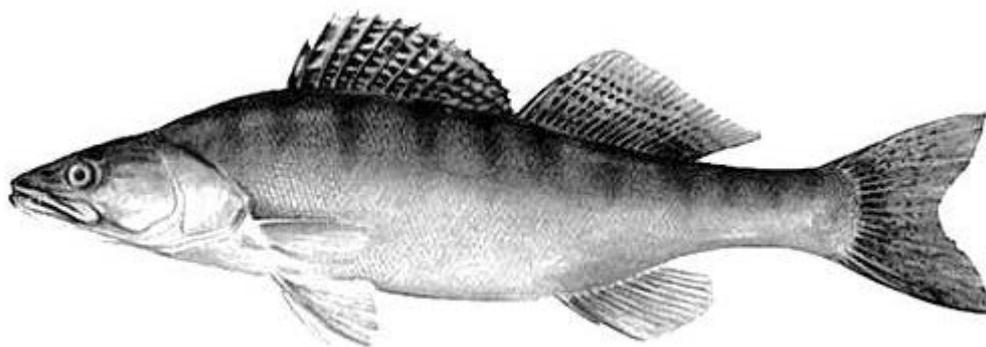


Рис. 27. Внешний вид судака

1.1.2. Общая биологическая характеристика судака

Признаки. По виду судак имеет некоторое сходство со щукой, благодаря удлинённой, заострённой голове. Длина головы больше или равна высоте тела [63]. Тело также удлинённое, невысокое, сжатое с боков, округлое [12].

D XIII-XVII, I-III 19-24, A II-III (10) 11-13 (14), l.l. 75-100. Позвонков чаще всего 46 [65].

Основания брюшных плавников не сближены. Расстояние между брюшными плавниками меньше ширины их основания. Колючие лучи в анальном плавнике часто скрыты под кожей. Спинные плавники разделены небольшим промежутком или соприкасаются.

Боковая линия продолжается на хвостовой плавник, на его верхней и нижней лопастях имеются ещё и добавочные её ветви [11].

Слизеотделительные железы на голове развиты слабо.

На челюстях и на нёбных костях находятся многочисленные зубы, есть клыки [11]. За исключением клыков, зубы небольшие. Щеки голые или только

наверху покрыты чешуей (реже до середины). Ширина лба меньше поперечного глазного диаметра или равна ему. Верхняя челюсть заходит за задний край глаза (у молодых доходит только до заднего края глаза или даже не доходит). Пилорических придатков 4-9. Жаберных тычинок на всей первой дуге 13-15. Чешуя мелкая, ктеноидная [63].

Спина зеленовато-серая. На боках 8-12 буро-черных поперечных полос. На спинных и хвостовом плавниках ряды темных пятнышек, расположенных на перепонках между лучами. Прочие плавники бледно-желтые. Брюхо светлое [11]. И.М. Анисимова и В.В. Лавровский (1991) отмечают, что зрелые самки судака Куршского залива отличаются от самцов по внешнему виду. Известно, что у судака из иных водоемов брачный наряд не отмечен. Это в значительной степени затрудняет отбор по полу производителей при рыбоводных работах.

У судака Куршского залива, по наблюдениям В.В. Лавровского (1964), брачный наряд ярко выражен в преднерестовый и нерестовый периоды. Половозрелые самки отличаются от самцов большим отвисшим брюшком и окраской грудных и особенно брюшных и анального плавников. Брюшко у самок белое, общая окраска тела более светлая, чем у самцов. У последних брюшко серовато-темное, иногда почти черное, общая окраска тела значительно темнее, чем у самок.

Окраска брюшных, грудных и анального плавников у самок встречается от слабо-желтой и бесцветной до интенсивно-розовой. Реже и только в период нереста отмечена голубовато-серая и единично – синеватая окраска плавников. Синеватая окраска плавников наблюдается в основном у старых крупных самок. Иногда на одном и том же плавнике, наряду с синеватой окраской, отмечается розовато-желтая.

У самцов в преднерестовый период плавники окрашены в серо-голубой цвет, а в период нереста часто имеют интенсивно синюю и темно-синюю окраску. Иногда, в основном у молодых особей, встречается и слабое розовато-желтое окрашивание или бесцветные плавники. Неполовозрелые особи окрашены значительно слабее половозрелых.

Брачный наряд в виде специфической окраски плавников в нерестовый и преднерестовый периоды выражен у 95% самок и 98% самцов. Пол судака по указанным признакам можно различить с небольшой ошибкой, начиная с трехлетнего возраста и массы 500- 440 г.

По окончании нереста, особенно в осенне-зимние месяцы, интенсивность окраски резко снижается и пол можно определить только путем вскрытия рыбы.

Места обитания. Судак обитает в пресной и солоноватой воде [11]. Не вызывает сомнения существование полупроходной и туводной групп судака, однако эти группы в зависимости от условий могут переходить одна в другую. Инстинкт ската у судака еще недостаточно закреплен в процессе исторического становления указанных групп. Об этом говорит тот факт, что молодь судака, задержавшаяся на некоторое время в нерестово-выростных хозяйствах, теряет инстинкт ската. Многие авторы отмечают, что молодь полупроходного судака успешно выращивается в прудовых хозяйствах и водохранилищах.

Существовавшее ранее мнение о непригодности полупроходных форм судака для вселения в пресноводные проточные водохранилища в настоящее время не подтверждается. Успех приживания судака, по-видимому, зависит в этом случае более от состояния кормовой базы в водохранилище и своевременности вселения судака, а не от того, к какой «биологической группе» он относится.

Молодь судака, как правило, держится небольшими стаями, взрослые рыбы ведут одиночный образ жизни. Судак предпочитает водоемы, где значительная часть акватории свободна от зарослей высшей водной растительности, с благоприятным кислородным режимом воды в течение всего года, достаточно высокой биомассой зоопланктона, обилием мелкой рыбы, наличием нерестилища. Характерная черта биологии судака, проявляющаяся при его вселении в водоемы вне естественного ареала, – способность формировать крупные промысловые стада в новых условиях обитания. Г.В. Никольский (1971) отмечает, что в заболоченных водоемах судак не встречается, будучи очень чувствительным к количеству кислорода в воде.

Судак распространен в Европе, на западе Азии и в Северной Америке. Естественный ареал его охватывает почти все крупные водные экосистемы Балтийского, Черного, Каспийского и Аральского морей. На территории России и стран СНГ он обитает в европейской части от Карелии (63°С с.ш.) до Закавказья [119].

Ареал судака значительно расширяется за счет акклиматизационных работ. Так, судак акклиматизирован на Урале, в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке [11]. Широко расселяется по озерам и водохранилищам. В России интродуцирован в озера Чебаркуль (Челябинская обл.), Ханка, из которого он проник в р. Амур [120, 121]. В значительном количестве заселил ряд крупных водохранилищ: Рыбинское, Цимлянское, Усть-Каменогорское, Можайское, верхнего Иртыша в Западной Сибири, в Новосибирское, откуда он спустился до низовий Оби, ее уральских притоков и до Обской губы. Акклиматизирован в оз. Балхаш (Казахстан), где стал важным объектом промысла [120].

В Европе он интродуцирован в Англии (р. Темза), Франции (р. Рона), Германии (р. Рейн), Швеции (оз. Венерн).

Рост судака в различных естественных водоемах. Судак - самый крупный представитель окуневых [11]. Длина до 500-1300 мм. Масса до 8-12 кг и более (до 20 кг) [120]. Обычные промысловые размеры: длина 60-70 см и масса 2-4 кг [11].

По сведениям Т.А. Голубковой [2003], средние показатели длины самцов и самок судака одного возраста не отличаются, тогда как средняя масса, начиная с шестигодовалого возраста, у самок выше, чем у самцов, за счет гонад, которые в нерестовый период составляют порядка 12% от массы тела.

Продолжительность жизни самцов короче, чем самок: в среднем, соответственно, 6–7 и 8–9 лет. Предельный возраст 14-18 лет [65, 122].

Скорость роста судака в естественных водоемах в зависимости от условий обитания различается довольно значительно. Жилой судак растет обычно

несколько медленнее полупроходного [65]. На рис. 28 представлены данные по весовому росту судака в некоторых естественных водоемах.



Рис. 28. Весовой рост судака в различных водоемах

Особенности размножения судака. Возраст созревания судака различается в зависимости от мест его обитания. Обычно половой зрелости достигает в 3-4-летнем возрасте, однако в водоемах Карелии, например, по данным О.П. Стерлиговой с соавторами (2009), в 6-7 лет – почти в два раза позднее, чем на юге страны. Самцы созревают раньше самок, иногда в 2-годовалом возрасте [11, 56]. Особенностью судака Куршского залива является посленерестовая гибель самцов в 5-6-годовалом возрасте, что обуславливает более короткий жизненный цикл самцов по сравнению с самками [56].

Нерестовый ход может начинаться, когда температура воды превышает 6°C. Нерестится судак при температуре воды от 13 до 19°C [56]. Выделение ранненерестующей (при температуре воды 6-10°C) и поздненерестующей (начало нереста при температуре выше 11°C) групп судака носит, по мнению В.В. Лавровского (1964), формальный характер.

Неизвестно, почему границей является температура 10°C, а не иная. Судак в одном и том же водоеме в зависимости от температуры воды в преднерестовый период может начать нереститься при температуре воды ниже или выше 10°C.

Судак, как и многие другие рыбы, например рыбец, обладает широкой приспособленностью к откладыванию икры в различных условиях на различном субстрате. При отсутствии подходящего субстрата он бывает вынужден выметывать икру даже на глинистое дно нерестовых прудов (при этом икра в массе гибнет), что никоим образом не говорит о безразличном отношении рыбы к субстрату [119].

В этом случае он выбирает субстрат, наиболее благоприятный в данных условиях для кладки икры, а следовательно, и выживания потомства.

Таким образом, судак должен быть отнесен к экологической группе рыб, пластичных по отношению к нерестовому субстрату, так как в различных водоемах он ведет себя как литофил (Куршский залив), псаммофил (оз. Жижицкое, водоемы Карелии) или фитофил (реки Дон, Кубань). Интересно отметить тот факт, что по мере продвижения к северу, где условия обитания судака отличаются большим разнообразием, он более широко адаптирован к нерестовому субстрату. Даже в одном и том же водоеме он может вести себя как фитофил и литофил в зависимости от условий нереста и наличия подходящего нерестового субстрата. Очевидно, для судака важным является лишь то, чтобы икринки и эмбрионы могли в определенный период развития находиться в состоянии покоя и жизнедеятельность организма протекала нормально [11].

Различная форма кладки икры судака, по мнению В.В. Лавровского (1964), может рассматриваться как приспособление к различным условиям внешней среды. Так, например, наблюдения того же автора на естественных нерестилищах Куршского залива показали, что, несмотря на хорошо развитый пояс макрофитов (тростника, камыша) вдоль южного и восточного побережий залива, в сложившихся гидрологических условиях судак не может использовать для откладки икры растительный субстрат, хотя некоторые исключения, вероятно, возможны. Икра, отложенная на мягкий субстрат на небольших глубинах, несомненно, уничтожалась бы волнами и обсыхала во время сгонов воды. Икре, отложенной в гнезда, устроенные на песчаном грунте, постоянно угрожало бы заиление.

Кладка икры судака в виде тонкого слоя, повторяющего форму поверхности камня, не создает дополнительного сопротивления токам воды. Это в значительной мере предохраняет икру от действия волн, смывания и заиления.

В пределах акватории самого залива, в связи с особенностями его гидрологического режима, крупные камни, возвышающиеся над заиленным песчаным грунтом, являются идеальным нерестовым субстратом. Откладка икры судаком на глубинах свыше одного метра сводит к минимуму опасность гибели ее от обсыхания и волнобоя при понижении уровня [11].

Нерест парный. Выбрав подходящий участок, самец начинает кружить вокруг него, бросаясь с открытой пастью на других самцов и самок. Затем он очищает гнездо от ила и подпускает к нему избранную самку. В выборе партнера значительную роль, видимо, играет зрение. Ночью нерест не происходит, ослепшие производители в нересте участия не принимают. Выметывает икру самка за 1-3 ч; она становится над нерестовым субстратом, прикасаясь к нему брюшком. Самец держится несколько выше. Периодически самка делает кон-

вильсивные движения. Нерест происходит скрытно. Самка покидает гнездо сразу после окончания нереста. Своими сильными клыками самец может нанести болезненные укусы. В то же время он не обращает внимания на мелких рыб (плотву, окуня и др.), подплывающих к гнезду.

Отложенную икру, прежде всего от особей своего вида, охраняет самец. Он постоянно создает плавниками ток воды, омывающей икринки, защищающий от заиливания и поддерживающий благоприятный кислородный режим.

При приближении других производителей к гнезду ближе чем на 0,3 м, самец начинает беспокоиться, плавать кругами, а если пришелец, самец или самка, входит в пределы гнезда, - бросается на него и кусает. На боках и хвостовом стебле производителей можно видеть участки со сбитой чешуей, следы укусов. Очевидно, гнезда судака в естественных условиях не могут располагаться ближе 30 см одно от другого.

Самец охраняет гнездо в течение всего периода инкубации и еще некоторое время после вылупления предличинок. При ухудшении кислородного режима или обсыхании гнезда вследствие изменения уровня режима он погибает, но не уходит от кладки икры [11].

Значение охраны гнезда самцов от особей своего вида заключается в предупреждении гибели кладки икры, так как следующий самец при подготовке гнезда к повторному нересту при очистке от ила уничтожил бы ранее отложенную здесь икру.

Охрана гнезда от мелкой рыбы происходит пассивно, судак отпугивает ее своим видом, размерами, поведением. В то же время такие крупные рыбы, как лещ, плотва, красноперка, не испытывают страха перед судаком, свободно подходят к его гнездам и откладывает здесь икру: у рыб, как и у птиц, наблюдается своего рода «гнездовой паразитизм», т.е. рыба, откладывающая икру в гнездо судака, обеспечивает ей защиту от врагов и предохраняет от заиливания.

Во время нереста и охраны гнезда самцы не питаются; истощенные после нереста они в массе погибают [11].

Абсолютная плодовитость судака колеблется от 200 тыс. икринок до 1,2 млн. Икра клейкая, с большой жировой каплей. Диаметр неоплодотворенных икринок 0,5-0,8 мм, после набухания он увеличивается до 1,0-1,5 мм [84, 123].

Развитие судака. Продолжительность эмбрионального развития, по данным И.М. Анисимовой и В.В. Лавровского (1991), составляет в зависимости от температуры воды от 3 до 11 сут. Наиболее благоприятная температура 12-15°C [122]. Вылупление предличинок судака из икры разновременное. После массового выхода предличинок, который обычно происходит в течение одного дня, остается часть икры, вылупление из которой продолжается на второй и даже третий день. Предличинки [122] вылупляются длиной от 4,0 до 5,7 мм (по другим данным 3,3-5,0 [123]) и имеют большую жировую каплю. У предличинок ещё нет жабр, дышат они поверхностью тела и поэтому предъявляют повышенные требования к содержанию кислорода в воде. На третий-четвертый день после вылупления у предличинок начинается пигментация глаз. Они обладают положительным фототаксисом, всплывают вверх, вращаясь вокруг своей оси,

на высоту 5- 10 см, затем опускаются на дно. Этот период развития также очень важен для выживания приплода, так как во время спокойного пребывания на дне многие эмбрионы покрываются частичками ила и гибнут. Вероятно, выживают лишь те, которые большую часть «состояния покоя» проводят в толще воды или на незаиленном субстрате [11, 81].

Периодически поднимаясь в толщу воды, предличинки течением выносятся из района нерестилищ.

Плавательный пузырь у них заполняется воздухом обычно на 5-7 сут. Для этого личинки судака поднимаются к поверхности воды и заглатывают воздух. Через несколько дней проток, соединяющий плавательный пузырь с кишечником, зарастает. Те личинки, которым не удалось наполнить плавательный пузырь воздухом, после израсходования запасов желтка и исчезновения жировой капли затрачивают много усилий на поддержание себя в толще воды. Они отстают в росте и гибнут. На смешанное питание предличинки переходят на третий-четвертый день после вылупления (этап В), т.е. через 1-1,5 сут после образования ротового отверстия. В это время они держатся в поверхностных слоях воды. Их рот занимает нижнее положение. Появляются челюстные кости. Кишечник оформляется в трубку [11, 81].

Ряд авторов приводят данные о том, что судак переходит на смешанное питание еще при наличии остатков желтка в желточном мешке. Желточный мешок заметно уменьшается, но жировая капля сохраняется полностью.

Переход к приему внешней пищи в естественных водоемах часто оказывается неодновременным.

Очень важно, чтобы одновременно с потреблением желтка, личинка судака имела возможность потреблять пищу извне. Для этого в водоеме должно быть достаточное количество подходящих по размеру пищевых организмов. Как правило, при длине тела 2-2,5 см в возрасте 35-40 сут (этап Г) личинки превращаются в мальков со всеми морфологическими чертами, характерными для этого вида [122].

Продолжительность этапов крайне изменчива, так как скорость развития сильно зависит от температуры и условий питания. Следовательно, в зависимости от условий среды, скорость прохождения того или иного этапа развития судака может колебаться.

Питание судака. Спектр, динамика и интенсивность питания судака на различных этапах его развития в различных водоемах характеризуются разнообразием, обусловленным спецификой физико-химических и гидробиологических особенностей обитания, включая обеспеченность кормовыми объектами.

При учете размеров и типа организмов, обнаруживаемых в пищеварительном тракте судака, Р. Я. Косырева (1958) предлагает выделять два основных периода в его питании. Первый период связан с началом активного питания судака. Ранняя молодь судака питается планктоном.

В диапазоне доступных по размеру жертв планктофаги, захватывающие их целиком и поштучно (это характерно для личинок и мальков судака), выбирают объекты оптимального размера, обеспечивающего максимальный прирост. С ростом личинок этот размер увеличивается, и нередко уже на маль-

ковых этапах развития только самые крупные зоопланктеры имеют размеры, близкие к оптимальным. При этом, как правило, происходит переход от питания планктоном к питанию бентосом и молодью рыб.

В начале внешнего питания личинки судака кормятся коловратками, мелкими планктонными ракообразными (например, босминами) размером 0,3-0,4 мм, значительно реже – фитопланктоном. При достижении длины 10 мм личинки начинают питаться более крупными и калорийными зоопланктонными организмами (дафнии, циклопы и др.) [122].

Состав пищи молоди судака зависит от качественного и количественного состояния кормовой базы и в различных водоемах может существенно различаться. Так, например, по данным Г. Г. Таманской (1959), в кубанских лиманах молоди судака свойственна избирательность в питании: веслоногие рачки (копеподы) потребляются более охотно, чем ветвистоусые (кладоцеры).

В Куршском заливе некрупные личинки судака питаются копеподами (93,5%), а судаки длиной 25-52 мм – кладоцерами. Кроме зоопланктона, старшая молодежь питается личинками хирономид и молодью рыб.

По данным А.Е. Королева и Л.П. Барановой (1998), в прудах наибольшее значение в питании судака имели кладоцеры, главным образом три вида: *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daphnia cucullata* и *Bosmina longirostris*. Размеры потребляемых кладоцер колебались от 0,2 до 1,2 мм, но преобладали особи от 0,45 до 0,8 мм. Копеподы и хирономиды, как более крупные организмы, имели второстепенное значение. Размеры копепод колебались в пределах от 0,35 до 0,76 мм, хирономид - от 1,0 до 2,0 мм. Взаимосвязь между освещенностью и избиранием судаком определенных размерных групп представителей зоопланктона не обнаружена. Размер жертв составлял 46,7-67,9% длины тела судака.

Второй период в питании судака связан с переходом молоди к потреблению более крупных форм различных низших ракообразных, личинок насекомых и рыбы. С ростом молоди потребность в зоопланктоне уменьшается, и в рационе судаков появляются бентосные организмы и личинки других рыб [122].

При снижении биомассы беспозвоночных и отсутствии рыбной пищи молодежь судака переходит на питание личинками насекомых, главным образом тендипедид.

На хищный образ жизни судак может переходить очень рано – при длине тела 10- 14 мм (этапы D-E). В среднем это происходит при длине 3,5 см (от 1 до 5 см). Успех перехода на хищное питание определяется состоянием кормовой базы водоема. Ранний переход на рыбное питание не обязателен, если в водоеме имеется достаточная по численности и доступная по размерам фауна беспозвоночных [11].

Так, в Азовском море, по данным И. М. Анисимовой и В. В. Лавровского (1991), переходу на питание рыбой предшествует активное питание крупными ракообразными: мизидами, гаммаридами.

Мизиды и другие ракообразные способны до некоторой степени заменить рыбу в питании судака даже на поздних этапах развития. Рост молоди судака

может быть одинаково интенсивным как при питании рыбой, так и при питании беспозвоночными.

Снижение биомассы доступного для молоди судака зоопланктона стимулирует переход на хищное питание и каннибализм. Каннибализм способен вызвать резкое снижение численности поколения молоди судака [11]. В.П. Михеев (1992) в экспериментах при выращивании сеголетков судака в садках наблюдал в ряде случаев гибель молоди на 97% от посадки их в садки из-за каннибализма, вызванного недостатком зоопланктона. Каннибализм у судака проявляется несколько позже, чем у щук. Судак длиной 5,4 см и массой 1,41 г уже способен проглотить собрата длиной 3,1 см и весом 0,25 г [122].

Взрослый судак является типичным хищником, питается главным образом мелкой рыбой – снетком, уклеей, плотвой, ельцом, пескарем, окунем. Крупную рыбу судак не в состоянии захватить вследствие малого размера пасти и глотки. В отличие от щуки, судак активно охотится за своей добычей, избегая при этом участков с зарослями, где он сам (молодь) может стать добычей щуки.

Глотка у судака узкая, он не может нанести вред крупным промысловым рыбам, в связи с чем ценится как прекрасный биологический мелиоратор и используется для подавления в рыбохозяйственных водоемах малоценных мелких рыб [11].

У судака отчетливо выражены как суточный, так и сезонный ритм питания. По данным А. Е. Королева и Л. П. Барановой (1998), интенсивность питания личинок судака в прудах не остается постоянной в течение суток и зависит от преобладания и поведения той или иной группы или вида беспозвоночных организмов в данном водоеме и, как следствие, в рационе молоди судака.

Независимо от этапа развития, характерной особенностью питания молоди судака в южной и умеренной зонах является наличие общего, хорошо выраженного его минимума в интервале времени 4-5 ч ночи. В северных водоемах такой минимум для личинок этапа D2 не прослеживается, что можно объяснить отсутствием в июне темного периода ночью.

Взрослый судак активно питается преимущественно в сумерках – на рассвете и вечером.

Что касается сезонной динамики интенсивности питания, то наиболее активно судак питается с мая по октябрь; зимой и во время нереста – слабее. Зачастую состав пищи неполовозрелого и половозрелого судака не совпадает и изменяется в зависимости от времени года [122]. Согласно Г. В. Никольскому (1974), судак в дельте Волги наиболее интенсивно питается в апреле-июне, также определенный всплеск активности в питании наблюдается в сентябре-октябре. Зимой питается менее активно [119].

1.2. Требования судака по отношению к некоторым гидрологическим и гидрохимическим условиям

Для успешного выращивания судака необходимым является знание требований, предъявляемых этим объектом к окружающей среде.

Благоприятная температура для развития и роста судака. Судак относится к рыбам с высокой требовательностью в отношении термики водоемов в период нереста, развития икры, личинок и молоди.

Согласно данным экспериментов Н. Н. Ждановой (1964) установлено, что при постепенном повышении температуры от 18 до 25°C активность личинок уменьшалась, движения их замедлялись. При 26°C наступал шок и затем гибель некоторых личинок. Шоковое состояние всех подопытных судаков наблюдалось при 30°C, при 32°C наблюдалась их гибель.

Внезапная пересадка личинок из воды с температурой 18°C в воду 25-26°C вызывала у них судорожные круговые движения в течение первых 10-20 с и нарушение равновесия тела. Затем равновесие тела восстанавливалось, и личинки начинали медленно плавать.

Изменение температуры от 18 до 30-32°C приводило к нарушению координации движений у личинок, вследствие чего рыбы сначала ложились на бок, а затем переворачивались вверх брюхом и через 40-45 с все погибали. Таким образом, верхняя температурная граница для вылупившихся личинок судака лежит в пределах 30-32°C. Но уже при 26°C активность их резко уменьшается, судаки находятся в предшоковом состоянии.

При постепенном понижении температуры от 18°C отклонение от нормального поведения личинок (замедление движений) отмечали при 11°C, снижение же температуры до 6,5°C вызывало у судаков шок, боковое положение. Выдерживание судаков при 6,0°C в течение первых 35 с приводило к их гибели. При этом тело личинок конвульсивно сжималось, хорда изгибалась [119].

Резкое снижение температуры в опыте от 17 до 14°C (разница 3°C) вело к кратковременному изменению поведения личинок – замедлению движений, снижению активности. Внезапное изменение температуры от 17 до 8°C (разница 9°C) вызывало у личинок судороги и наступление шока. Таким образом, нижняя летальная температурная граница для личинок донского судака равняется 6,0-6,5°C. Резкое снижение температуры вызывает гибель личинок при 7-8°C.

При температуре 14-23°C отклонений от нормы в поведении личинок в возрасте 1-7 сут не наблюдалось; диапазон температуры 14-23°C является оптимальным для их развития.

Мальки судака длиной 12-30 мм нормально развивались в водоемах хозяйства при температуре 14-26°C, повышение температуры до 30°C приводило к гибели молоди [119].

Учитывая требования судака к температуре, необходимо в водоемах и выростных емкостях для его выращивания не допускать резких изменений температуры.

В естественных водоемах взрослый судак предпочитает места с температурой воды 14-18°C [56]. Ряд авторов указывают, что оптимальная температура для эффективного роста судака находится в диапазоне 20-24°C [124].

Глубина. Глубина (столб воды) оказывает влияние на развитие икры и молоди судака не непосредственно, а через ряд факторов: температуру, кислород, мутность и т.п. Глубины водоемов определяют их биологический и гидро-

логический режим, в зависимости от которых судак выбирает места нереста. Распределение личинок и молоди судака также зависит от этих факторов. Поэтому установление оптимальных глубин в нерестовых и выростных водоемах при выращивании молоди судака приобретает первостепенное значение [119].

Судак хорошо приспособлен к нересту как на малых, так и на больших глубинах. Очевидно, места его нереста определяются комплексом экологических условий.

В прудах Узьковского хозяйства судак в массе нерестился в утренние часы (4-6 ч) при теплой (14-16°C) штилевой погоде в основном в прибрежной зоне нерестовиков на глубине 0,2-0,6 м. Единичный нерест отмечали на глубинах участка 0,8-1,1 м. В ветреные дни судак откладывал икру на максимальных глубинах нерестовика (80- 110 см), на мелководье икрометания не было. Таким образом, глубина откладки икры зависит от гидрометеорологических условий, и в нерестовиках Узьковского хозяйства она колебалась от 0,2 до 1,1 м. При благоприятных условиях среды (отсутствие частых и резких понижений температуры, сильных ветров) выживание развивающейся икры судака на мелководье и на глубине было велико. Так, в нерестовиках Узьковского хозяйства в 1958, 1960, 1962 г. общий отход не превышал 10%. Очевидно, при благоприятных условиях сам фактор глубины (столб воды) не оказывает существенного влияния на развитие икры судака. Отход икры за сутки на гнездах, расположенных на мелководных участках, при резком падении температуры был больше, чем на гнездах, расположенных в глубоководных местах.

При неблагоприятных условиях среды большие глубины уменьшают вредное действие различных факторов на развивающуюся икру. Однако в тех районах, где в весенний период нет резких колебаний температуры и сильных ветров, глубины нерестовых водоемов для судака могут быть небольшими.

В условиях низовий Дона, где термический и ветровой режимы в весенний период крайне непостоянны, считается необходимым иметь нерестовые водоемы с глубинами 1,5- 2,0 м.

Наблюдения Н. Н. Ждановой (1964) показали, что вылупившиеся предличинки судака (4,5 мм) держатся у гнезд. Судаки длиной 5,2-6,2 мм при штилевой погоде ловятся по всему нерестовику, во всей толще воды. При наличии ветра личинки переходят в защищенные от него участки, держатся у дамб на максимальных глубинах нерестовика (70-110 см).

Личинки судака (5,6-6,4 мм) из нерестовиков предпочитали глубины до 70 см, с зарослями камыша, который создавал «затишные зоны» - излюбленные места обитания мелких планктонных организмов, которыми питался судак.

В другие годы, когда из-за перебоев в работе насосной станции выростные водоемы не заливались до проектных отметок, личинки (5,7-6,5 мм) попадали на плесы с глубиной 20-50 см, которые были покрыты остатками луговой мягкой и жесткой растительности с обилием нитчатки. Сильные восточные ветры мешали передвижению личинок на большие глубины, переносили их с места на место, взмучивали грунт. Гибель судака на таких мелководных участках была велика.

Судаки длиной 6,7-10,5 мм, перейдя на активное питание, обитают в основном в местах с глубиной 90-100 см. Более крупные судаки – 10-15 мм (8-30 мг) переходят в слабозащищенные места водоема, держатся стайками в 30-40 см от поверхности воды на участках с разнообразными грунтами и глубинами более метра.

На последующих этапах развития, в связи с изменением характера питания, меняются и места обитания судака. Молодь 14,0-22,0 мм длины (30-140 мг) переходит в ерики и коллекторы, т.е. в самые глубокие (1,5-2,5 м) места водоемов, в основном с твердым грунтом, где питается придонными организмами – мизидами (этап Е).

Таким образом, можно утверждать, что личинки и молодь судака в выростных водоемах держатся в основном на глубинах более 60 см, а площади мелководья (от 0 до 60 см) почти не используются ими для нагула [119].

Взрослый судак обитает в пелагиали и держится на различных глубинах в зависимости от распределения пищи, содержания кислорода и температуры воды [63].

Мутность воды. Личинки и молодь судака, как и судак старших возрастных групп, весьма чувствительны к воздействию взмученности воды [122].

Концентрация кислорода в воде. Судак крайне требователен к содержанию кислорода в воде. По наблюдениям Н. Н. Ждановой (1964), летальная граница концентрации кислорода в воде для икры судака на разных стадиях развития колеблется от 0,7 до 0,86 мг/л, для личинок и мальков длиной 4,7-37,0 мм – от 1,37 до 3,1 мг/л. Судаки длиной 10-12 мм наиболее требовательны к концентрации растворенного в воде кислорода, они погибали при его содержании, равном 3,15 мг/л.

Однако судак ощущает недостаток кислорода значительно раньше наступления летального его содержания в воде. В опытах Н. Н. Ждановой (1964) поведение личинок и мальков судака при уменьшении концентрации растворенного в воде кислорода до 4,4-6,0 мг/л резко изменялось: они совершали быстрые и резкие движения, затем у них на короткий срок нарушалось равновесие тела (переворачивались на бок), наступала аритмия дыхания. Следовательно, при выращивании личинок судака, количество кислорода в воде должно быть не менее 5,0 мг/л, а в период выращивания молоди – не ниже 6,0 мг/л.

Этот вывод подтверждается наблюдениями в нерестовых и выростных прудах. Молодь судака в водоемах хозяйства держится в тех местах, где содержание кислорода в воде колеблется от 6,2 до 9,7 мг/л.

Количество кислорода в воде нерестовиков в период развития икры и личинок судака в основном колебалось от 5,2 до 15,4 мг/л. Старшевозрастной судак также очень требователен к содержанию кислорода в воде (не ниже 5 мг/л). Более низкая концентрация ограничивает зоны его нагула [11].

Соленость и водородный показатель. Вероятно, развитие икры, личинок и молоди судака идет нормально в пресной слабощелочной воде (рН 7,2-7,8). Судаки длиной 13-14 мм переносят большую соленость (до 13‰). Взрослый судак способен жить как в пресной, так и в солоноватой воде [11, 65].

Судак Калининградского залива обитает в отличных от Куршского залива условиях, определяемых, прежде всего, соленостью воды и составом пищи. Соленость воды постоянно выше 3 ‰. При сопоставлении площадей российской части Калининградского и Куршского заливов (соотношение 1 : 2,5) аналогичного соотношения в численности популяций рыб – жертв судака не отмечается, о чем можно судить по данным табл. 17 и 18.

Таблица 17

Величина общего допустимого улова (ОДУ) в российской части Вислинского залива в период 2002-2013 гг., т [4]

Вид рыбы	Общий допустимый улов рыб											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Лещ	300,0	270,0	248,3	244,8	244,8	258,0	228,0	278,4	282,0	288,0	289,0	291,7
Судак	200,0	180,0	179,2	155,8	156,2	134,4	137,0	149,9	146,5	147,0	147,0	148,9
Угорь	50,0	60,0	69,9	67,8	67,8	67,1	67,1	69,7	70,1	47,5	28,8	19,5
Чехонь	100,0	100,0	74,9	99,7	81,7	90,3	90,3	81,9	78,0	77,5	79,0	79,0
Плотва	100,0	100,0	95,1	97,6	91,1	90,0	90,1	116,5	90,0	95,0	98,0	98,0
Окунь	10,0	10,0	13,6	14,8	11,9	11,7	11,7	37,9	30,0	27,8	48,8	48,0

Таблица 18

Величина общего допустимого улова (ОДУ) в российской части Куршского залива в период 2002-2009 гг., т [3]

Вид рыбы	Общий допустимый улов рыб											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Лещ	1010,0	900,0	994,0	973,6	1044,0	1083,5	1074,0	1079,1	1114,9	1141,9	1125,9	1145
Судак	260,0	260,0	275,3	253,8	263,6	233,6	233,8	238,5	251,9	257,9	256,2	258
Плотва	450,0	450,0	570,2	398,8	410,2	405,9	406,0	756,9	529,9	564,9	564,7	564,1
Угорь	10,0	10,0	9,9	7,8	9,7	9,5	9,5	2,2	2,3	2,0	1,7	1,7
Окунь	150,0	150,0	123,5	115,9	119,2	117,4	117,4	207,1	150,0	141,7	145,6	144,9
Чехонь	450,0	450,0	499,4	449,1	367,5	437,5	437,5	396,8	394,9	397,8	350,5	348,1
Налим	30,0	30,0	39,3	14,4	33,4	33,5	33,5	41,5	30,0	25,7	28,7	24,9
Щука	30,0	30,	46,2	20,7	48,8	29,1	49,1	35,7	50,0	41,7	45,7	49,7

В то же время соотношение в ОДУ судака в заливах, соответственно, 1 : 1,45-1,5. Значительно большая часть популяции судака Калининградского залива нагуливается в прибрежной части Балтийского моря, где имеется более разнообразная и богатая кормовая база (ракообразные, сельдевые, корюшковые рыбы, а также представители других семейств пресноводных рыб, нагуливающих в море). Следует отметить, что соленость 5 – 7 ‰, отмечаемая в прибрежной части моря, стимулирует обмен веществ у рыб. Температурный режим, содержание в воде кислорода в летний период в прибрежной части моря несравнимо лучше, чем в Калининградском заливе.

Основные нерестилища судака расположены в Калининградском кутке на каменисто-галечных грунтах, в центральной и западной частях залива, в морском канале. Часть нерестовой популяции судака мигрирует на нерест в р. Преголю.

АнтантНИРО признает популяции судака Куршского и Калининградского заливов самодостаточными и считает нецелесообразными работы по его искусственному воспроизводству. Однако практика 80 – 90-х годов прошлого века по зарыблению личинками судака Куршского залива малых внутренних водоемов, подведомственных областному обществу охотников и рыболовов, давала определенный эффект поддержания определенной численности этого вида рыб. Поэтому при обоснованном выборе водоемов по гидрологическим и гидробиологическим особенностям, отвечающим биологическим требованиям судака, целесообразно будет проводить зарыбление их молодь судака. Оптимальная схема зарыбления будет обоснована ниже. Следует учитывать, что экологическая пластичность судака Куршского залива, быстрый рост и скороспелость в свое время послужили основой для выбора его в качестве объекта расселения в пределах территории Советского союза. В результате этих работ в течение 50 – 80-х годов прошлого столетия были сформированы мощные популяции судака в Чудском озере и оз. Балхаш. Уловы в каждом из них в 80 – 90-е годы доходили до 5 тыс. т, суммарно обеспечивали 1/3 мирового промысла судака.

Регулярно проводили зарыбление многочисленных водоемов центральной части России и Прибалтики. В качестве продукта расселения использовали оплодотворенную икру судака на 3 – 5-м этапах эмбрионального развития. Однако в настоящее время нами разработана технология разведения судака в УЗВ, включающая выращивание разноразмерного посадочного материала. Находится в стадии завершения технология товарного выращивания в УЗВ [125, 126]. Это позволяет формировать в УЗВ региональные (местные) маточные стада судака и осуществлять зарыбления местных водоемов его молодь, наконец, отправлять в другие водоемы регионов России для оптимизации структуры и состава популяций местного судака молодь повышенной жизнестойкости. Судак, в силу того, что является «продуцентом белого мяса», обладает высоким потенциалом на внутренних и зарубежных потребительских рынках. При создании банка маточных стад судака в УЗВ для целей выращивания посадочного материала и товарной рыбы следует также предусматривать вероятность возникновения в заливах ситуации резкого сокращения численности природных популяций, которая в настоящее время мала, но не исключена. При ее возникновении, учитывая чрезвычайно высокую плодовитость судака, возможно будет перенаправлять посадочный материал судака из УЗВ для зарыбления заливов.

1.К. СВОЙСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

1.1. Биологическая и экологическая характеристика радужной форели

1.1.1. Систематическое положение радужной форели

Тип Chordata – хордовые

Подтип Vertebrata – позвоночные

Надкласс Gnathostomata - челюстноротые

Класс Osteichthyes - костные рыбы

Подкласс Actinopterygii - лучеперые

Отряд Salmoniformes - лососеобразные

Подотряд Salmonoidae - лососевидные

Семейство Salmonidae - лососевые

Род Oncorhynchus – тихоокеанские лососи

Вид *Oncorhynchus mykiss* – радужная форель (рис. 29) [11]

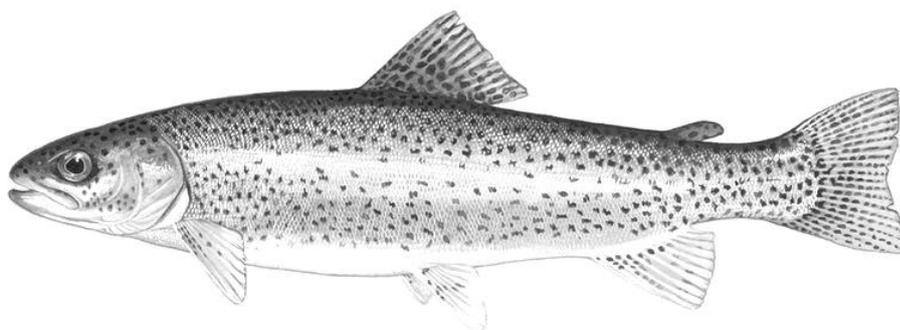


Рис. 29. Внешний вид радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*)

1.1.2. Общая биологическая характеристика радужной форели

Товарное выращивание радужной форели на территории Калининградской области имеет почти сорокалетнюю историю. В этот период наблюдался уход форели из садков в бассейн Балтийского моря. Был научно необоснованный опыт выпуска отстающей в росте форели в р. Корневке. Однако натурализации радужной форели в водоемах региона не произошло. А в условиях современного законодательства проводить такие работы нельзя, поскольку радужная форель – представитель американско-азиатской ихтиофауны. Тем более что есть опыт Польши, где в 70 – 80-е годы прошлого столетия проводили работы по выпуску в Балтийское море радужной форели, считая, что она образует локальные стада в пределах двадцатимильной прибрежной зоны, аналогично стальноголового лосося или кумже. Однако оказалось, что после выпуска и адаптации радужная форель – по градиенту роста солености ушла из польской зоны моря на запад, где соленость была в 2 – 3 раза выше [127]. Очевидно, таким же будет поведение радужной форели при попадании ее в прибрежную зону Балтийского моря в пределах Калининградской области.

Однако на территории области имеются водоемы, прежде всего карьеры, образованные после выемки песчано-гравийной смеси, и озера Виштынецкой

группы, гидрологические условия в которых соответствуют биологическим требованиям форели. Поэтому в этих водоемах реально организовать пастбищный нагул радужной форели в режиме рекреационного хозяйства. Тем более что на единственном в области хозяйстве «Прибрежное» еще в 1977 – 1984 гг. было создано маточное стадо весенне-нерестующей формы форели в результате гибридизации на основе трех исходных форм: радужной форели белорусского (рыбхоз «Волма»), латвийского (рыбхоз «Банга») и ленинградского происхождения (рыбхоз «Прогресс»). Длительная эксплуатация маточных стад, опыт выращивания посадочного материала и товарной форели показали высокие рыбоводно-биологические свойства и лабильность к меняющимся условиям содержания. Посадочный материал, поставляемый в форелевое хозяйство Смоленской области в конце 90-х – начале настоящего столетия из хозяйства «Прибрежное», показал преимущество по характеристикам роста, жизнестойкости, устойчивости к температуре воды 20 – 23 °С в сравнении с форелью, завозимой в возрасте посадочного материала из Московской, Тверской, Ленинградской областей на это хозяйство.

О длительном сохранении на высоком уровне генофонда гибридной формы форели в хозяйстве «Прибрежное» говорят не только стабильные биотехнические показатели на всех этапах выращивания (развития). К примеру, на этом хозяйстве в 2014 году отказались эксплуатировать маточное стадо форели камлоопс, завезенной почти на 20 лет позже, но проявившей все признаки вырождения (повышенная смертность, низкие значения биотехнических показателей).

Упомянутое выше уточнение о весеннем нересте радужной форели условно. Широко применяется методика выведения на созревание производителей весенне-нерестующей форели в декабре – январе, что увеличивает продолжительность периода выращивания посадочного материала и конечную массу сеголетков. Достигается это за счет мобилизации генеративного обмена на завершающем этапе созревания низкой температурой воды (ниже 3 – 4 °С) с последующим увеличением ее до 7 – 8 °С в результате подачи в бассейны артезианской воды. При этом требования к условиям содержания радужной форели как гибридного происхождения, так и созданных многочисленных пород (рофор, росталь, родон, адрер, адлерская янтарная, нальчикская, кисловодская) остаются стабильными. Температура воды на этапах инкубации икры 6 – 10 °С, выдерживания предличинок 10 – 12 °С, подращивания личинок 12 – 14 °С, выращивания мальков и сеголетков 14 – 18 °С, зимнего содержания 0,3 – 3 °С, выращивания товарной рыбы, когда высоко раскрывается ростовая потенция, 12 – 18 °С. Повышение температуры воды до 20 °С, сопровождающееся высоким уровнем насыщения кислородом, сохраняет у форели высокую скорость роста. Повышение температуры воды до 21 – 23 °С должно быть кратковременным (одна – две недели), кормление в этот период желательно ограничить (при высоком насыщении воды кислородом), чаще его отменяют полностью.

Рабочая плодовитость самок форели средней массой 2 – 3 кг составляет 3 – 5 тыс. икринок. Диаметр их от 4,5 до 5 мм. Объем эякулята у самцов

7 – 10 мл, время подвижности сперматозоидов 30 – 40 с. По этим показателям гибридная форма форели хозяйства «Прибрежное» близка к нормативным данным, принятым в отечественном форелеводстве [128]. КГТУ, начиная с 2011 г. проводит работу по разработке технологии разведения и выращивания радужной форели в УЗВ. Исходной формой явились мальки форели, завезенные из хозяйства «Прибрежное». Целесообразность проведения данной работы обусловлена тем, что периодически из-за аномально высокой температуры воды в летний период создаются неблагоприятные условия, особенно для молоди форели. Поэтому использование УЗВ с регулируемым температурным режимом позволит нивелировать негативные условия летнего периода и сохранить высокую скорость роста рыб. При обосновании использования технологических схем выращивания форели для пастбищного нагула могут быть рассмотрены различные режимы созревания производителей и получение посадочного материала массой от десятков сотен граммов в течение 4 – 8 мес. до 1000 – 1200 г в течение 12 мес. Выявленные в ходе исследований данные положены в обоснование биотехники разведения и выращивания форели в УЗВ, которое будет дано далее в соответствующем разделе.

1.Л. СВОЙСТВА ЕВРОПЕЙСКОГО УГРЯ

1.1. Биологическая и экологическая характеристика европейского угря

1.1.1. Систематическое положение европейского угря

Подтип - позвоночные (Vertebrata)

Класс – рыбы (Pisces)

Отряд – угреобразные (Anguilliformes)

Семейство – угревидные (Anguillidae)

Род – угри (Anguilla, Shaw, 1803)

Вид – европейский угорь (*Anguilla anguilla*, Linne, 1758) (рис. 30) [11].



Рис. 30. Европейский угорь

1.1.2. Общая биологическая характеристика европейского угря

Европейский угорь имеет самый обширный ареал среди описанных 19 видов и подвигов угрей. Он распространен от 23 до 72° с.ш., что говорит о его высокой эврибионтности.

Является представителем катадромных мигрантов. Нагуливается в пресных и солоноватых водах Европы и северной части Африканского континента. На восток распространен по линии, проходящей от Белого до Черного морей. На нерест идет в Саргассово море, совершая миграции на расстояния до 4000 – 5000 км, которые преодолеваются за 150 – 200 сут [129].

Благодаря высокой плодовитости (до 3-7 млн. икринок) численность вида, оцениваемая по заходу стекловидного угря в реки Европы, позволяла поддерживать естественные нагульные популяции на удовлетворительном уровне и обеспечивать возрастающие потребности в посадочном материале рыбобоводных хозяйств вплоть до 90-х годов прошлого столетия. На примере Вислинского (Калининградского) и Куршского заливов можно проследить закономерность снижения захода в них молоди в последние 25-35 лет, что отразилось на резком сокращении уловов угря. Очевидно, это связано с более ранним регрессом той части популяции европейского угря, которая традиционно пополнялась молодью, осваивающей восточную часть ареала вида. Но последние данные, согласующиеся с проведенным анализом, показывают, что регресс затронул все популяции угря в пределах ареала [130].

Поэтому при возрастающей эксплуатации природных популяций угря, прогрессивно увеличивающемся спросе на стекловидного угря для товарного

выращивания, направлении значительной его части на пищевые цели (Испания, Португалия, Марокко, Тунис и др.) в современных условиях и при наличии явлений, связанных с чередованием численности поколений молоди угря, входящих в реки Западной Европы, уже ощутимы конкуренция на рынке стекловидного угря и даже его дефицит. В этой ситуации использование для зарыбления естественных водоемов и обеспечения товарных предприятий подращенной молоди угря, обладающей повышенной адаптогенной потенцией, является реальным путем снижения общей потребности в стекловидном угре, что делает его рынок более предсказуемым и согласуется с положениями упомянутой Декларации Евросоюза.

Эврибионтность угрей проявляется многопланово. Основной абиотический фактор, направляющий развитие угрей, – температура воды. Угорь сохраняет жизнестойкость при температуре воды от 0 до 32°C. Оптимальной же для развития является температура воды 18 – 23°C. При температуре воды ниже 5 – 10°C угорь, как правило, перестает активно питаться и в природе зарывается в ил, где находится весь период зимовки. Правда, отмечены случаи, когда регистрировалась плавательная активность угрей в это время, что связывают с возможными изменениями в гидрохимическом режиме в местах “спячки” и недостаточной упитанностью, особенно молодых угрей, ушедших на зимовку [131]. Весной при повышении температуры воды до 8 – 12°C угорь начинает активно двигаться и питаться. Таким образом, в пределах ареала европейского угря период благоприятной для роста и развития рыб температуры воды составляет от 90 до 360 сут, но с учётом того, что наиболее массовые популяции в солоноватых и пресных водах представлены в районах, ограниченных координатами 45 – 60° с.ш., продолжительность сезона активного питания угря составляет 170 – 210 сут.

Высокая лабильность угря к содержанию в воде кислорода находит отражение в формировании температурного и газового режимов при выращивании в промышленных условиях. Отмечено, что в естественных условиях повышение температуры воды более 20 – 22°C, как правило, коррелируемое со снижением насыщения воды кислородом, сопровождается снижением скорости роста стекловидных и пигментированных угрей [131]. В то же время, признана оптимальной для развития и роста стекловидного и пигментированного угрей в промышленных условиях температура 24 – 25°C, но при условии насыщения воды кислородом до 100% и более. Впрочем, это свойственно многим объектам аквакультуры [129].

Высокая эврибионтность прослеживается и в отношении к активной реакции среды (рН), что позволяет угрю заселять, как было отмечено ранее, практически все типы солоноватых и пресноводных водоемов. Предпочтительный диапазон значений рН для угря 6 – 8,5 [131].

Высока степень эвригалинности угря. В природе угри предпочитают обитать в пресных водоемах до момента ската производителей. Но в Адриатическом море, в гиперсолёных лагунах, они встречаются при солёности 48‰. Широко представлены угри в солоновато-водных водоемах, аналогичных по соле-

ности Вислинскому, Финскому заливам, где ее значение не превышает 3 – 5‰. Причем в названных заливах популяции угря представлены в основном самками. Поэтому утверждение, что угри, остающиеся на нагул в прибрежных водах морей, представлены в основном самцами, следует отнести к тем морям, где в прибрежной зоне соленость воды не опускается ниже 9 – 14‰. Это может означать, что остающиеся в море угри не проходят полноценной десмолтификации, что сопоставимо по значимости с формированием популяций карликовых самцов у лососей, не прошедших полноценной смолтификации и остающихся до полового созревания в пресной воде. Естественной реакцией популяции угря на напряженный режим обитания при высокой солености и менее развитой кормовой базе будет преобладание в их структуре особей мужского пола. Это характерно также для многих рыб с выраженным миграционным циклом.

Угри, перешедшие границы критической солености (5 – 11‰), в своем развитии имеют равноценные возможности в формировании мужского и женского пола, но на этот процесс оказывают влияние другие факторы.

Сопоставимая по величине скорость роста угрей при солености 3 – 5‰ в Калининградском и в пресной воде в Куршском заливах объясняется тем, что в первом ростовая потенция, вероятно, определяется изотонической соленостью или близкой к ней, существенно снижающей траты энергии на осморегуляцию, во втором – более обильной и разнообразной кормовой базой. Действительно, если оценить спектр предпочтительных кормовых организмов для угря в Вислинском заливе, то он представлен, прежде всего, полихетами и хирономидами, в отдельные периоды – мизидами и лишь незначительно рыбой [129].

В Куршском заливе в кормовом спектре угря присутствуют, прежде всего, хирономиды и рыба. Такой ситуации способствует и то, что биомасса предпочитаемых в питании угря рыб (плотва, окунь, ерш) в десятки и сотни раз больше в Куршском заливе. Как известно, большой темп роста угря отмечен в случаях питания рыбой [130, 132], что подтверждается данными о скорости роста угря в Калининградском (Вислинском) и Куршском заливах. В свое время это послужило причиной установления промысловой длины угря для Калининградского (от 50 см) и Куршского (от 55 см) заливов.

Еще одной биологической особенностью угря является реакция на течение. В наибольшей степени она выражена у стекловидного угря и проявляется в стремлении рыб двигаться против течения, что способствует расселению угря по пресноводным системам. В то же время, установлено, что длительность миграций по водным системам тем короче, чем раньше стекловидный и входящий в пресноводные и солоновато-водные системы угорь соприкасается с богатыми предпочитаемой пищей районами. Если учитывать, что период превращения стекловидных личинок в пигментированных мальков охватывает от двух – трех недель до трех – четырех месяцев, то следует ожидать, что примерно такой будет максимальная продолжительность миграции по времени молоди угря в первый год жизни в пресной воде. Установлено, что в первую неделю – две после искусственного вселения стекловидных угрей в солоноватые и пресноводные водоемы они остаются вблизи мест выпуска и лишь позже, в

зависимости от обилия пищи, молодые угри совершают более или менее длительные по протяженности миграции. И в дальнейшем, вплоть до достижения 2 – 3-й стадий зрелости гонад, угри перемещаются, в основном ориентируясь на поиск предпочитаемых кормовых организмов, обеспечивающих их пищевые потребности. Для Калининградского и Куршского заливов внутрисезонная величина суточной дозы пищи одно – трехлетних угрей составляет 1,5 – 5,5%, более старших возрастов – 0,5 – 2,5% [129].

Второй пик миграционной активности, направленной по течению в пределах пресноводного стока, отмечен у угрей, имеющих гонады 2 – 3-й стадии зрелости. В этот период у угрей начинаются необратимые превращения в организме, связанные с подготовкой к жизни в морской воде и длительной миграцией на нерестилища в Саргассовом море.

В отдельных публикациях высказывается мнение, что в отличие от анадромных мигрантов (лососевые, осетровые и др.), для которых свойственен хоминг, а миграция молоди в море носит активный характер, личинки угря, родители которых приплыли на нерест в Саргассово море, например, из Норвегии, по воле океанических течений могут оказаться в одной из рек Средиземного моря [133]. Но это предположение не учитывает установленного факта, связанного с прохождением стадий метаморфоза, когда личинки угря, подносимые Гольфстримом к шельфовой зоне Северо-Восточной Атлантики, опускаются на глубину около 1000 м, где превращаются в стекловидного угря. Лишь затем стекловидные личинки начинают выходить на шельф и мигрировать в солоноватые и пресноводные водоемы. В Балтийском море продолжительность таких миграций может составлять от одного до трех лет. Но столь продолжительную миграцию совершает уже пигментированная молодь угря. И здесь не может идти речь о пассивной миграции, тем более что зимовку молодь, не достигшая конечной точки маршрута, проводит в реках, а весной скатывается в море и продолжает путь до той реки, озера, залива, где будет нагуливаться до времени, когда, превратившись в половозрелую особь, начнет миграцию в обратном направлении. Тысячметровая (1000 м) глубина фигурирует в еще одном цикле развития угря: именно на таких глубинах проходит миграция половозрелых угрей в Атлантическом океане к нерестилищам в Саргассовом море в водной массе, приносимой североатлантическим противотечением. Можно предположить, что опускание личинок угря на 1000-метровую глубину и превращение их в стекловидного угря закрепляют у них "память" на воду, в которую они вернуться, совершая обратную миграцию к нерестилищам.

В то же время, учитывая характер переноса водных масс по системе Гольфстрима, какая-то часть личинок угря способна пассивно мигрировать в Средиземное море. Но, если предположить, что появление нового паразита угря – нематоды *Anguillicola crassus* у угря в южной части бассейна Средиземного моря не является результатом завоза человеком с зараженным материалом, то тогда в распространении молоди угря проявится сходная с описанной для Балтийского моря картина. И отправной точкой для миграции определенной части молоди угря в Средиземное море является шельфовая зона у Западного побережья Европы.

Но угорь остается малоисследованной рыбой, поэтому высказанные мнения следует рассматривать как одно из предположений, объясняющих его поведенческую особенность.

По отношению к свету угри типично ночные рыбы. Лишь на этапе миграции стекловидных угрей в реках отмечается привлекающее действие на рыб слабого рассеянного света, что, очевидно, связано с ориентацией в ночное время на лунный свет. В практике выращивания угрей в промышленных условиях применяют как прерывистый, так и круглосуточный режим “ сумеречного ” освещения. Учет особенности влияния света на угрей позволил в современных технологиях его выращивания применять при кормлении молоди непрерывный круглосуточный режим раздачи корма, а для старших возрастных групп - прерывистый, равномерный в пределах суток режим кормления [129].

Ввиду того, что в последние десятилетия резко сократился захват в солоновато-водные и пресноводные водоемы бассейна Балтийского моря молоди угря, основным мероприятием, обеспечивающим массовое представительство угря в ихтиофауне этих водоемов, стало зарыбление их стекловидным, входящим и посадочным угрем. Причем в Польше, России, Беларуси, странах Прибалтики традиционно внутренние водоемы зарыблялись преимущественно стекловидным угрем. Ежегодные объемы зарыбления Польшей Вислинского залива стекловидным угрем до середины 80-х годов прошлого столетия достигали 3,5 – 8 млн. шт., а в СССР до середины 80-х годов ежегодные поставки стекловидного угря, преимущественно для зарыбления водоемов Беларуси, Прибалтики, Ленинградской области и некоторых других регионов России, – около 8 млн. шт. В 1980 – 1981 гг. были осуществлены посадки стекловидного угря в Виштынецкое озеро Калининградской области.

По данным польской стороны промвозврат от вселения стекловидного угря составляет от 3 до 21%, при средней величине 8%. В то же время, ориентируясь на многочисленные данные, позволяющие оценивать промвозврат при вселении угря в различные типы внутренних водоемов, среднюю величину промвозврата следует принимать от 5 до 10%. Поэтому данные польской стороны можно признать объективными [129].

Следует отметить, что в Польше длительное время, как и в Германии, Голландии, Дании и других странах, применялось выдерживание стекловидных угрей до посадки в водоемы в прудах, садках и бассейнах в течение двух-четырех недель на специальных базах. В определенной степени это способствовало повышению общей жизнестойкости молоди угря, переходу значительной ее части в состояние пигментированного угря. В последние годы большое распространение получает подращивание молоди в бассейнах до массы 3-5 г и более. Об этом также упоминалось ранее. Но для придания этим работам массового характера, необходимо строительство производственных баз, оснащенных техническими средствами, соответствующими применяемым технологиям.

В СССР традиционно применяли прямое вселение стекловидного угря без выдерживания. Поэтому промвозврат от такого материала был еще ниже и реально не превышал по разным генерациям 1-5% [134].

Причина относительно низкой величины промвозврата видится в том, что стекловидный угорь более восприимчив к воздействию негативных факторов: неустойчивому температурному режиму в весенний период, когда производятся основные работы по зарыблению водоемов; выраженному проявлению действия течений, прежде всего паводкового происхождения, не всегда дающих правильное направление миграций стекловидного угря в благоприятные для дальнейшего развития зоны обитания; прессу хищников, особенно в период перемещения молоди; недостаточному обеспечению пищей; питанию планктонными ракообразными, прежде всего веслоногими, являющимися промежуточными хозяевами паразитов-гельминтов, что впоследствии отражается на развитии рыб, их ослабевании и возможной гибели; массовому заболеванию ихтиофтириазисом и триходиозом, приводящему к значительным потерям поголовья, загрязнению водной среды, к которому стекловидные угри более восприимчивы, и др.

Следует отметить, что существенный ущерб поголовью вселяемого в водоемы стекловидного угря может нанести неправильная методика зарыбления. Рекомендуется зарыбления проводить в дневное время на глубинах 2 – 5 м в местах, характеризующихся развитыми иловыми отложениями на дне. Это условие обеспечивает быстрый уход стекловидного угря из зоны дневного освещения и закапывание в ил. Часто же эти рекомендации не соблюдаются, в том числе и по причинам отсутствия в местах выпуска стекловидных угрей отмеченных условий. В результате это приводит к излишним потерям молоди.

Установлено также и то, что, чем благоприятней температурный режим в момент вселения стекловидного и пигментированного угря (14 – 20°C), тем скорее происходит переход угря в состояние повышенного роста и подавляется миграционный инстинкт, что обеспечивает оседлость угря [129].

Учитывая особенности формирования популяций угря в пресноводных и солоновато-водных водоемах бассейна Балтийского моря, следует признать, что оптимальным является зарыбление водоемов входящим (3-4 г) или посадочным (15 – 20 г) угрем. Это связано с тем, что естественное пополнение природных популяций в бассейне Балтийского моря связано с вхождением со стороны моря на нагул или зимовку во внутренние водоемы молоди именно таких весовых кондиций в возрасте сеголетков – двухлетков и более старших возрастов.

При использовании для зарыбления такой молоди угря промысловый возврат возрастает до 40 – 60%.

Более крупная молодь лучше переносит колебания температуры, низкое содержание в воде кислорода, зимовку, загрязнение воды. В питании такой молоди преобладают хирономиды, мизиды, что в значительной степени снижает вероятность возникновения инвазионных заболеваний.

Как известно, летний сезон для развития пигментированных угрей имеет решающее значение [131]. Использование же для зарыбления входящих или пигментированных угрей позволяет максимально использовать благоприятный абиотический и биотический режим вегетационного сезона для раскрытия биологической потенции угря.

Современные технологии выращивания угря в промышленных условиях,

когда удастся добиться высшей степени управления абиотическими и биотическими факторами при содержании рыб, позволяют ко времени наступления оптимальной для вселения угрей температуры воды, формирования обильной кормовой базы в естественных водоемах вырастить мальков угря средней массой около 3-5 г, что соответствует весовой кондиции входящего угря.

Помимо отмеченных выше преимуществ вселения в водоемы подрощенных мальков угря следует отметить, что зарыбление таким материалом позволяет на 1-2 года сократить период вступления в промысел и, соответственно, уменьшить период его завершения, что существенно повышает эффективность освоения промвозврата.

Важным преимуществом является проведение при выращивании молоди регулярных сортировок на размерные группы, что соответствует наличию в популяциях угря в природе модальных групп, критерием которых является скорость роста. За счет сортировки удастся создать равные условия для раскрытия ростовой потенции угря, что находит отражение в сокращении отличий по размеру между крайними группами модального ряда [131].

Необходимо учитывать и то, что при выращивании в естественных водоемах стекловидного угря до стадии пигментированных мальков массой 3-5 г условия обитания часто не являются оптимальными. Это существенно увеличивает длительность периода роста (имеются свидетельства того, что молодь угря в некоторых водоемах не достигает такой массы к концу вегетационного сезона) и вызывает потерю поголовья.

При выращивании же в искусственных условиях обеспечивается самый благоприятный режим для развития и роста молоди угря, и она достигает массы 3-5 г тогда, когда стекловидный угорь (с учетом природных условий региона) только вселяется в водоем или находится на этапе адаптации к новым для него условиям. В природных условиях вселяемые стекловидные угри достигают средней массы 3 - 5 г не ранее июля - сентября [131]. На рост угрей в водоемах оказывают влияние различные факторы среды, как абиотической, так биотической природы. Разнообразие условий в каждом конкретном водоеме непосредственно отражается на скорости роста рыб.

Существуют внутривидовые особенности роста угрей. Установлено, что самцы европейского угря в первые годы растут быстрее самок и к возрасту 3-5-годовиков достигают предельных размеров 50-51 см и массы 200-250 г и в этом возрасте начинают нерестовую миграцию.

В то же время, известно, что на нерест уходят самцы угря в возрасте двух-трех лет и при массе от 70 до 150 г. Общим свойством для самцов угря является предельный возраст нахождения их в нагульной части ареала, и практически только в замкнутых водоемах встречаются самцы в возрасте старше пяти лет.

Самки, как отмечено, в первые годы растут медленнее самцов и только к возрасту 3-5 лет начинают догонять последних. В дальнейшем, поскольку самки задерживаются в нагульных водоемах до возраста 15- 20 лет, их рост ускоряется, но его интенсивность резко снижается после 9 – 11 лет. Так, в Вислинском заливе самки угря в промысловых уловах исчезают в возрасте двена-

дцати лет, в Куршском - одиннадцати. В то же время, возраст вступления в промысел у угря в Вислинском заливе – четырехлетки, в Куршском – трехлетки. Период, охватывающий время промвозврата одной генерации в обоих заливах составляет 6 – 8 лет и его можно признать коротким, отражающим высокую эффективность формирования промысловой структуры угря в данных водоемах.

Установлено, что решающим фактором, обеспечивающим раскрытие ростовой потенции у угря, является кормность водоема. Угорь является эврифагом и спектр питания у него представлен личинками насекомых, ракообразными, червями, рыбой и другими водными организмами. В Вислинском заливе в питании угря преобладают полихеты и хирономиды, в Куршском – хирономиды и рыба [58]. Молодь угря в первые два года в зависимости от скорости роста питается в основном низшими ракообразными и мелкими личинками насекомых. Соответственно этому летом молодь угря обитает в прибрежной зоне водоемов, осваивая глубины 0,2 – 0,6 м, а осенью отходит на глубины 1 м и более. Старшие угри питаются более крупными кормовыми организмами и осваивают глубины от 1 м и более.

В условиях высококормных водоемов угорь в первый год может вырасти до массы 20 г, во второй – до 260, третий – до 500 г и больше.

Отмечен случай в Италии, когда в пруду при применении искусственных кормов угорь в возрасте четырех лет имел массу 1250 г. Эти данные говорят о высокой ростовой потенции угря.

В малокормных водоемах в первый год угорь, как правило, вырастает до массы 1 г, во второй – до 3-4 г, в третий – 13-14 г, пятый – 31 г, шестой – 46 г, седьмой – 65 г, восьмой – 110 г, девятый – 227 г.

В Вислинском заливе в возрасте четырех лет средняя масса угря - 184 г, пяти лет – 229 г, шести – 320 г, семи – 475 г, восьми – 672 г, девяти – 905 г, десяти – 1168 г, одиннадцати – 1350 г. В Куршском, соответственно, – 260, 360, 600, 700, 890, 1150, 1570, 1800 г [135].

Таким образом, прослеживается прямая связь между кормностью водоемов и скоростью роста угрей.

Как отмечалось ранее, существенные коррективы в рост и развитие угрей вносит принадлежность их к мужскому или женскому полу.

Существует мнение, что угри, оставшиеся на нагул в прибрежной зоне морей, исключительно самцы, а поднимающиеся по рекам и осваивающие кормовые ресурсы пресноводных водоемов, а также заселяющие солоновато-водные водоемы – преимущественно самки. Ранее обсуждалось мнение о влиянии на формирование популяций самцов фактора критической солености и отмечалось, что, очевидно, при невозможности преодоления барьера солености 9 – 14 ‰ остающиеся в море угри развиваются как самцы. Это следует рассматривать как естественную реакцию популяций на усложнение условий существования на границах ареала, в данном случае нагульного, усугубленного повышенной соленостью, что, как известно, приводит к преобладанию в популяции самцов. Вероятно, такая ситуация подкреплена и чрезмерной пищевой конкуренцией в данном биотопе.

В то же время, аналогичную оценку развития угря в бассейне Балтийского моря применить нельзя. Преобладание в этой части ареала самок [131] говорит о том, что здесь прослеживается влияние других факторов, в том числе в отношении рыб, нагуливающих в прибрежной части моря. Очевидно, что соленость 5 – 7‰, фиксируемая в большей части акватории моря, не влияет на формирование преимущественно популяции самцов, в уловах преобладают рыбы массой 300 – 1000 г, более активно питающиеся и по всем признакам являющиеся самками. В заливах и пресных водоемах, богатых пищей, доля самок не опускается ниже 92 – 98% [129].

Факторы, влияющие на формирование пола, - это, прежде всего, температурный, газовый, соленостный режим, плотность посадки и, наконец, один из основных – обеспеченность пищей.

В случае если отмеченные условия оптимальны, следует ожидать появление в популяциях угря преимущественно особей женского пола. Как результат, у них максимально раскрывается ростовая потенция. Соответственно, существенно возрастает плодовитость самок. К примеру, у рано мигрирующих на нерест самок в возрасте трех – пяти лет и имеющих массу 200 – 300 г плодовитость составляет 0,3 – 0,7 млн. икринок, у самок, имеющих массу 500 – 1000 г и более, – возрастает до 1 – 7 млн. икринок.

Есть мнение, что при зарыблении внутренних водоемов стекловидным угрем формируются популяции, представленные преимущественно самцами [131]. Но это мнение, базирующееся на определенном статистическом материале, опровергается данными по структуре уловов во многих озерах Беларуси, Литвы, в Вислинском заливе, которые зарыблялись в течение десятилетий стекловидным угрем и где самки доминировали (92-98%) или существенно присутствовали (до 70%). Вероятно, что формирование популяций с доминированием того или иного пола связано с влиянием внешних факторов.

Очевидно, переуплотнение посадки угрей в водоемы, недостаточная обеспеченность их пищей и являются причиной утверждения, что при зарыблении стекловидным угрем формируются популяции, представленные преимущественно самцами.

Следовательно, при оправданном зарыблении водоемов угрем и при высокой кормности их следует ожидать формирования популяций, представленных преимущественно самками.

Таким образом, европейский угорь, являясь эврибионтной рыбой, проявляет высокую пластичность к условиям водоемов, различающихся по абиотическим и биотическим параметрам. Обеспечение оптимальных условий обитания приводит к раскрытию биологической потенции угря. Это проявляется, прежде всего, в формировании популяций, представленных преимущественно самками, что позволяет рыбам максимально раскрыть ростовую и воспроизводительную потенцию, определяемую величиной плодовитости.

Отклонение от оптимальных условий приводит к формированию популяций, представленных преимущественно самцами, что является ответной реакцией популяции на напряженный режим обитания рыб.

1.1.3. Предполагаемое влияние на экосистему и входящих в ее состав ценных гидробионтов

Угря следует рассматривать как ценный объект промысла, обладающий крайне высокими деликатесными свойствами мяса, и в качестве важного биологического мелиоратора, подавляющего в водоемах пресс развития малоценных видов рыб, составляющих конкуренцию в питании ценным промысловым видам.

Примерный объем потребительского рынка угря в Европе, согласующийся с уровнем доходов населения, стоимостной структурой потребляемой рыбы можно оценить 100 – 150 тыс. т в год. Ориентируясь на близость и доступность посадочного материала и неудовлетворенный спрос на товарную продукцию, европейское угреводство, особенно в установках с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ), развивалось до 90-х годов прошлого века быстрыми темпами. В ближайшие десятилетия основной упор на европейском континенте будет сделан на развитие пастбищного угреводства. Основная задача, которая принимается во внимание, – кризисное состояние популяций, будет нацелена на сохранение генофонда вида и постепенное увеличение промысловых запасов во всех частях ареала.

В Советском Союзе среднегодовые уловы угря в бассейне Балтийского моря достигали в 50 – 70-е годы прошлого столетия 400 – 500 т в год. Значительная часть уловов приходилась на Калининградскую область и Литву.

По объемам уловов угря СССР входил в первую десятку стран Европы. Однако с середины 80-х годов уловы угря стали сокращаться и с приблизительно 200 т упали к настоящему времени до 20 т в год и менее. Основной причиной резкого снижения уловов угря в наиболее продуктивном водоеме России – Вислинском (Калининградском) заливе явилось прекращение или резкое сокращение (со стороны Польши) зарыбления его стекловидным угрем.

Поэтому в настоящее время в наиболее продуктивных по угрю заливах Калининградской области российскими рыбаками добывается в среднем по годам до 10-20 т угря, что несопоставимо с уловами 60 – 70-х годов, когда в российской части Вислинского залива добывали до 150 т Куршского – до 250 т угря [129].

В Куршском заливе массовое присутствие угря в ихтиофауне крайне желательное, поскольку он является эффективным биологическим мелиоратором, выедающим, прежде всего, рыб низкотелых, таких как плотва, ерш, окунь и др.

В Вислинском заливе угорь питается в основном полихетами и хирономидами. Как потребитель полихет он не имеет конкурентов со стороны рыб, обитающих в заливе. Биомасса же полихет в заливе достаточно высока (1 – 11 г/м²), а в некоторых районах достигает 60 г/м².

Но поскольку подпитка популяции угря в заливах заходящей со стороны моря молодью заметно снизилась, можно признать, что кормовые ресурсы заливов недоиспользуются из-за прогрессивного снижения численности популяций угря. Так, по опубликованным данным численность промысловой части популяции угря в Калининградском заливе только в период 1985 – 1990 гг. сократилась с 5,7 до 2,1 млн. шт. и регресс популяции продолжался.

Такое положение напрямую связано с сокращением, а затем полным прекращением в 90-е годы зарыбления залива стекловидным угрем.

Аналогичная тенденция отмечена в динамике численности популяции угря Куршского залива, в котором зарыбление стекловидного угря не проводили. Уловы угря в нем упали со 150 т в 1970 г. до 3 – 4 т к 90-м годам (российская часть залива) и до 1 т в настоящее время. В литовской части залива уловы уменьшились до 5-7 т.

Поэтому реальным путем увеличения уловов угря в заливах является их зарыбление его молодь в количестве, обеспечивающем поддержание промысловой части популяции по Вислинскому заливу (российская часть) на уровне 100- 250 т, по Куршскому заливу 300 - 500 т. Это согласуется со среднесуточными данными по продуктивности заливов, определяемой по фактическим уловам угря в период с 1894 по 1970 гг., которая составляла 5 – 7 кг/га по Калининградскому и 3-5 кг/га по Куршскому заливам [2].

При развертывании работ по вселению молоди угря в количестве, обеспечивающем получение указанных объемов вылова в Вислинском и в Куршском заливах, возможный период достижения стабильного промвозврата составит 6 – 8 лет.

В условиях напряженного состояния рыбных ресурсов в прибрежных и внутренних водоемах России, в том числе Калининградской области, важно поддерживать уровень и структуру уловов на экономически оправданном уровне. Поэтому пастбищное угреводство надо рассматривать как механизм, способствующий формированию более эффективной экономической системы в рыболовстве Калининградской области.

Расчеты показывают, что выращивание на стандартном угреводстве (предложение датской фирмы Inter Aqua) мощностью 100 т товарной продукции и 2 млн. мальков, в том числе 1,4 млн. шт. мальков угря для зарыбления Вислинского залива, обеспечит промвозврат около 100 - 250 т угря (предполагаемый промвозврат, по данным разных источников, составляет 20 - 50%). Такая величина возможной промысловой рыбопродуктивности рассчитана на основании данных С. В. Кохненко и соавторов (1977), полученных в ходе экспедиций 1972-76 гг. на указанных водоемах. Рентабельность вложения средств на зарыбление такого количества мальков угря по линии госзаказа составит около 100% с учетом получения налоговых сборов на добавленную стоимость, от результатов переработки угря в копченую и другие виды продукции, торговой наценки на розничную продажу.

Рассматривая варианты зарыбления Куршского залива стекловидной личинкой и подрощенной молодь угря с позиции экономической эффективности следует обратиться к оценке возможности выбора одного из них или поэтапному применению обоих. При этом следует учитывать опыт ведения промысла угря в этом водоеме, статистика которого говорит о том, что в течение всего обозримого периода объем вылова угря был примерно равным в российской и литовской его частях. Этому способствовали географические особенности, распределение площади его акватории, гидрологический и гидробиологи-

ческий режимы, специфика формирования мигрирующей части популяции угря, доступность лова угря в разных частях залива.

Проведенные расчеты, устанавливающие потребность в зарыбляемом угре для получения промвозврата в объеме 200 т для российской части залива, показали, что использование подрощенных до 3-5 г мальков угря более предпочтительно по ряду причин (табл. 19, 20). Существенно меньше потребность в приобретении стекловидного угря при достижении сравнимых объемов промвозврата. Например, для получения промвозврата в количестве 51 т требуется в первом варианте 2 млн. шт. стекловидного угря, а во – втором – 1 млн. шт. Для получения промвозврата 200 т в первом варианте – 8 млн. шт., а во втором – 4 млн. шт.

Соответственно, необходимо затратить на приобретение в первом случае 1,2-2,4, во втором – 0,6 -1,2 млн. евро. В обоих вариантах учитывается возможный диапазон цен на стекловидного угря от 500 до 1000 евро за 1 кг.

Анализ доходности промысла с учетом возможности реализации продукции угря в копченом виде и сложившегося уровня цен на нее показывает, что при зарыблении подрощенным до 3-5 г угрем при всех учтенных объемах вселения баланс доходов над расходами будет всегда положительным.

При зарыблении стекловидным угрем положительная доходность при освоении промвозврата обеспечивается при стоимости его 500 евро за 1 кг, а при 1000 евро за 1 кг она отрицательная. Поэтому в условиях меняющейся цены на стекловидного угря зарыбление залива на этой стадии целесообразно при объемах вселения не более 2 млн. шт. В пользу этого говорят небольшой объем рыбоводных бассейнов для карантинизации и незначительные эксплуатационные расходы. К тому же при реализации промвозврата в объеме до 50 т имеется возможность применения гибких цен, что позволит получать положительную доходность.

Востребованность угря на потребительском рынке в объемах осваиваемого промвозврата согласуется с общей картиной потребительского спроса, особенно на продукцию с более высокими размерными характеристиками (средняя масса более 400 г), более высоким качеством мяса.

Вислинский и Куршский заливы традиционно являлись наиболее продуктивными по угрю водоемами России и Прибалтики. В современной ситуации, когда сократился естественный заход в них молоди угря из моря, прекратилось или существенно уменьшилось зарыбление молодью, для сохранения угря на потребительском рынке стран, поддержания видового разнообразия ихтиофауны, улучшения экономики промысла необходимо массовое вселение молоди угря в названные водоемы, по гидрологическому и гидробиологическому режиму удовлетворяющие биологическим потребностям угря.

В Республике Беларусь зарыбление ряда озерных групп в течение 50-80-х годов прошлого столетия позволяло поддерживать уловы угря на уровне 30-38 т. Но, очевидно, что при увеличении объемов и площадей зарыбления, уловы могут быть большими. А это прямой путь к повышению экономической эффективности промысла, который в настоящее время основывается на базе малоценных видов рыб.

**Ожидаемый вылов угря и доходы от его реализации в российской части Куршского залива
при зарыблении стекловидным угрем**

Кол-во закупаемого стекловидного угря, тыс.шт.	Выход с карантина, %	Количество стекловидного угря, выпускаемого в Куршский залив, тыс.шт.	Пром-возврат, %	Количество вылавливаемого угря средней массой 0,4 кг, тыс.шт.	Вылов угря, т	Цена стекловидного угря средней массой 0,3г, тыс. евро за 1кг	Стоимость закупаемого стекловидного угря, тыс.евро	Стоимость продукции угря, тыс. евро	
								живой и охлажденный, 9 евро за 1кг	копченый (выход готовой продукции 60%), 20 евро за 1кг
1000	80	800	8	64	26	1000 ^x	300	234	313
						500 ^{xx}	150	234	312
2000	80	1600	8	128	51	1000	600	459	612
						500	300	459	612
3000	80	2400	8	192	77	1000	900	693	924
						500	450	693	924
4000	80	3200	8	256	102	1000	1200	918	1224
						500	600	918	1224
5000	80	4000	8	320	128	1000	1500	1152	1536
						500	750	1152	1536
6000	80	4800	8	384	154	1000	1800	1386	1848
						500	900	1386	1848
7000	80	5600	8	448	179	1000	2100	1611	2148
						500	1050	1611	2148
8000	80	6400	8	512	205	1000	2400	1845	2460
						500	1200	1845	2460

^x – предположительно такая цена на стекловидного угря может быть установлена с 2007 г.

^{xx} – цена на стекловидного угря до 2007 г.

**Ожидаемый вылов угря и доходы от его реализации
в российской части Куршского залива при зарыблении подроженными 3-5-граммовыми мальками**

Количество запускаемого стекловидного угря, тыс.шт.	Выход с карантина, %	Количество стекловидного угря, посаженного на подращивание, тыс.шт.	Выход с подращивания, %	Количество мальков угря массой 3-5 г, выпускаемых в Куршский залив, тыс.шт.	Пром-возврат, %	Количество вылавливаемого угря средней массой 0,4 кг, тыс.шт.	Вылов угря, т	Цена стекловидного угря средней массой 0,3 г, тыс. евро за 1 кг	Стоимость закупаемого стекловидного угря, тыс. евро	Стоимость продукции угря, тыс. евро	
										живой и охлажденный, 9 евро за 1 кг	копченый (выход готовой продукции 60%), 20 евро за 1 кг
1000	80	800	80	640	20	128	51	1000	300	460	612
								500	150	460	612
2000		1600		1280		256	102	1000	600	918	1224
								500	300	918	1224
3000		2400		1920		384	154	1000	900	1386	1848
								500	450	1386	1848
4000		3200		2560		512	205	1000	1200	1845	2460
								500	600	1845	2460

В Литве основной вылов угря традиционно имел место в северной суженной части Куршского залива, где в мае-июне и в августе концентрируется нерестовая часть популяции, которая после выхода через Клайпедский пролив в Балтийское море начинает миграцию в сторону Саргассового моря. Данная концентрация половозрелого угря формируется в результате ската рыб со всей акватории залива, а также из многочисленных озер Литвы, имеющих связь с р. Неман.

Экономическая эффективность массового присутствия угря в уловах показана ранее. Она согласуется с пищевыми качествами продукции из угря, в основе которых химический состав мяса: белок – до 17%, жир – 32-35 зола – до 1,8%. Дополнением к этому являются данные о химическом составе различных частей тела угря (табл. 21).

Следует отметить, что вкус мяса рыб определяется количеством и качеством жиров. У угря содержание жиров в теле возрастает постепенно в течение всего периода нагула. У "желтого" угря (масса тела 100-300 г) количество жира в теле не превышает 18-24% и лишь к возрасту полового созревания (серебряный угорь) возрастает до максимальных значений, что закономерно согласуется с необходимостью иметь достаточный запас энергетических веществ для преодоления значительного пути нерестовой миграции (до 5000 км). У других представителей семейства пресноводных угрей длительность маршрута нерестовой миграции существенно меньше, например, у японского угря около 1000 км, жирность мяса у них не превышает 18-25%.

Соответственно этому, в районах массового вылова европейского угря формировалась добывающая, перерабатывающая структура рыбного хозяйства, ориентированная на выращивание угря.

Таблица 21

Химический состав тела угря

Показатель	Единица измерения	Величина
<i>Белок</i>	%	12,1 – 17,5
в хвостовой части	%	12,2 – 17,5
в головной части	%	12,1 – 16,9
<i>Влага</i>	%	46,1 – 70,2
в хвостовой части	%	49,7 – 70,2
в головной части	%	46,1 – 70,0
<i>Жир</i>	%	7,4 – 54,0
в хвостовой части	%	15,9 – 54,0
в головной части	%	7,4 – 35,0
Минеральные вещества	%	1,2 – 1,8
Содержание в печени:		
витамина А	и.е. / 1г	8 380 – 52 300
витамина В ₁₂	мкг / %	7,8
витамина С	мг%	9,8-11,0

Развивался местный, ориентированный, прежде всего, на рекреационные зоны рынок сбыта продукции. Из этих районов подпитывался готовой продукцией угря высокорентабельный потребительский рынок крупных столичных городов.

1.1.4. Хозяйственная, экономическая, промысловая пищевая характеристика европейского угря

Применяемые меры регулирования промысла в Вислинском и Куршском заливах позволяют поддерживать в последние тридцать лет вылов массовых промысловых видов рыб (лещ, судак, густера, плотва, чехонь, окунь, ерш) на относительно стабильном уровне на фоне более значимых колебаний общей численности популяций остальных рыб. Однако наиболее ценный объект промысла – угорь в уловах стал присутствовать реже. Так, в Вислинском заливе среднегодовой вылов угря в 1977 – 1988 гг. составлял в среднем 286,1 т, в том числе 97,9 т в российской части залива. В 2000 г. вылов угря в российской части залива составил чуть больше 40 т, в 2008 г. – около 15 т, в 2009 г. – 9 т, в 2012 г. – 5 т. В довоенный период (1894 – 1940 гг.) уловы угря в заливе стабильно были выше 350 т (350-500 т).

В Куршском заливе суммарный для Литвы и России среднегодовой вылов угря в 1966 – 1967 гг. составлял около 500 т. В 1970 г. в российской части было добыто около 130 т, в 1975 г. – 60 т. В дальнейшем уловы резко снизились: в 1978 г. – 10 т, в 1988 – 10 т, с 1990 г. уловы не превышали 3 – 4 т в год. В 2009-2012 гг. вылов составил около 0,3 т. Несколько выше уловы в литовской части залива, но они не превышали 10 – 12 т в год в последние десять лет, а в 2009 г. выловлено около 5 т угря [129].

Столь резкое сокращение численности популяций угря в обоих заливах не отразилось существенно на численности популяций бентосоядных рыб, хотя обеспеченность их пищей возросла [58]. Стабильность ОДУ по основным промысловым видам в прослеживаемый период подтверждает то, что в заливах образовались резервы кормовых организмов, традиционно присутствовавших в рационе питания угря.

В Вислинском заливе это полихеты, хирономиды, в определенное время вегетационного сезона – мизиды. В Куршском заливе – хирономиды, малоценные рыбы (плотва, ерш, окунь), в отдельных районах полихеты.

Таким образом, биологическая целесообразность вселения угря в Вислинский залив просматривается в части освоения кормовой ниши, представленной, прежде всего, полихетами, где у угря нет конкурентов в питании, а также хирономидами, где имеют место совпадения спектра питания у леща и угря. Но последний питается преимущественно крупными личинками и куколками хирономид, а лещ засасывает и профильтровывает через жаберный аппарат личинок хирономид любого размера, а также олигохет.

В Куршском заливе, где прослеживается явный дефицит хищных рыб, целесообразность вселения угря обусловлена также важной ролью его как биологического мелиоратора (плотва, ерш, окунь). Преобладание в структуре бентос-

ных организмов хирономид, а в северной части полихет, с учетом того, что рыбопродуктивность залива по основному объекту лова (лещу) близка к таковой Вислинского залива (6-7 кг/га – определяемая по вылову), а среднемноголетняя биомасса хирономид высока в обоих заливах (12-21 г/ м²), позволяет считать, что питание угря хирономидами не приведет к острой конкуренции с лещом [58].

Известные данные по различным водоемам показывают, что вселение в них угря не оказывает негативного воздействия на популяцию леща [131].

Хозяйственная целесообразность вселения угря в заливы просматривается, прежде всего, в том, что он является экономически самым выгодным среди всех других объектов промысла как с точки зрения рентабельности, так и практически гарантированного сбыта продукции ввиду острой ненасыщенности рынка угря в России и Литве и повышенного спроса в Европе. Важно и то, что из-за близости заливов к морю активный скат угря происходит преимущественно в весенний и летний периоды, когда эффективность применения ловушек возрастает.

Большую ценность как объект вылова угорь представляет также по причине того, что практически весь период его лова (апрель - август) проходит на фоне запрета или ограничения на вылов в заливах многих массовых видов рыб. Это позволяет загрузить работой рыбаков, рыбопереработчиков и другие службы практически на 4 – 5 мес. Наконец, благодаря денежным средствам, получаемым за реализованного угря, рыбаки могут подготовиться к осенней путине, рыбопереработчики – обновить оборотные средства, провести плановый профилактический ремонт цехов.

Таким образом, биологическая и хозяйственная целесообразность вселения угря в Вислинский и Куршский заливы очевидна. Аналогичные подходы в определении биологической и хозяйственной целесообразности вселения угря следует применить и в отношении озер Республики Беларусь.

Восстановление промысловых запасов угря в Куршском, Калининградском заливах, озере Виштынецком существенно улучшит экономическую эффективность промысла, позволит создать условия для расширения масштабов любительского и рекреационного рыболовства.

1.М. СВОЙСТВА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ

1.1. Биологическая и экологическая характеристика серебряного карася

1.1.1. Систематическое положение серебряного карася

Тип Chordata

Подтип Vertebrata

Надкласс Gnathostomata

Класс Osteichthyes

Подкласс Sarcopterygii

Надотряд Сурприниморфа

Отряд Сурприниформес

Семейство Сурприниде

Род Carassius

Вид *Carassius auratus* – серебряный карась [11] (рис. 31)



Рис. 31. Серебряный карась

1.1.2. Общая биологическая характеристика серебряного карася

Ранее было отмечено, что в 90-е годы прошлого и первое десятилетие настоящего века в Калининградской области сформировался сектор на потребительском рынке, ориентированный на добываемого в Куршском заливе серебряного карася, уловы которого увеличились до 50 – 75 т, но в последние 5 – 7 лет снизились до 5 – 7 т.

Возможные причины этого рассмотрены ранее.

Вероятно, более жесткое регулирование промысла, изменение в структуре и составе популяции серебряного карася в Куршском заливе приведут к его прежней численности и даже увеличению ее, как это происходило в Азовском бассейне, Цимлянском, Веселовском и других водохранилищах юга России [103]. Однако наличие в заливе обоих полов серебряного карася, высокую

скорость роста, согласующуюся с размерами рыб в промысле и на нерестилищах (0,6 – 1,2 кг и более), следует рассматривать с позиции создания банка производителей для получения и выращивания посадочного материала для зарыбления малых внутренних водоемов. При обоснованном зарыблении, учитывающем состояние кормовой базы, конкурентов в питании, наличие рыб – хищников, можно ожидать сохранения ростовой потенции у карася на уровне, близком той, что отмечена в бассейне Куршского залива.

Можно ожидать, что высокий уровень эвтрофикации малых внутренних водоемов области обеспечит в достатке пищей типичного ило-детритофага, которым является серебряный карась. Можно ожидать, что на первом году сеголетки достигнут массы 10 – 15 г, на втором – 50 – 100, третьем – 200 – 500 г. То есть уже со второго года карась станет привлекательным для любительского и рекреационного рыболовства.

Однако каждой технологической схеме зарыбления водоемов серебряным карасем должно соответствовать биотехническое обоснование рыбоводных процессов на этапах выращивания его до определенных размеров, ожидаемого роста в водоемах вселения.

2. ОЦЕНКА ПРИЕМНОЙ ЕМКОСТИ ЭКОСИСТЕМЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ВО ВСЕЛЯЕМОЙ МОЛОДИ ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

2.1. Характеристика экосистемы Куршского залива

2.1.1. Географическая и гидрологическая характеристика Куршского залива

Куршский залив находится в восточной части центрального сегмента Балтийского моря и отделен от него узкой песчаной косой (Куршская коса). Залив является промежуточным звеном между поступающими в него водами р. Неман и морем. Площадь Куршского залива составляет 1584 км² (158,4 тыс. га), в том числе 1202,98 км² (120,3 тыс. га) российской части. Средняя глубина залива 3,7 метра, максимальная в южной части -5,8 м, а Клайпедский пролив искусственно углублен до 20 м.

В зоне Куршского залива выделяют два климатических района: Куршскую косу и остальную часть залива. В первом районе климат близок к морскому, во втором – максимальная температура выше, минимальная ниже.

По режиму течений и седиментации водоем делится на три части (рис. 32) южную центральную и северную. В северной части, объединенной с Клайпедским проливом, преобладает поступательное движение водных масс – поверхностный сток пресной воды и придонный приток морской, в центральной и южной – круговое поверхностное течение и придонное противотечение.

Куршский залив преимущественно пресноводный, уровень воды в нем выше уровня воды в море на 12 см. Водный баланс залива формируется за счет речного стока (20,8 км³/год) и притока морских вод (5,8 км³/год). Лишь при сильных нагонных северных, северо-западных ветрах происходит осолонение северной части залива до 5-7, а южной - до 0,3-0,5‰.

Ветровой режим непосредственно влияет на уровень воды в заливе. При восточном ветре он понижается, при западном и северо-западном направлении – повышается, что опосредуется в тепло- и солеобмене и льдообразовании [66]. Роза ветров и ветровая активность: в осенне-зимний период преобладают юго-западные ветры, в весенний – северные, в летний – западные и северо-западные. Преобладающие в течение года ветры со скоростью 1-4 м/с, зимой – 5-10 м/с. Повторяемость ветров со скоростью 16-20 м/с весной и летом около 1%, осенью – 2%, зимой – 5%.

В зависимости от времени года отмечаются значительные колебания температуры воды от 0,2⁰С зимой, до 20⁰С весной (май) и 25⁰С летом. Самый холодный месяц – февраль, самый теплый – июль (или август). Среднегодовая температура воздуха 7-7,5⁰С, максимальная зафиксированная температура воздуха 35,4⁰С, минимальная – 33,3⁰С. Минимальная температура воды в январе-феврале в период ледостава 0,2⁰С, летом (в июле-августе) в разные годы – 19- 24⁰С (табл. 22) [66, 67]. В мягкие зимы средняя температура воды в январе-феврале 1,5-2,5⁰С.

Стратификации вод залива слабо выражена в южной части (0,2 - 0,5°C), в северной части она наибольшая – 1,0-1,5°C, что связано с интенсивностью волнового перемешивания водных масс.

Активная реакция воды в заливе щелочная (до 9,2), снижение рН до 7,3 имеет место исключительно зимой подо льдом.

Основными факторами, определяющими режим течений в Куршском заливе, являются ветер и речной сток. Как уже отмечалось, главной составляющей водного баланса в бассейне Куршского залива является речной сток, в котором по объему доминирует сток р. Неман (98%). Но южная часть залива находится также под воздействием стока многочисленных рек, ручьев, мелиоративных каналов. Вместе с рукавами р. Неман они образуют на площади около 300 тыс. га мощную сеть водотоков, которые перемещают поверхностные и грунтовые воды в чашу залива. Особенно возрастают объемы проходящей через них воды в период половодья [114, 136].

Концентрация кислорода в заливе зависит в первую очередь от жизнедеятельности организмов, газообмена между поверхностью воды и атмосферой, притока речных, в северной части балтийских вод, термического режима, а также сброса промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных стоков.

Наименьшее содержание кислорода (до 60% насыщения) отмечается зимой подо льдом, максимальное (до 126% насыщения) – весной. В целом кислородный режим, несмотря на органическое загрязнение, в том числе антропогенного происхождения, в Куршском заливе в течение года благоприятный для развития рыб и кормовых организмов. Но ввиду того, что в Куршском заливе во все сезоны наблюдается избыток фосфора и его валовые концентрации в 2-4 раза превышают предельный уровень, а содержание валового азота (1,2-2,3 мг/л) не превышает предельного, то периодически из-за массового развития сине-зеленых водорослей могут возникать кратковременные заморные явления [114, 136].

Для всего залива характерно то, что концентрация кислорода слабо меняется по глубине. В географическом плане отмечено постепенное уменьшение кислорода с севера на юг как в абсолютной величине (в северной части 10,5-11,5, в южной – 9,0-10,5 мг/л), так и в относительном насыщении воды кислородом (в северной – 92-100%, в южной – 82-92%). Причина этого в более сильном прогреве вод южной части залива и более интенсивных процессах потребления кислорода илистыми грунтами.

В центральной части залива поверхностные слои перенасыщены кислородом (100-120%), в придонных слоях может наблюдаться не полное насыщение [114].



Рис. 32. Схема расположения зон Куршского залива: 1 – северная, 2 - центральная и восточная; 3 – южная

Гидрохимический режим Куршского залива (средние за 1981-2001 гг.) [114]

Показатель	Месяц											Среднее значение	ПДК
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Температура, °С	-	3,8	8,8	13,7	18,0	21,1	20,2	13,8	9,0	4,9	5,2	11,8	-
Хлориды, ‰	-	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,3	0,06	0,04	0,06	-	0,04	-
Кислород, мг/л	-	14,5	12,5	11,9	10,2	10,2	10,2	10,5	10,8	12,3	-	11,8	6,0
pH	-	8,5	8,6	8,7	8,6	8,7	8,7	8,7	8,4	8,2	6,0	8,3	6,5-8,5
БПК ₅ , мг O ₂ /л	-	-	4,6	4,0	4,0	7,1	7,1	4,8	5,0	3,2	-	5,5	2,0
Минеральный фосфор, мкг/л	52,0	13,7	11,2	18,3	27,5	64,1	61,6	35,0	25,0	20,9	35,0	31,3	200,0
Азот нитратный, мкг N/л	2048	1808	733	250	106	28	28	62	165	234	62	34,8	9100,0
Прозрачность, м	-	0,3	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	-	0,5	-

2.1.2. Гидробиологическая характеристика Куршского залива

Структура сообщества живых организмов в экосистеме Куршского залива представлена следующими группами:

- растительные организмы;
- низшие животные организмы (простейшие, планктонные и донные ракообразные, насекомые и их личинки, моллюски, черви и др.);
- высшие животные организмы (рыбы, потребляющие организмы, представленные в первых двух группах или находящиеся во взаимодействии с ними на определенных этапах развития: обратное хищничество, паразитизм, размножение и т.д., а также вступающие в отношения различного уровня между собой).

Растительные организмы представлены двумя основными группами: фитопланктон и макрофиты. Как уже отмечалось ранее, Куршский залив является эвтрофным водоемом и продукция, также как и деструкция первичной продукции чрезвычайно велики. Помимо того, что фитопланктон вырабатывает в процессе фотосинтеза кислород, участвует в новообразовании органического вещества и дает начало трофической цепи в водоеме, он еще выполняет и важную защитную функцию у рыб, особенно у молоди и рыб жертв, делая, при массовом развитии, воду малопрозрачной, а рыб малозаметными, тем самым отключая оптомоторный механизм, особенно важный для хищников. Это объяснение следует рассматривать как дополнение к обоснованию максимумов питания у щуки весной и осенью. Как раз в это время биомасса и продукция фитопланктона находятся на уровне небольших значений, а вода более прозрачна, чем летом в период максимальной вегетации растений. Однако массовое представительство в составе фитопланктона сине-зеленых водорослей особенно опасно для молоди рыб, которая часто не способна уйти из зоны охвата колоний сине-зеленых. Дефицит кислорода и выделяемые токсины способны приводить к массовой гибели рыб. В основе же массового развития сине-зеленых водорослей существует дисбаланс в соотношении азота и фосфора в воде в пользу последнего. Для сине-зеленых характерен и более длительный период разложения. Разлагающаяся масса сине-зеленых на дне залива отмечается практически до весны, что способствует ухудшению газового и гидрохимического режимов.

Макрофиты играют важную роль в прибрежной зоне, укрепляя от размыва береговую линию водоемов, обогащая экосистему отмирающей органикой, утилизирующейся в минерализованную форму, и являются наряду с фитопланктоном мощным и эффективным биофильтром. Направленное движение в воде, насыщенной органикой и продуктами метаболизма животных организмов, придают течения в сторону моря и ветровые (волновые) воздействия. В результате значительная часть экосистемы постоянно или большую часть времени находится в движении, в условиях высокого насыщения кислородом, обязательного элемента действующего биофильтра.

При этом следует отметить чрезмерную роль бактерий, плотно заселяющих водную массу, насыщенную частицами органических и неорганических веществ, поверхности подводных и надводных растений, верхний слой иловых

отложений, формируя при этом крайне значимую составляющую в питании многих видов рыб – детрит, особенно в июле – первой половине августа, когда биомасса и продукция зоопланктона и зообентоса минимальны.

Среди типичных детритофагов следует назвать карасей (среднегодовой улов в последние 10-15 лет от 50-70 до 5-7 т), линя и других карповых видов рыб. Практически все мирные карповые рыбы имеют детрит в спектре питания. Велика роль жесткой и мягкой растительности как места обитания для многих рыб. Особенно важно это для молоди рыб, для которой растительность – это укрытие от врагов, место нагула, убежище от гидродинамического воздействия.

В прибрежной части Куршского залива практически по всему периметру находятся заросли макрофитов, и это создает благоприятные условия для обитания молоди рыб. Даже при значительных штормах заросли макрофитов эффективно гасят волны и сохраняют в относительном постоянстве среду обитания для молоди.

Отличительной особенностью в географии расселения высшей водной растительности является ее стремление к максимуму развития по площади и глубине произрастания в южной части Куршского залива. Поэтому традиционно эта часть залива наиболее богата заселена молодью рыб и для нее характерен относительный максимум уловов различных видов рыб, населяющих залив. Но, как отмечалось ранее, чрезмерное развитие макрофитов способно значительно снизить площадь нагула промысловых видов рыб и уменьшить рыбохозяйственную значимость залива.

Среди группы низших водных животных организмов выделяются те, которые являются пищей для личинок и мальков разных видов рыб, а также некоторых короткоциклических рыб (снеток, укляя и др.), и те, которые, в свою очередь, могут выступать хищниками по отношению к икре и личинкам рыб. Во-первых – это инфузории, коловратки, планктонные ракообразные, плавающие личинки хирономид и др. Во-вторых – это личинки насекомых, водяные жуки, пиявки, головастики и т.п.

Как отмечалось ранее, биомасса зоопланктонных и зообентосных организмов в Куршском заливе чрезвычайно высока. Если применить понятия кормового коэффициента или передачи энергии по трофической цепи в чистом виде без учета элиминации, то годовой прирост продукции рыб, обитающих в заливе, должен составлять не менее 30 тыс. т. На практике имеется более сложная структура передачи энергии между растительными и животными организмами, включая рыб, и ежегодный прирост рыбопродукции очевидно меньше.

По классификации трофности Куршский залив находится в эвтрофном состоянии, а в летне-осенний период – гипертрофном (концентрация хлорофилла более 100 мкг/л). Рост биомассы фитопланктона в последние 25-30 лет подтверждает это: 1974 – 6,1 г/м³, 1987 – 20,7 г/м³, в 1990 – 200 г/м³. Поэтому Куршский залив перешел к 1990 г. критический уровень эвтрофирования. Однако мелководность залива, активный водообмен и аэрируемость всей толщи воды способствуют поддержанию удовлетворительного для животных газового режима.

Биогенные элементы в воде залива отмечены в значительных количествах. Среднее их содержание за вегетационный сезон составляет: P – PO_4^{-3} – 0,025 – 0,036, N – NO_3^{-1} – 0,01-0,1; Fe – 0,35-0,40 мг/л. В поверхностных слоях их меньше (P – PO_4^{-3} – 0,014 – 0,027, Fe – 0,23-0,30), в придонных больше (P – PO_4^{-3} – 0,025 – 0,05, Fe – 0,4-0,5 мг/л), что связано с более интенсивными процессами разложения и минерализации органического вещества в придонных слоях. В осеннее время количество азота и фосфора в воде увеличивается практически на порядок [66].

В составе зоопланктона в современный период отмечено 136 видов и подвидов гидробионтов. Rotatoria – представлена 78 видами (24 рода), Cladocera – 34 видами (22 рода), Copepoda – 24 видами (14 родов). Зоопланктон представлен в основном пресноводными видами, по численности преобладают Cladocera и Copepoda, а по биомассе – Cladocera (рис. 33).

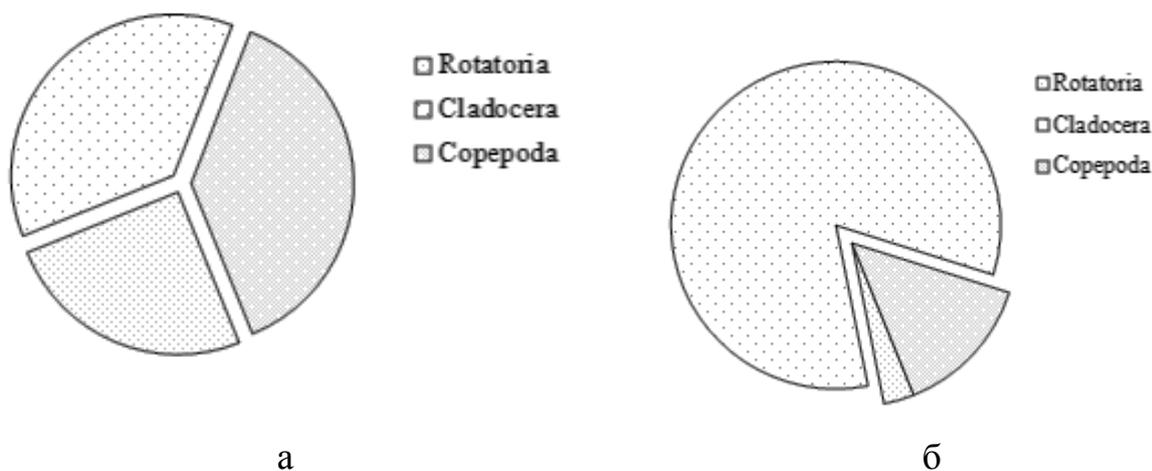


Рис. 33. Структура зоопланктона Куршского залива [136]: доля зоопланктонных организмов по численности (а) и биомассе (б)

Средняя биомасса зоопланктона в многолетнем плане 1,7 г/м³, а средняя за сезон продукция около 8,5 г/м³ или 25,5 г/м², что в расчете на всю площадь залива составляет 40290 т, а на российскую часть залива – 30680 т продукции.

Зообентос в Куршском заливе исторически был представлен в основном моллюсками (69,2%), хирономидами (16%), олигохетами (11,8%). В Куршском заливе выделяют четыре трофические группировки – собирающие и глотающие детритофаги, фильтраторы и хищники.

В настоящее время в заливе отмечается изменение соотношения трофических группировок. Снизилась доля фильтраторов, но почти в полтора раза увеличилась доля собирающих детритофагов.

Значительно сократилась площадь занимаемая моллюсками, особенно активным фильтратором – дрейссеной. Если ранее дрейссена образовывала самый крупный биоценоз залива, занимающий около 50% от его площади, то в 1997 - 2000 гг. она встречалась эпизодически, ближе к береговой линии, а в открытой части залива отсутствовала вообще. Многочисленные ранее моллюски

Valvata piscinalis, средняя численность которых по заливу составляла от 11 до 240 экз./м², встречаются теперь лишь в местах впадения рек в небольшом количестве (до 10,5 экз./м²).

В настоящее время в заливе отмечается увеличение доли детритофагов (до 99% от общей численности зообентоса) и снижение доли фильтраторов (до 1% в российской части).

Средняя многолетняя биомасса кормового бентоса составляет 21,2 г/м², из которых 16,4 г/м² (до 85%) приходится на хирономиды [137, 138]. Доля биомассы олигохет уменьшалась постепенно, начиная с девяностых годов, с 22-26% до 17%, биомасса моллюсков снизилась с 19 до 1%.

Годовая продукция бентоса в 80-90-е годы по сравнению с шестидесятыми годами увеличилась почти вдвое за счет возрастания доли хирономид и олигохет. В целом годовая продукция бентоса держится на высоком уровне – около 46 кал/м².

Общая продукция зообентоса в расчете на российскую часть залива ориентировочно составляет за сезон 126500 т, в том числе хирономид 116400 т, олигохет, моллюсков и полихет – около 10 тыс. т.

Ввиду общей опресненности Куршского залива биомасса полихет в нем не столь высока, как в Вислинском. Постоянный подпор со стороны моря морской воды отсутствует, что лимитирует их развитие. Тем не менее в северной части залива, находящейся под воздействием морских вод, присутствие полихет ощутимо.

Поэтому основной пищей бентосоядных рыб в заливе являются хирономиды и олигохеты, а у плотвы во всех возрастных группах - спат моллюсков. В то же время с учетом изменения в составе бентофауны залива в последние десятилетия хирономиды становятся основой для питания всех бентосоядных видов рыб.

Серые илы равномерно присутствуют в южной (российской) части залива, поэтому приуроченные к этой зоне скопления хирономид объясняют формирование самых высоких нагульных концентраций рыбы [114, 136].

2.1.3. Ихтиофауна Куршского залива

Ихтиофауна в Куршском заливе представлена 53 видами рыб из 14 семейств. По численности доминируют карповые (лещ, плотва, карась, чехонь), на втором месте находятся окуневые рыбы (судак, ерш, окунь). За последние 40 лет изменений в видовом составе не было, в северной части в связи с осолонением обычными стали речная камбала, салака и треска. В целом по заливу возросла численность карася и чехони и снизились уловы снетка, корюшки, щуки, угря, рыбца и сига.

Особо следует отметить два вида рыб, для которых очевидна высокая флюктуация численности. Во-первых, это серебряный карась, уловы которого к середине первого десятилетия настоящего века достигли максимума (50 – 70 т/г), но к настоящему времени снизились (до 5 – 7 т/г). Очевидно, снижение численности карася в заливе, наряду с установленным к 2013 г.

снижением промыслового запаса леща, уменьшат мелиоративный эффект со стороны карповых рыб на экосистему залива, прежде всего донную ее составляющую. Эта ситуация способствует целесообразности зарыбления залива растительноядными рыбами, а также карасем и лещом, что будет обсуждено далее.

Во-вторых, это финта, промысловая часть популяции, которой стала резко возрастать к середине первого десятилетия настоящего века. Это потребовало больших усилий производителей (Калининградский союз рыболовецких колхозов) и науки (Центральное управление по рыбохозяйственным экспертизам воспроизводству и акклиматизации – ЦУРЭН и АтлантНИРО), чтобы вывести ее из числа объектов Красной Книги. Однако после непродолжительного периода относительно высокой численности (2002 – 2010 гг.) последовал спад, когда уловы уменьшились с десятков до нескольких тонн.

В Куршском заливе можно выделить три экологические группы среди промысловых рыб:

- проходные – минога речная и морская, финта, лосось, кумжа, сиг, корюшка, рыбец и угорь;
- туводные – щука, снеток, лещ, укляя, жерех, густера, карась серебряный и золотой, сазан, язь, плотва, красноперка, линь, сом, налим, ерш, судак;
- речные – голавль, подуст, усач.

В уловах постоянно и эпизодически присутствуют следующие:

1. *Семейство Карповые* - Cyprinidae

- а) Лещ – *Abramis brama* L.
- б) Плотва - *Rutilus rutilus* L.
- в) Карась серебряный – *Carassius auratus gibelio* Bloch.
- г) Карась золотой *Carassius carassius* L.
- д) Язь – *Leuciscus idus* L.
- е) Укляя – *Alburnus alburnus* L.
- ж) Жерех – *Aspius aspius aspius* L.
- з) Густера – *Blicca bjoerkna* L.
- и) Чехонь - *Pelecus cultratus* L.
- к) Линь - *Tinca tinca* L.
- л) Рыбец - *Vimba vimba* L.

2. *Семейство Окуневые* – Percidae

- а) Судак – *Stizostedion lucioperca*
- б) Окунь – *Perca fluviatilis* L.
- в) Ерш – *Gymnocephalus cernua* L.

3. *Семейство Щуковые*

- а) Щука (*Esox lucius* L.)

4. *Семейство Корюшковые* - Osmeridae

- а) Европейская корюшка – *Osmerus eperlanus eperlanus* L.
- б) Снеток - *Osmerus eperlanus morpha spirinchus* P.

5. *Семейство Угревые* - Anguillidae

- а) Речной угорь - *Anguilla anguilla* L.

Помимо этих рыб, встречаются Миноговые (три вида), Осетровые (два вида), Лососевые (два вида), Сиговые (один вид), Вьюновые (три вида), Игло-вые (один вид), Песчанковые (один вид), Пинагоровые (один вид), Колюшко-вые (один вид), Сельдевые (три вида) и некоторые другие.

За 50-летний период исследований из ихтиофауны залива исчезли шесть видов рыб: балтийский осетр, быстрянка, усач, подуст, голянь, вьюн. Появилось два вида – пелядь и серебряный карась.

Значительно снизилась численность ценных промысловых рыб – рыба, щука, угря, сига, снетка, что связано, прежде всего, с климатическими изменениями, антропогенным влиянием.

Структура ихтиоценоза представлена пятью трофическими группами – бентофагами (67,5%), планктонофагами (10,5%), фитофагами (0,01%), хищниками (10,8%) и факультативными хищниками и паразитами (10,8 и 0,01% соответственно). Среди бентофагов наиболее многочисленны лещ, плотва, ерш, а среди хищников – судак и окунь, планктофаги представлены трехиглой колюшкой, чехонью и снетком, причем последние два вида – это факультативные хищники, кроме них, к таковым относятся сиг, голавль, язь, финта. Фитофаги – красноперка, паразиты – речная минога.

2.2. Вероятная область расселения, примерные сроки увеличения численности до размеров промысловой популяции

2.2.1. Предполагаемое распределение молоди в водоемах

2.2.1.А. Предполагаемое распределение молоди щуки в водоемах и ее размерно-возрастной состав

Абиотические факторы в бассейне Куршского залива благоприятствуют развитию щуки на всех этапах онтогенеза (рис. 34). Существенным же моментом в развитии воспроизводящейся популяции являются условия нереста. Поэтому именно этот фактор следует признать узловым в поддержании численности популяции в желательном объеме.

Как ранее отмечалось, размерный состав скатывающейся молоди щуки составляет от 12 до 35 мм (в возрасте от двух недель до месяца с момента вылупления). Такая возрастная структура скатывающейся молоди щуки является подтверждением того, что, во-первых, существует определенная растянутость нереста щуки в пределах нерестового биотопа и как минимум две волны нерестового хода, во-вторых, сужается ареал нагула молоди по мере схода паводковых вод.



Рис. 34. Вероятная область расселения молоди щуки в Куршском заливе

В современной практике рыбоводства рекомендуется выращивание щуки в искусственных условиях до перехода на смешанное питание. Поэтому при искусственном воспроизводстве ее в бассейне Куршского залива рекомендуется выпускать молодь щуки в возрасте от 12 -14 сут. С учетом того, что она рано переходит на хищничество, выпуск ее в соответствии с определенной приемной емкостью экосистемы следует проводить в восточной прибрежной зоне вдоль всего побережья залива и в нерестовых реках.

2.2.1.Б. Предполагаемое распределение молоди налима в водоеме и ее размерно-возрастной состав

Молодь налима скатывается при средней температуре воды 12 - 14 °С, средней массе тела 0,2 – 0,5 г и длине 29 мм.

Скатившаяся молодь налима почти равномерно распределяется вдоль восточного побережья залива (рис. 35).



Рис. 35. Примерная область расселения молоди налима в Куршском заливе

Отмечаются высокие концентрации молоди в этой части залива, что объясняется наличием песчаного грунта с примесью ракушечника, крупных под-

водных скоплений валунов и галечно-гравийных отмелей, служащих убежищем для молоди.

По направлению к западу увеличиваются иловые отложения, что является неприемлемым местом обитания для молоди налима, так как эти зоны характеризуются отсутствием убежищ и худшим гидрологическим режимом.

При зарыблении молодью массой 5 – 7 г ее выпуск следует проводить в устьях рек, прибрежной части залива, где имеются естественные укрытия, что увеличивает ее выживаемость.

Молодь налима питается до двухмесячного возраста копеподами, кладоцерами, личинками насекомых. В дальнейшем основу питания составляют (в отдельные периоды до 98 – 100 %) амфиподы. В рацион питания входят хиромиды, черви, моллюски, ракообразные и икра рыб. В годовалом возрасте в рационе налима встречаются икра и молодь рыб, гаммариды и личинки насекомых [139].

2.2.1. В. Предполагаемое распределение молоди стерляди в водоеме и ее размерно-возрастной состав

В настоящее время большую часть молоди получают осетровые рыболовные заводы, обеспеченные всей необходимой инфраструктурой для интенсивного выращивания.

Принятый стандарт массы выпускаемой на нагул молоди осетровых прошел многолетнюю апробацию и обоснован величиной промвозврата, подтверждающей целесообразность проведения широкомасштабных работ по зарыблению естественных водоемов в пределах ареалов разных видов осетровых. Этому соответствует устоявшаяся кормовая база [140–142]. Однако в настоящее время по причине уменьшения финансирования работ по искусственному воспроизводству осетровые рыболовные предприятия вынуждены сокращать весовой стандарт выпускаемой молоди (0,5-1,5 г), что не улучшит состояния природных популяций [143, 144]. То же можно отметить и для стерляди, основу выпускаемой молоди которой в пресноводные водоемы России составляют рыбы массой 1-2 г, хотя показано, что выпуск молоди стерляди массой 10 г увеличивает промысловый возврат с 2 до 4,6% [141].

Для зарыбления Куршского залива основу выпускаемой на пастбищный нагул молоди могут составлять рыбы массой не менее 10 г. Это объясняется не только более высоким промысловым возвратом, но и тем, что молодь стерляди данного размера уже не доступна как жертва основному хищнику этого залива – судаку из-за анатомических особенностей строения глотки.

В соответствии с экологическими условиями залива и биологии стерляди наиболее стабильные условия обитания стерляди имеются в центральной и восточной зонах Куршского залива. С учетом освоения стерлядью нагульного биотопа при благоприятном гидрологическом режиме и зоны за его пределами, полезная площадь расселения стерляди составляет около 50% от общей или около 80 тыс. га. Стерлядь также может увеличить свой нагульный биотоп и за

счет бассейнов основных рек, впадающих в Куршский залив. Но, учитывая существенно большую кормность Куршского залива, вряд ли стоит ожидать массовую миграцию рыбы в речную сеть.

В то же время стоит отметить, что на практике апробированы биотехнические схемы выращивания сеголетков стерляди в бассейнах (инкубационный цех, снабжаемый водой из р. Немонин, впадающей в Куршский залив) и садках (форелевое хозяйство «Прибрежное») при естественной термике воды [145]. Достигнутая средняя масса сеголетков (80 – 90 г) позволяет рассмотреть иную технологическую схему зарыбления водоемов и оценку промвозврата, о чем будет сказано далее.

При зарыблении залива молодь со средней массой до 10 – 20 г следует ожидать, что она будет концентрироваться в мелководной (до 1 м) южной и центральной зонах, а при зарыблении более крупной молодью осенью – будет распределяться в центральной и северной зонах на глубине 1 м.

2.2.1.Г. Предполагаемое распределение молоди рыба в водоеме и ее размерно-возрастной состав

Скатывающаяся молодь рыба концентрируется в дельте р. Неман (р. Нямунас) на участках со спокойным течением и хорошо развитой кормовой базой, а затем начинает расселяться в прибрежной части восточного побережья, в центральной и южной частях залива (рис. 36).

В дальнейшем, по мере роста, молодь рыба распределится в прибрежной и открытой зоне в южной и центральной частях залива. Сеголетки (средняя длина тела 3,5 - 3,9 см) - в прибрежных участках, а двухлетки (средняя длина тела 5,2 - 6,3 см) - в открытых зонах залива. Поэтому выпуск выдержанных личинок рыба следует проводить в устьях рек и прибрежной части залива вдоль восточного побережья.

2.2.1.Д. Предполагаемое распределение молоди линя в водоеме и ее размерно-возрастной состав

Как ранее отмечалось, абиотические факторы среды обитания линя в бассейне Куршского залива благоприятствуют его развитию на всех этапах онтогенеза. Существенным же моментом в развитии воспроизводящейся популяции являются условия нереста. Поэтому именно этот фактор следует признать узловым в поддержании численности популяции в желательном объеме.

Из биотических факторов, которые оказывают влияние на численность популяции линя в заливе, следует назвать практическое выпадение линя из-под пресса хищников залива начиная с конца второго – третьего года жизни, когда он достигает массы 100-150 г.

Существенным фактором, влияющим на расселение и выживаемость молоди линя, вплоть до 2-3-летнего возраста, является наличие, особенно в южной части залива, зарослей мягкой водной растительности, которая фрагментарно может вдаваться вглубь залива на десятки и сотни метров. Благоприятствует

расселению и наличие на акватории залива отмелей, окаймляемых зарослями мягкой водной растительности.

Как отмечалось ранее, биомасса зоопланктонных и зообентосных организмов в Куршском заливе чрезвычайно высока, а продукция измеряется десятками и сотнями тысяч тонн.

Таким образом, можно признать, что в бассейне Куршского залива имеются благоприятные условия для нагула линя. Рост численности его популяции будет способствовать эффективному использованию резервов естественной кормовой базы (детрит, зообентос), снижению пресса эвтрофикации и улучшению экономической структуры промысла за счет ценности объекта лова, пользующегося повышенным спросом на потребительском рынке.

Молодь линя обитает преимущественно в мелководной зоне, экологической особенностью которой является развитая водная растительность. Но в разных частях залива, рек и каналов водная растительность развита неодинаково. Наибольшее ее развитие, как по видовому многообразию, так и по площади охвата, наблюдается в южной и юго-восточной части залива и на расстоянии 5-50 м от береговой линии рек и каналов. Этому способствует постоянное поступление с обильным речным стоком биогенов, осаждение неорганических и органических частиц, ведущее к образованию отмелей, кос, присущих авандельте. Относительная мелководность, регулярное перемешивание воды, активный фотосинтез способствуют интенсивному окислению органики и переводу азота и фосфора органического происхождения в неорганические формы, которые усваиваются водной растительностью. Растительная составляющая данного биотопа, плюс обильно развитая кормовая база планктонных и бентосных организмов обеспечивают благоприятные условия для роста и развития молоди. Несомненным является то, что в отмеченных зонах при благоприятных условиях активно нагуливается линь всех возрастов, а также происходит его нерест. Но в июле-августе при массовом цветении воды, особенно сине-зеленых водорослей, именно в мелководной зоне могут наблюдаться заморы и токсикозы рыб. Очевидно, это губительно действует на икру и молодь линя, которые не имеют возможности для ухода в более благоприятные по гидрологическим условиям части водоемов, что характерно старшим возрастным группам этого вида рыб.

Практически по всему периметру прибрежная зона залива, кроме северо-западной части, поросла высшей жесткой и мягкой водной растительностью, и ширина зарослей от берега вглубь залива достигает нескольких десятков и даже сотен метров (рис. 37). Поэтому почти вся прибрежная полоса залива благоприятна для обитания молоди линя. Именно в этих частях залива отмечают на дне преобладание илов, массовое новообразование детрита, высокую численность бентосных организмов, что определяет их привлекательность для нагула и зимовки линя. Поэтому выпуск молоди линя следует проводить в прибрежной части залива, поросшей высшей водной растительностью.

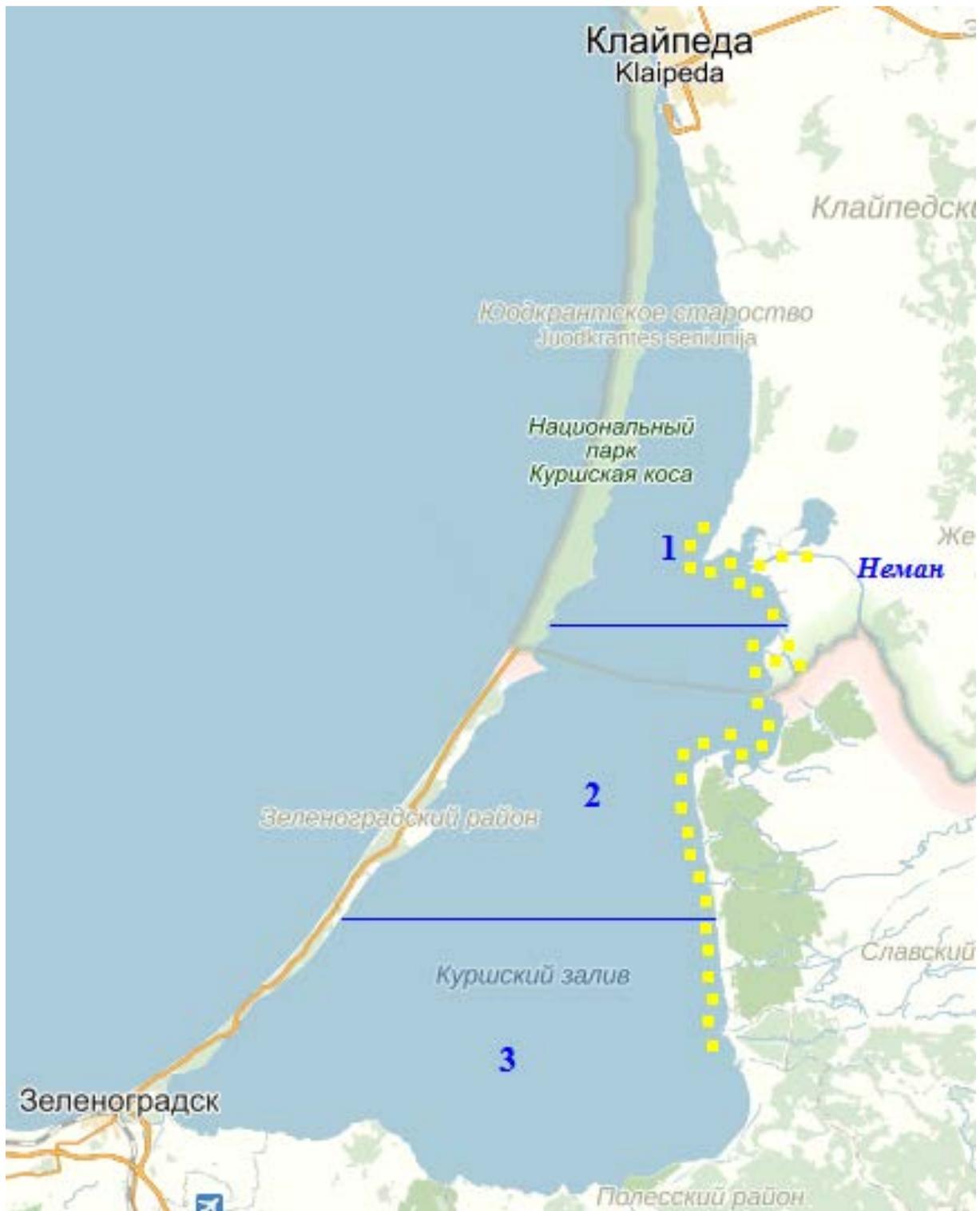


Рис. 36. Схема распределения молоди рыбка в Куршском заливе



Рис. 37. Схема распределения молоди линия в Куршском заливе

2.2.1.Ж. Предполагаемое распределение молоди белого толстолобика в водоемах и ее размерно-возрастной состав

Возраст проявления специализации в питании у белого толстолобика согласуется с достижением массы около 3 г. При подращивании в условиях управляемого температурного режима (26 – 28 °С) молодь достигает такой массы в возрасте 75 – 90 сут. Целесообразно сопрягать сроки выпуска молоди в водоем при высокой для этого водоема температуре воды (20 – 25 °С) и

максимальной биомассе фитопланктона. Это период с конца июня до середины августа. Следует учитывать, что к концу вегетационного сезона масса сеголетков должна быть не менее 10 – 15 г. Это позволит им перенести длительный период пониженной температуры воды до следующего вегетационного сезона.

С учетом того, что молодь белого толстолобика с такой размерной характеристикой можно вырастить в промышленных условиях не ранее середины июля, то зарыбление залива следует планировать на это время. Период с благоприятной для роста температурой воды следует ограничить 30 сут, когда к середине августа вероятно снижение ее до менее 20 °С. Тогда воспользовавшись формулой общего продукционного коэффициента, видоизменив ее, можно рассчитать, какую массу могут набрать сеголетки к середине августа:

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

где M_k – масса конечная, г;

M_n – масса начальная, г;

K_m – коэффициент массонакопления;

T – период времени, сут;

$$M_k = \left(\frac{0,08 \times 30 + 3 \sqrt[3]{3}}{3} \right)^3 = 11,7 \text{ г.}$$

Оставшийся период до понижения температуры воды до 12 °С, когда толстолобика прекращают активное питание, составит еще 30 сут.

Хотя бывают годы, в которые температура воды до середины - конца октября не опускается ниже 15 °С [145]. В период, когда температура воды будет ниже 20 °С, но выше 12 °С, величина K_m не превысит 0,04. В этом случае масса сеголетков перед зимовкой составит

$$M_k = \left(\frac{0,04 \times 30 + 3 \sqrt[3]{11,7}}{3} \right)^3 = 19 \text{ г.}$$

Сеголетки с такой массой имеют достаточное количество энергетических веществ, чтобы перенести предстоящий период с низкой температурой воды.

Выпуск молоди белого толстолобика массой 3 г целесообразно проводить по открытой акватории воды в отстоянии на 50 – 100 м от зарослей водной растительности. Из общей акватории зарыбления следует исключить часть залива, где чаще всего в июле – начале августа встречаются заморные явления (рис. 38).

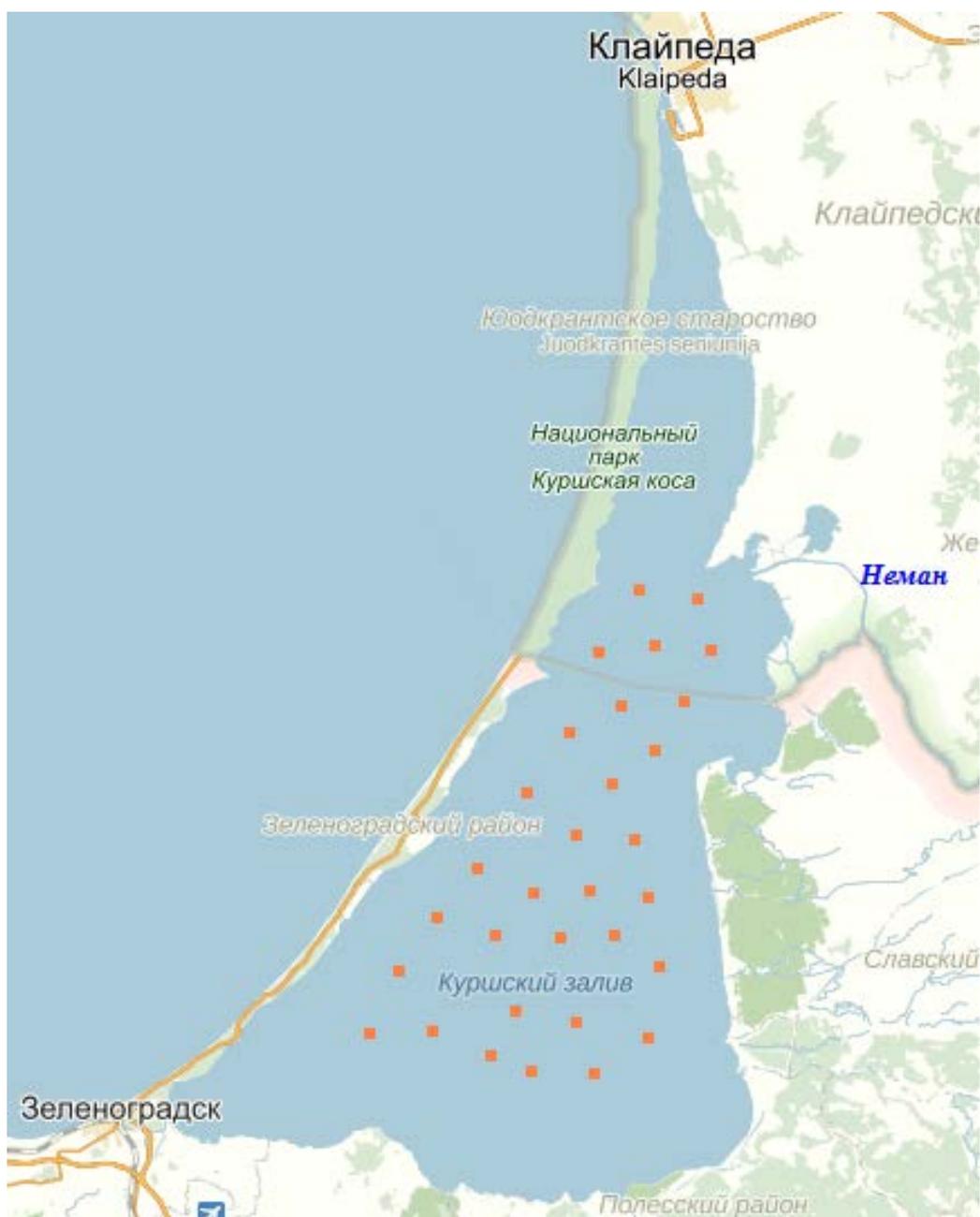


Рис. 38. Схема распределения молоди белого толстолобика в Куршском заливе

2.2.1.3. Предполагаемое распределение молоди белого амура в водоеме и ее размерно-возрастной состав

К зарыблению залива молодь белого амура следует применить подход, аналогичный описанному для белого толстолобика. В те же сроки в залив вселяют молодь амура массой 3 г. К концу вегетационного сезона она должна достичь размера, близкого к расчетному для белого толстолобика.

Выпуск молоди следует проводить у границы зарослей подводной растительности, простирающейся в прибрежной зоне вдоль южного и восточного берегов залива, а также на многочисленных мелководьях в открытой части залива (рис. 39). Из зоны зарыбления исключают западную прибрежную часть залива.



Рис. 39. Схема распределения молоди белого амура в Куршском заливе

2.2.1.Л. Предполагаемое распределение молоди угря в водоемах и ее размерно-возрастной состав

Молодь угря целесообразно вселять в южной части залива в районах массового развития предпочитаемых кормовых организмов, в основе своей представленных хирономидами.

Можно ожидать, что в первые два года молодь будет вести оседлый образ жизни, осваивая в период нагула глубины до одного метра. Угорь старшего возраста, предпочитающий большие глубины, расселится по всей акватории залива, но наибольшие его концентрации следует ожидать в российской части залива.

При зарыблении в период с июля по сентябрь размерный состав молоди угря будет представлен рыбами средней массой 3 – 5 г, в октябре – около 10 г. Соответственно этому обосновывается схема зарыбления.

2.2.2. Предполагаемый возрастной состав уловов

2.2.2.А. Предполагаемый возрастной состав уловов щуки

Структура промыслового стада щуки Куршского залива представлена в основном рыбами в возрасте от трех- до восьмилеток и более. Основу составляют особи от пяти до семи лет, их совместная доля от общей численности равна 85%. Наименьшее количество рыб младших и старших возрастных групп трех-четырёхлеток и восьми-двенадцатилеток, их доля в среднем составляет около 15% (табл. 23).

Таблица 23

Предполагаемый возрастной состав уловов щуки, %

Возраст	Доля в уловах, %
Трехлетки	1
Четырехлетки	7
Пятилетки	25
Шестилетки	35
Семилетки	25
Восьмилетки и старше	7

2.2.2.Б. Предполагаемый возрастной состав уловов налима

Структура промыслового стада налима Куршского залива представлена рыбами в возрасте от трех до десяти лет. Основу стада составляют особи от четырех до семи лет, их совместная доля от общей численности 77,9 %. Наименьшее количество рыб отмечено для младших и старших возрастных групп 3 + и 8-10+, их доля в среднем составляет 22,1% (табл. 24).

Таблица 24

Предполагаемый возрастной состав уловов налима, %

Возраст	Доля в уловах, %
Трехлетки	9,4
Четырехлетки	17,5
Пятилетки	20,1
Шестилетки	25,3
Семилетки	15
Восьмилетки	8,7
Девятилетки	3,3
Десятилетки	0,7

2.2.2.В. Предполагаемый возрастной состав уловов стерляди

Анализ данных по росту стерляди показывает, что промыслового размера (300 г) она достигает в естественных водоемах в возрасте трех-пятiletков.

Исходя из экологических условий и возможной скорости роста, при вселении в Куршский залив 10-граммовых сеголетков, вероятный размерно-возрастной состав стерляди, который будет в представлении в уловах, приведен в табл. 25.

Выбор 6-возрастной структуры промысла согласуется с селективностью орудий лова и естественной динамикой роста рыб.

Таблица 25

Предполагаемый размерно-возрастной состав и доля в уловах стерляди в Куршском заливе

Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Средняя масса, г	350	450	700	1000	1500	2000
Процент в уловах	7	20	25	35	12	1

При зарыблении сеголетками средней массой 80 – 90 г следует ожидать сдвиг возрастных групп на один год.

2.2.2.Г. Предполагаемый возрастной состав уловов рыба

Структура промыслового стада рыба р. Неман представлена рыбами в возрасте от трех до двенадцати лет. Основу стада рыба составляют особи от шести до семи лет, их совместная доля от общей численности 64%. Наименьшее количество рыб младших и старших возрастных групп (3-4 и 8-12-летков), их доля в среднем составляет около 30 % (табл. 26).

Таблица 26

Предполагаемый возрастной состав уловов рыба, %

Возраст	Доля в уловах, %
Трехлетки	1
Четырехлетки	9
Пятилетки	27
Шестилетки	25
Семилетки	18
Восьмилетки	7
Девятилетки	6
Десятилетки	4
Одиннадцатилетки	2
Двенадцатилетки	1

2.2.2.Д. Предполагаемый возрастной состав уловов линя

Общая площадь благоприятных для линя районов в Куршском заливе составляет около 50 тыс. га. К ним следует добавить около 10 тыс. га, занимаемых реками, каналами, пойменными озерами. Поэтому вероятная площадь расселения линя может составить 60 тыс. га. Учитывая высокую кормность осваиваемого линем нагульного ареала, достижения промыслового размера (140-200 г) у линя следует ожидать на третьем-четвертом году и массы 350-400 г – на четвертом-пятом.

В возрасте шести лет средняя масса линя должна составить 500-600, к семи годам – 700, к восьми – 800 г. Перечисленные возрастные группы должны составить основу промысла линя (табл. 27).

Таблица 27

Предполагаемый возрастной состав уловов линя, %

Возраст	Доля в уловах, %
Трехлетки	7
Четырехлетки	20
Пятилетки	25
Шестилетки	35
Семилетки	12
Восьмилетки	1

2.2.2.Ж. Предполагаемый возрастной состав уловов белого толстолобика

Вероятный размерный состав белого толстолобика в Куршском заливе при зарыблении подрошенной до 1 и 4 г молоди может быть следующим (табл. 28).

Таблица 28

Предполагаемый размерный состав белого толстолобика

Возраст	Средняя масса рыб, г	
	При зарыблении молодью массой 1 г	При зарыблении молодью массой 3-4 г
0+	10	20
1+	25	64
2+	70	140
3+	151	262
4+	278	433
5+	462	681
6+	712	1000
7+	1040	1405
8+	1454	1907
9+	1967	2515
10+	2588	3242
11+	3328	4096
12+	4197	5088

Структура промыслового стада белого толстолобика может быть представлена рыбами в возрасте от шести- до тринадцатилетков. Возможная доля возрастных групп в уловах представлена в табл. 29.

Таблица 29

Предполагаемый возрастной состав уловов белого толстолобика

Возраст	Доля в уловах, %
5+	4
6+	10
7+	22
8+	34
9+	19
10+	7
11+	3
12+	1

Структура уловов должна учитывать селективность лова рыб массой более 1000 г, используемых для производства балычной продукции.

2.2.2.3. Предполагаемый возрастной состав уловов белого амура

Вероятный размерный состав белого толстолобика в Куршском заливе при зарыблении подрошенной до 1 и 4 г молоди может быть следующим (табл. 30).

Таблица 30

Предполагаемый размерный состав белого амура

Возраст	Средняя масса рыб, г	
	При зарыблении молодь массой 1 г	При зарыблении молодь массой 4 г
0+	13	27
1+	54	85
2+	140	195
3+	2878	373
4+	512	636
5+	830	1000
6+	1259	1481
7+	1816	2097
8+	2515	2863
9+	3375	3796
10+	4410	4913
11+	5639	6230
12+	7677	7762

Структура промыслового стада белого амура может быть представлена рыбами в возрасте от пяти до тринадцати лет. Возможная доля возрастных групп в уловах приведена в табл. 31.

Таблица 31

Предполагаемый возрастной состав уловов белого амура

Возраст	Доля в уловах, %
5+	4
6+	11
7+	24
8+	35
9+	15
10+	7
11+	3
12+	1

2.2.2.Л. Предполагаемый возрастной состав уловов угря

Анализ данных по скорости роста угря в Куршском заливе показывает, что промыслового размера часть рыб достигает в возрасте трех-четырех лет, а основная масса в пяти-шестилетнем возрасте. С учетом вселения в залив подрощенной молоди и экологических особенностей водоема вероятный возрастной состав угря в уловах выглядит следующим образом (табл. 32).

Таблица 32

Вероятная максимальная масса угря и возможная доля возрастных групп в уловах в Куршском заливе

Возраст	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Масса, г	400	500	650	750	900	1150
Доля в уловах, %	1	6	25	25	25	8

2.3. Приемная емкость экосистемы Куршского залива

2.3.1. Приемная емкость экосистемы Куршского залива

2.3.1.А. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по щуке

Если оценивать приемную емкость залива по вселяемым личинкам щуки, то первое, что надо учитывать в расчетах, так это, до какого уровня необходимо довести численность ее популяции, чтобы обеспечить эффективное проявление

мелиоративной роли, заключающееся, с одной стороны, в достижении промыслового возврата, с другой – снижении численности малоценных рыб и поддержании «паразитологической чистоты» этих популяций.

Имеется значительный по периоду наблюдений статистический ряд среднегодовых и среднепериодных уловов щуки с 1948 по 1970 г. (130 т/год), которому соответствовали:

-во-первых, максимальные площади нерестилищ и незарегулируемость стока р. Неман,

- во-вторых, средний уровень уловов, предпочитаемых щукой рыб-жертв (плотва, ерш, окунь), около 1200 т/год. Базой сравнения выбран среднегодовой вылов щуки, составивший 12 т, рыб-жертв – 717 т за период с 1998 по 2014 г.

В обоих вариантах объемы вылова коррелируют с общей численностью популяций рассматриваемых видов рыб. В расчете приемной емкости учитывается площадь российской части Куршского залива 120 тыс. га, а также то, что одним из самых слабых звеньев в ряду факторов, влияющих на выживание, формирование воспроизводящейся популяции и достижение ею промысловой численности, является площадь естественных нерестилищ, которая уменьшилась с конца 60-х годов по настоящее время на 50%. Средняя промысловая рыбопродуктивность по щуке в заливе в указанные сравниваемые периоды оценивалась, соответственно, в 0,1 и 0,59 кг/га. Целесообразным было принять во внимание влияние температуры воды на эмбриональное развитие щуки и формирование развитой адаптационной системы у молоди ко времени ската из рек в заливы. Используя видоизмененную формулу расчета приемной емкости, впервые примененную в расчете приемной емкости экосистем для понто-каспийских ракообразных [146], удалось определить ее величину в варианте вселения в Куршский залив молоди щуки. Причем под молодью следует понимать мальков, достигших длины 2-4 см, способных адекватно реагировать на изменяющиеся условия среды обитания, что предполагает достаточно развитую адаптационную систему. С учетом этого, формула расчета приемной емкости Куршского залива по вселяемой молоди щуки выглядит следующим образом:

$$C = \frac{\frac{(S_{100} - S_{50})}{S_{50}} \times \frac{(T - T_{\min})}{T_{\min}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{cc}}\right) \times \left(1 + \frac{B1}{B_{cc1}}\right)}, \quad (2)$$

где S_{100} – максимальная площадь нерестилищ щуки, 100%;

S_{50} – современная площадь нерестилищ, 50%;

T – средняя температура в период вселения (ската мальков), 12 °С;

T_{\min} – минимальная температура, соответствующая началу массового нереста щуки (инкубации) (4 °С);

B – среднегодовая биомасса рыб-жертв за период 1998 – 2014 гг., кг/га (5,98) – соответствует рыбопродуктивности по вылову;

$V_{ср}$ – среднегодовая биомасса рыб-жертв по двум периодам наблюдений, кг/га (7,99);

V_1 – промысловая рыбопродуктивность щуки за период 1998 – 2014 гг., кг/га (0,1);

$V_1_{ср}$ – промысловая рыбопродуктивность щуки по двум периодам: 1950-1990 и 1998-2014 гг., кг/га (0,59)

$$C = \frac{\frac{(100 - 50)}{50} \times \frac{(12 - 4)}{4}}{\left(1 + \frac{7,99}{5,98}\right) \times \left(1 + \frac{0,1}{0,59}\right)} = 0,73$$

Для $C = 0,3 - 1,0$ плотность посадки следует принять 20 шт./га.

При площади российской части Куршского залива 120000 га общая потребность в молоди щуки составит 2,4 млн. шт. Зная закономерности выживания молоди рыб в условиях естественных водоемов, можно принять, что выживаемость скатившихся в залив мальков от выпущенных выдержанных личинок щуки не превысит 20% [70–72], а промвозврат от мальков составит 0,5% [73]. Это означает, что необходимое количество выдержанных личинок для вселения в Куршский залив при установленной величине приемной емкости (0,73) и плотности посадки скатившихся мальков (20 шт./га) составит 12 млн. шт.

При этом следует учитывать, будет ли иметь место пополнение стада половозрелых особей со стороны «искусственников», что косвенно увеличит продуктивный потенциал популяций щуки в заливе.

2.3.1.Б. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по налиму

Для расчета приемной емкости Куршского залива по молоди налима использовали формулу

$$C = \frac{\frac{O_2 - O_2 \min}{O_2 \min} \times \frac{T - T \min}{T \min}}{\left(1 + \frac{B}{V_{ср}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_1_{ср}}\right)}, \quad (3)$$

где O_2 – средняя концентрация растворенного кислорода для налима в период нагула, мг/л (11,9);

$O_2 \min$ – концентрация кислорода в заливе на момент ската, мг/л (8,58);

T – средняя температура воды на момент ската молоди, °С (13,7);

$T \min$ – средняя температура воды на момент нереста, °С (2,5);

B – средняя многолетняя биомасса кормовых организмов для взрослых особей, кг/м² (0,0015);

$V_{ср}$ - среднегодовая биомасса кормового зообентоса, кг/м² (0,0212);

B_1 – промысловая рыбопродуктивность по налиму, котируемая в последние десятилетия по ОДУ, кг/га (0,083);

$B_1 \text{ ср}$ – промысловая рыбопродуктивность налима за период 1950-1980 гг., кг/га (0,217);

$$C = \frac{\frac{(11,9 - 8,58)}{8,58} \times \frac{(13,7 - 2,5)}{2,5}}{\left(1 + \frac{0,0015}{0,0212}\right) \times \left(1 + \frac{0,083}{0,217}\right)} = 1,16.$$

Через величину приемной емкости можно найти плотность посадки молоди налима в Куршском заливе:

$$P = 10,86 \times C^{-0,73} = 10,86 \times 1,16^{-0,73} = 9 \text{ шт./га.}$$

При площади российской части Куршского залива 120000 га общая потребность в молоди налима составит 1,08 млн. шт.

Также как и в предыдущем варианте, следует учитывать, что продуктивный потенциал половозрелой популяции налима будет пополняться за счет «искусственников».

2.3.1.В. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по стерляди

Зарыбление стерлядью Куршского залива должно проводиться с учетом приемной емкости экосистемы. В связи с этим может быть предложена формула определения приемной емкости, представляющая модернизацию известного алгоритма расчета приемной емкости [147]:

$$C = \frac{\frac{(S_{\max} - S_{\min})}{S_{\min}} \times \frac{(s_{100} - s_{50})}{s_{50}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{cp}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1cp}}\right)}, \quad (4)$$

где S_{\max} - максимальная величина солености в северной части залива, ‰;

s_{\min} - соленость в центральной и восточной зонах и на их границах, ‰;

s_{100} - 100%-ная площадь залива;

s_{50} - 50%-ная площадь залива, благоприятная для нагула стерляди;

B - среднемноголетняя биомасса зообентоса, г/м² (21,2);

B_{cp} - среднемноголетняя биомасса хирономид, г/м² (16,4);

B_{1cp} - промысловая рыбопродуктивность, рассчитываемая по уловам угря (150 т – средний показатель в период стабильной численности популяции), кг/га (1,25);

B_1 - промысловая рыбопродуктивность по современным уловам, кг/га (0,008).

При освоении освободившихся кормовых ресурсов стерлядью

$$C = \frac{\frac{(5 - 0,3)}{0,3} \times \frac{(100 - 50)}{50}}{\left(1 + \frac{21,2}{16,4}\right) \times \left(1 + \frac{0,08}{1,25}\right)} = 6,7.$$

Если учесть установленную эмпирическим путем связь величины приемной емкости и плотности посадки, то при C менее 0,1 она составляет 60 шт./га; при $C = 0,1-0,3$ – 40-50 шт./га; при $C = 0,3-1$ – 20 шт./га; при C более единицы – 10 шт./га.

Таким образом, рекомендуемая плотность посадки сеголетков стерляди 10 шт./га, что на площадь 60 тыс. га составит 600 тыс. шт. (800 тыс. шт. для всего залива, учитывая то, что значительная часть акватории, благоприятной для нагула стерляди, находится на литовской стороне залива).

Промысловая рыбопродуктивность, учитываемая по угрю, предполагает замещение его в экосистеме стерлядью ввиду практического выбытия из числа объектов промысла.

2.3.1.Г. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по рыбцу

Для расчета приемной емкости Куршского залива в молоди рыба использовали формулу (5):

$$C = \frac{\frac{T_{\max} - T_s}{T_s} \times \frac{S - S_{\min}}{S_{\min}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{\text{ср}}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1\text{ср}}}\right)}, \quad (5)$$

где S – максимальная площадь нерестилищ рыба, 100%;

S_{\min} – современная площадь нерестилищ, 50%;

T_{\max} – среднегодовая максимальная температура воды в заливе, $^{\circ}\text{C}$ (21,2);

T_s – средняя температура воды в заливе на момент ската молоди из реки в залив, $^{\circ}\text{C}$ (12);

B – средняя многолетняя биомасса кормовых организмов, $\text{г}/\text{м}^2$ (21,2);

$B_{\text{ср}}$ – среднегодовая биомасса кормовых организмов, составляющих основу рациона старших возрастных групп молоди до ската в море, $\text{г}/\text{м}^2$ (12,8);

B_1 – промысловая рыбопродуктивность рыба, квотируемая по ОДУ, $\text{кг}/\text{га}$ (0,025);

$B_{1\text{ср}}$ – промысловая рыбопродуктивность рыба за период 1960–1980 гг., $\text{кг}/\text{га}$ (0,2525).

$$C = \frac{\frac{(100 - 50)}{50} \times \frac{(21,2 - 12,0)}{12,0}}{\left(1 + \frac{21,2}{12,8}\right) \times \left(1 + \frac{0,025}{0,252}\right)} = 0,26.$$

При $C < 0,3$ рекомендуемая плотность посадки подрощенной молоди до 1 – 15 г будет 60 шт./га. При площади российской части Куршского залива 120000 га общая потребность в молоди рыба составит 7200 тыс. шт./га

2.3.1.Д. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по линю

Для расчета приемной емкости Куршского залива в молоди линя была использована формула

$$C = \frac{\frac{T - T_{\min}}{T_{\min}} \times \frac{S - S_{\min}}{S_{\min}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{\text{ср}}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1\text{ср}}}\right)}, \quad (6)$$

где T – средняя температура начала нереста, $^{\circ}\text{C}$ (19);

T_{\min} – средняя температура воды в заливе в период преднерестового и посленерестового нагула, $^{\circ}\text{C}$ (11,8);

S_{100} – общая площадь российской части залива, 100 %;

S_{60} – площадь залива, благоприятная для нагула линя, 60 %;

B – средняя многолетняя биомасса бентосных организмов, $\text{г}/\text{м}^2$ (21,2);

$B_{\text{ср}}$ – среднегодовая биомасса кормовых организмов, включая детрит, составляющих основу рациона старших возрастных групп, $\text{г}/\text{м}^2$ (25,2);

$B_{1\text{ср}}$ – промысловая рыбопродуктивность по линю в Куршском заливе за период 1950-1980 гг., $\text{кг}/\text{га}$ (0,1);

B_1 – промысловая рыбопродуктивность по линю, квотируемая по ОДУ, $\text{кг}/\text{га}$ (0,004).

$$C = \frac{\frac{(19 - 11,8)}{11,8} \times \frac{(100 - 60)}{60}}{\left(1 + \frac{21,2}{25,2}\right) \times \left(1 + \frac{0,004}{0,1}\right)} = 0,21.$$

При $C < 0,3$ плотность посадки составляет 60 шт./га.

На площадь российской части Куршского залива 72000 га (60 % от общей) потребность в зарыбляемой молоди составит 4320 тыс. шт.

2.3.1.Ж. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по белому толстолобику

Для расчета емкости экосистемы Куршского залива в молоди белого толстолобика была использована формула

$$C = \frac{\frac{T - T_{\min}}{T_{\min}} \times \frac{S_{100} - S_{90}}{S_{90}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{\text{ср}}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1\text{ср}}}\right)}, \quad (7)$$

где T – максимальная температура воды в заливе, $^{\circ}\text{C}$ (25);

T_{\min} – температура воды, при которой начинается интенсивное питание рыб, $^{\circ}\text{C}$, (12);

S_{100} – площадь залива, 100 %;

S_{90} – открытая часть акватории залива, 90 %;

B – максимальная среднегодовая биомасса фитопланктона, $\text{г}/\text{м}^3$ (200);

$B_{\text{ср}}$ – отклонение до низшего уровня в биомассе фитопланктона в разные сезоны, $\text{г}/\text{м}^3$ (70);

$B_{1\text{ср}}$ – возможная рыбопродуктивность Куршского залива по белому толстолобику при выедании до 30 % продукции и кормовом коэффициенте 30, $\text{кг}/\text{га}$ ($200 \text{ г}/\text{м}^3 \times 0,3 \times 10000/30 \times 1000$) (20);

B_1 – средняя рыбопродуктивность по белому толстолобику в гиперэвтрофицированных водохранилищах юга России, $\text{кг}/\text{га}$ (4).

$$C = \frac{\frac{(25 - 12)}{12} \times \frac{(100 - 90)}{90}}{\left(1 + \frac{200}{70}\right) \times \left(1 + \frac{4}{20}\right)} = 0,028.$$

Здесь можно воспользоваться ранее приведенными данными о том, что при $C < 01$ плотность посадки составляет 60 шт./га. Тогда количество молоди для зарыбления Куршского залива составит: 60 шт./га \times 108000 га = 6480 тыс. шт.

2.3.1.3. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по белому амуру

При расчете емкости экосистемы Куршского залива в молоди белого амура использовали формулу

$$C = \frac{\frac{T - T_{\min}}{T_{\min}} \times \frac{S_{100} - S_{10}}{S_{10}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{\text{ср}}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1\text{ср}}}\right)}, \quad (8)$$

где T – максимальная температура воды в заливе, $^{\circ}\text{C}$ (25);

T_{\min} – температура воды, при которой начинается активное питание рыб, $^{\circ}\text{C}$, (12);

S_{100} – площадь залива, 100 %;

S_{10} – площадь залива, покрытая зарослями макрофитов, 10 %;

B – среднегодовая биомасса макрофитов, кг/м³ (5);

B_{cp} – среднегодовая биомасса макрофитов, предпочитаемых белым амуром, кг/м² (2);

B_1 – возможная величина рыбопродукции, получаемая при выедании предпочитаемых видов макрофитов при учете величины кормового коэффициента 80, кг/га (250);

B_{1cp} – возможная величина рыбопродукции при 50% выедании всей биомассы макрофитов и величине кормового коэффициента 80, кг/га (625).

$$C = \frac{\frac{(25 - 12)}{12} \times \frac{(100 - 10)}{10}}{\left(1 + \frac{250}{625}\right) \times \left(1 + \frac{5}{2}\right)} = 2,67$$

Используя ранее приведенные данные, плотность посадки молоди белого амура в Куршский залив можно принять 10 шт./га. Тогда потребность в зарыбляемом материале составит: 10 шт./га × 12000 га = 120000 шт.

2.3.1.Л. Приемная емкость экосистемы Куршского залива по угрю

Расчет приемной емкости экосистемы Куршского залива во вселяемой молоди угря, как и других гидробионтов, основан на учете лимитирующих их численность факторов. Среди абиотических факторов это, прежде всего, температура воды и соленость. Среди биотических – состояние кормовой базы и регистрируемая промысловая рыбопродуктивность в периоды расцвета популяции и спада ее численности.

Важным механизмом регулирования рынка стекловидного угря является существенное повышение цены его реализации (до 1000-1200 евро за кг), что при величине промыслового возврата в среднем 8% и сохранении оптовой цены на товарную рыбу на уровне 8-9 евро за кг делает пастбищный нагул нерентабельным или малорентабельным. Поэтому в этой ситуации обоснованным становится подращивание молоди угря до размерно-весовых кондиций, обеспечивающих увеличение промвозврата до 20-40%. Одновременно в 2-3 раза снижается потребность в стекловидном угре. Целесообразность этого согласуется с нашими расчетами (табл. 33).

Варианты зарыбления

Вариант зарыбления	Количество приобретаемого стекловидного угря, млн.шт.		Количество зарыбляемой молоди, млн. шт.		Стоимость зарыбляемой молоди, включая эксплуатационные затраты и стоимость стекловидного угря, млн. руб.	
	Куршский залив х	Вислинский залив х	Куршский залив х	Вислинский залив х	Куршский залив х	Вислинский залив х
1	10,0	3,75	8,44	3,1	112,5	43,8
2	4,2	1,6	3,4	1,2	62,3	24,3
3	–	–	3,4	1,2	182,3	67,5

Примечания:

х – российская часть;

1-й вариант – зарыбление стекловидным угрем, прошедшим месячную карантинизацию;

2-й вариант – зарыбление подроженными до 3-5 г мальками угря;

3-й вариант – зарыбление приобретаемой за пределами региона молодью угря массой 3-5 г.

Из данной таблицы видно, что наиболее предпочтителен вариант подращивания молоди до 3-5 г с последующим выпуском ее на пастбищный нагул. В основу выращивания молоди положена разработанная нами полициклическая технология, предусматривающая выпуск 3-5-граммовой молоди в период с мая по сентябрь, а 35-50-граммовых годовиков в мае следующего года [59].

Для расчета приемной емкости использована видоизмененная формула (1), успешно примененная ранее для установления оптимального количества вселяемых понто-каспийских креветок в ряд крупных водохранилищ юга России [146]. Нами она апробирована также при расчете приемной емкости экосистемы залива по вселяемой молоди шуки, рыба, линя, налима и стерляди.

С учетом отмеченного формула расчета приемной емкости экосистемы Куршского залива (российская часть) по вселяемой молоди угря выглядит следующим образом:

$$C = \frac{(S - S_{\min}) \times (T_{\max} - T_{\min})}{S_{\min} \times T_{\min} \times \left(1 + \frac{B}{B_{cc}}\right) \times \left(1 + \frac{B1}{B_{cc1}}\right)}, \quad (9)$$

где S – максимальная соленость в заливе, ‰ (5);

S_{min} – соленость в южной и центральной областях, ‰ (0,1);

T_{max} – максимальная температура воды в заливе, °С (25,0);

T_{min} – минимальная температура на момент зарыбления, °С (11,07);

V – средняя многолетняя биомасса зообетоса, кг/м² (0,0145);

$V_{ср}$ – среднегодовая биомасса кормовых организмов, составляющих основу рациона старших возрастных групп, кг/м² (0,0015);

V_1 – максимальная промысловая рыбопродуктивность угря, кг/га (1,67);

$V_{1ср}$ – среднегодовая промысловая рыбопродуктивность угря, квотируемая по ОДУ за последние пять лет, кг/га (0,083).

$$C = \frac{\frac{(5 - 0,1)}{0,1} \times \frac{(25,0 - 11,07)}{11,07}}{\left(1 + \frac{0,0145}{0,0015}\right) \times \left(1 + \frac{1,67}{0,083}\right)} = 0,27.$$

Через величину приемной емкости можно найти плотность посадки молоди угря в Куршский залив:

$$P = 10,86 \times C^{-0,73} = 10,86 \times 0,27^{-0,73} = 28 \text{ шт./га.}$$

При площади российской части залива 120 тыс. га общая потребность в молоди угря массой 3 – 5 г составит 3 350 тыс. шт.

При применении полициклической технологии, когда около 20% молоди остается на дорастивание в установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) и выпускается в залив весной следующего года средней массой 35-50 г, коэффициент промвозврата для которой 40%, общая потребность в 3-5-граммовой молоди составит 2700 тыс. шт., в 35-50-граммовой – 337,5 тыс.шт.

2.3.2. Возможный промысловый возврат

2.3.2.А. Возможный промысловый возврат щуки

Основу освоения промвозврата составят рыбы в возрасте 4-7-летков массой от 2 до 5 кг (средняя 3 кг). В промысле осваиваются также двух- трех- и восьмилетки, доля которых в уловах суммарно составит 15%. Предлагаемая структура промысла основана на традиционном наборе орудий лова и мест их расстановки, а также среднестатистических данных о возрастной структуре уловов щуки [5; 25; 66].

При такой структуре освоения промвозврата существенно пополняется нерестовый потенциал щуки в заливе, поскольку изъятие промыслом средневозрастных производителей, дающих наиболее качественное потомство, будет идти постепенно в течение 4-5 лет (табл. 34).

При установленной для Куршского залива структуре нерестовой популяции щуки, представленной 40% самцов и 60% самок (5;25), потенциально в нересте может принять участие до 19 тыс. самок. Учитывая, что средняя рабочая плодовитость самок составляет 40 тыс. икринок, они могут отложить на нерестилища около 760 млн. икринок, промысловый возврат от которых (0,005%) максимально будет равен 110 т. При ежегодном зарыблении в указанном объеме нерестовый потенциал популяции щуки в заливе будет постоянно пополняться за счет производителей, выросших из «искусственных»

личинки, и в целом следует ожидать поступательного возрастания численности популяции щуки в заливе.

Таблица 34

Примерная структура изъятия потенциальных производителей промыслом

Возраст производителей щуки	Процент изъятия промыслом	Количество изымаемых промыслом, шт.	Количество потенциально участвующих в нересте, шт.
Двухлетки	1	100	6000 *
Трехлетки	7	900	12000
Четырехлетки	25	3300	8700
Пятилетки	35	4500	4200
Шестилетки	25	3300	900
Семилетки	7	900	–
Итого	100	13000	31800

* - 80% самцов и 20% самок созревают в возрасте двухлетков.

Если оценивать общую величину промвозврата от выпуска 12 млн. личинок с учетом средней степени воздействия абиотических факторов, то она должна складываться из 40 т прямого возврата (табл. 41) и 50-60 т косвенного за счет использования нерестового потенциала производителей, составляющих структуру промвозврата.

С учетом обоснованной ежегодной квоты на вылов 30 т щуки в российской части залива общий вылов может быть около 130 т. При этом соотношение вылова предпочитаемых щукой рыб-жертв (плотва, окунь, ерш) к объему вылова щуки составит 6,1 (800 т/130 т), что близко к отношению 5,7:1, имевшему место в 1948–70 гг., когда промысел щуки и общая численность ее популяции были максимальными, а объем вылова предпочитаемых рыб-жертв был сравним (760 т/год) с современным.

2.3.2.Б. Возможный промысловый возврат налима

Основу освоения промвозврата налима составят рыбы в возрасте 4-7-годовиков. В промысле осваиваются также рыбы старших возрастов от 8 до 10+, доля которых в уловах суммарно составит 12,7%. Предлагаемая структура промысла основана на среднестатистических данных о возрастной структуре уловов налима в российской части Куршского залива (табл. 35, 42).

Возрастная структура промысловой части популяции налима

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
3	9,4
4	17,5
5	20,1
6	25,3
7	15,0
8	8,7
9	3,3
10	0,7
Итого	100

При выпуске в залив 5-7-граммовой молоди налима в количестве 1,08 млн. шт. промвозврат составит 5 % (70 т), а средняя масса рыб в уловах – 1,3 кг.

2.3.2.В. Возможный промысловый возврат стерляди

Основу уловов стерляди в Куршском заливе составят рыбы в возрасте 4-8 лет. Максимальную долю в уловах имеют 4-6-годовики, доля которых в уловах суммарно составит 80%, доля 3-годовиков составит около 7%.

Предлагаемая структура промысла основана на среднестатистических данных о возрастной структуре уловов стерляди (табл. 36, 43).

При средней массе стерляди в уловах 0,6 кг величина промвозврата (4,6 %) составит 22 т.

Возрастная структура промысловой части популяции стерляди

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
3	7
4	20
5	25
6	35
7	12
8	1
Итого	100

2.3.2.Г. Возможный промысловый возврат рыба

Основу освоения промвозврата составят рыбы в возрасте 5-9-летков. В промысле осваиваются также рыбы старших возрастов от 10 до 13 лет, доля которых в уловах суммарно составит 13%.

Предлагаемая структура промысла основана на среднестатистических данных о возрастной структуре уловов рыба р. Неман (Нямунас) (табл. 37, 44).

Таблица 37

Возрастная структура промысловой части популяции рыба

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
4	2
5	10
6	27
7	24
8	18
9	8
10	6
11	4
12	2
13	1
Итого	100

При 3 %-ном промысловом возврате и средней массе рыба в уловах 0,4 кг величина промвозврата составит 86 т.

2.3.2.Д. Возможный промысловый возврат лия

С учетом ранее обсужденной возможной доли лия в общем улове рыба (1,5-3,0%) и осваиваемой площади бассейна (60 тыс. га) лием в результате зарыбления мальками массой 1-10 г, ожидаемый улов может составить до 50 т в год. На основании этого может быть дана оценка промвозврату лия от зарыбления выращиваемой до массы 1-10 г молодежи лия (табл. 38, 45).

Из данных таблицы видно, что, начиная с третьего года после зарыбления, наращивание объемов вылова лия идет интенсивно, и к седьмому-восьмому году улов должен стабилизироваться на уровне 64 т при промвозврате 3 %.

Основу освоения промвозврата составят рыбы в возрасте 4-6 лет массой 300-600 г (средняя 500 г). В промысле будут осваиваться также трехлетки и семи-восьмилетки, доля которых в уловах суммарно будет равна 20%.

Для достижения объема промвозврата 64 т по существующей нормативной базе, определяющей величину промвозврата от молоди массой 1-10 г (3 %) полупроходных рыб и применимой для линя, необходимо ежегодно выращивать и выпускать в бассейн Куршского залива молоди – 4320 тыс. шт.

Районами выпуска молоди линя являются западная, южная и юго-восточная части залива с охватом прибрежной зарослевой мелководной зоны (до 1,0-1,5 м), а также реки и каналы.

Районами промысла являются те же районы, но с охватом глубин более 1 м.

Таблица 38

Возрастная структура промысловой части популяции линя

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
4	7
5	20
6	25
7	35
8	12
9	1
Итого	100

2.3.2.Ж. Возможный промысловый возврат белого толстолобика

Возможная возрастная структура уловов белого толстолобика в Куршском заливе представлена в табл. 39, 46.

Основу освоения промвозврата составят рыбы в возрасте семи – девяти лет. При зарыблении 90 % площади залива 6480 тыс. молоди белого толстолобика промвозврат составил 2 % (259 т) при средней массе рыб 2,0 кг.

Таблица 39

Возрастная структура промысловой части популяции белого толстолобика

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
5	4
6	10
7	22
8	34
9	19
10	7
11	3
12	1
Итого	100

2.3.2.3. Возможный промысловый возврат белого амура

Возможная возрастная структура уловов белого амура в Куршском заливе представлена в табл. 40.

Таблица 40

Возрастная структура промысловой части популяции белого амура

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
5	4
6	11
7	24
8	35
9	15
10	7
11	3
12	1
Итого	100

Основу освоения промвозврата составят рыбы в возрасте семи – девяти лет. При зарыблении Куршского залива 120 тыс. шт. молоди белого амура промвозврат (2 %) составит 6 т при средней массе рыб 2,5 кг. Оценка ожидаемой величины промвозврата во временной структуре дана в табл. 47.

2.3.2.4. Возможный промысловый возврат угря

В табл. 48 приведены данные по оценке сроков освоения вероятного промвозврата, величина которого была определена ранее и составила 270 т. Расчеты проведены с учетом вероятной структуры промысловой части популяции угря, определенной на основании данных по вылову угря в годы с его высокой численностью [131].

По аналогии с Вислинским заливом учтены и другие особенности.

Как видно из данных табл. 48, начало освоения промвозврата ожидается на год раньше, чем в Вислинском заливе, что согласуется с опережающим ростом угря в Куршском заливе, о чем упоминалось ранее. За предшествующий выходу на полное освоение промвозврата период в российской части залива будет выловлено 537 т угря.

Примерная оценка промвозврата щуки при зарыблении Куршского залива 12 млн. личинок щуки

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат												Итого, т			
									%						т									
	16	17	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	24	18	19	20	21	22		23	24	
2018	+								1							0,4								0,4
2019	+	+							7	1						2,8	0,4							3,2
2020	+	+	+						25	7	1					10,0	2,8	0,4						13,2
2021	+	+	+	+					35	25	7	1				14,0	10,0	2,8	0,4					27,2
2022	+	+	+	+	+				25	35	25	7	1			10,0	14,0	10,0	2,8	0,4				37,2
2023	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	1		2,8	10,0	14,0	10,0	2,8	0,4			40,0
2024	+	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	1		2,8	10,0	14,0	10,0	2,8	0,4		40,0
2025	+	+	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	Далее по максимально достигнутому уровню								
2026	+	+	+	+	+	+	+	+				7	25	35	25									
2027	+	+	+	+	+	+	+	+					7	25	35									
2028	+	+	+	+	+	+	+	+						7	25									
2029	+	+	+	+	+	+	+	+							7									

Оценка промвозврата налима при зарыблении Куршского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат																Итого, т
									%								т								
	16	17	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	24	18	19	20	21	22	23	24			
2018	+								9,4							6,6								6,6	
2019	+	+							17,5	9,4						12,3	6,6							18,9	
2020	+	+	+						20,1	17,5	9,4					14,1	12,3	6,6						33,0	
2021	+	+	+	+					25,3	20,1	17,5	9,4				17,7	14,1	12,3	6,6					50,7	
2022	+	+	+	+	+				15	25,3	20,1	17,5	9,4			10,5	17,7	14,1	12,3	6,6				61,2	
2023	+	+	+	+	+	+			8,7	15	25,3	20,1	17,5	9,4		6,0	10,5	17,7	14,1	12,3	6,6			67,2	
2024	+	+	+	+	+	+	+		3,3	8,7	15	25,3	20,1	17,5	9,4	2,3	6,1	10,5	17,7	14,1	12,3	6,6		69,5	
2025	+	+	+	+	+	+	+	+	0,7	3,3	8,4	15	25,3	20,1	17,5	0,5	2,3	6,1	10,5	17,7	14,1	12,3		70,0	
2026	+	+	+	+	+	+	+	+		0,7	3,3	8,4	15	25,3	20,1	Далее по максимально достигнутому уровню									
2027	+	+	+	+	+	+	+	+			0,7	3,3	8,4	15	25,3										
2028	+	+	+	+	+	+	+	+				0,7	3,3	8,4	15										
2029	+	+	+	+	+	+	+	+					0,7	3,3	8,4										

Оценка промвозврата стерляди при зарыблении Куршского залива сеголетками массой 10 г

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промысловый возврат														Итого, т
									%								т						
	16	17	18	19	20	21	22	23	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22	23	24	25	
2019	+								7							1,5							1,5
2020	+	+							20	7						4,4	1,5						5,9
2021	+	+	+						25	20	7					5,6	4,4	1,5					11,5
2022	+	+	+	+					35	25	20	7				7,7	5,6	4,4	1,5				19,2
2023	+	+	+	+	+				12	35	25	20	7			2,6	7,7	5,6	4,4	1,5			21,8
2024	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20	7		0,2	2,6	7,7	5,6	4,4	1,5		22,0
2025	+	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20	7		0,2	2,6	7,7	5,6	4,4	1,5	22,0
2026	+	+	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20			0,2	2,6	7,7	5,6	4,4	22,0
2027	+	+	+	+	+	+	+	+				1	12	35	25	Далее по максимально достигнутому уровню							
2028	+	+	+	+	+	+	+	+					1	12	35								
2029	+	+	+	+	+	+	+	+						1	12								
2030	+	+	+	+	+	+	+	+							1								

Оценка промвозврата рыба при зарыблении Куршского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат																		Итого, т	
									%									т										
	16	17	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
2018	+								2									1,6										1,6
2019	+	+							10	2								8,6	1,6									10,2
2020	+	+	+						27	10	2							23,3	8,6	1,6								33,5
2021	+	+	+	+					24	27	10	2						20,7	23,3	8,6	1,6							54,2
2022	+	+	+	+	+				18	24	27	10	2					15,5	20,7	23,3	8,6	1,6						69,7
2023	+	+	+	+	+	+			7	18	24	27	10	2				6,0	15,5	20,7	23,3	8,6	1,6					75,7
2024	+	+	+	+	+	+	+		6	8	18	24	27	10	2			5,2	6,0	15,5	20,7	23,3	8,6	1,6				80,9
2025	+	+	+	+	+	+	+	+	4	6	8	18	24	27	10	2		3,4	5,2	6,0	15,5	20,7	23,3	8,6	1,6			84,3
2026	+	+	+	+	+	+	+	+	2	4	6	8	18	24	27	10	2	1,7	3,4	5,2	6,0	15,5	20,7	23,3	8,6	1,6		60
2027	+	+	+	+	+	+	+	+		2	4	6	8	18	24	27	10		1,7	3,4	5,2	6,0	15,5	20,7	23,3	8,6		60
2028	+	+	+	+	+	+	+	+			2	4	6	8	18	24	27	Далее по максимально достигнутому уровню										
2029	+	+	+	+	+	+	+	+				2	4	6	8	18	24											

Оценка промвозврата линия при зарыблении Куршского залива

Годы промвозврата	Годы зарыбления								Промвозврат													Итого, т		
									%							т								
	16	17	18	19	20	21	22	23	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22	23	24	25		
2019	+								7							4,5								4,5
2020	+	+							20	7						12,8	4,5							17,3
2021	+	+	+						25	20	7					16,0	12,8	4,5						33,3
2022	+	+	+	+					35	25	20	7				22,4	16,0	12,8	4,5					55,7
2023	+	+	+	+	+				12	35	25	20	7			7,7	22,4	16,0	12,8	4,5				63,4
2024	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20	7		0,6	7,7	22,4	16,0	12,8	4,5			64
2025	+	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20	7		0,6	7,7	22,4	16,0	12,8	4,5		64
2026	+	+	+	+	+	+	+	+			1	12	35	25	20			0,6	7,7	22,4	16,0	12,8		64
2027	+	+	+	+	+	+	+	+				1	12	35	25	Далее по максимально достигнутому уровню								
2028	+	+	+	+	+	+	+	+					1	12	35									
2029	+	+	+	+	+	+	+	+						1	12									
2030	+	+	+	+	+	+	+	+							1									

Оценка промвозврата белого толстолобика при зарыблении Куршского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат														Итого, т			
									%							т										
	16	17	18	19	20	21	22	23	20	21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25		26	27	
2020	+								4								10,4									10,4
2021	+	+							10	4							25,9	10,4								36,3
2022	+	+	+						22	10	4						57,0	25,9	10,4							93,3
2023	+	+	+	+					34	22	10	4					88,0	57,0	25,9	10,4						181,3
2024	+	+	+	+	+				19	34	22	10	4				49,2	88,0	57,0	25,9	10,4					230,5
2025	+	+	+	+	+	+			7	19	34	22	10	4			18,1	49,2	88,0	57,0	25,9	10,4				248,6
2026	+	+	+	+	+	+	+		3	7	19	34	22	10	4		7,8	18,1	49,2	88,0	57,0	25,9	10,4			256,4
2027	+	+	+	+	+	+	+	+	1	3	7	19	34	22	10	4	2,6	7,8	18,1	49,2	88,0	57,0	25,9	10,4		259,0
2028	+	+	+	+	+	+	+	+		1	3	7	19	34	22	10		2,6	7,8	18,1	49,2	88,0	57,0	25,9		259,0
2029	+	+	+	+	+	+	+	+			1	3	7	19	34	22	Далее по максимально достигнутому уровню									
2030	+	+	+	+	+	+	+	+				1	3	7	19	34										
2031	+	+	+	+	+	+	+	+					1	3	7	19										
2032	+	+	+	+	+	+	+	+						1	3	7										
2033	+	+	+	+	+	+	+	+							1	3										

Оценка промвозврата белого амура при зарыблении Куршского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат														Итого, т			
									%								т									
	16	17	18	19	20	21	22	23	20	21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25		26	27	
2020	+							4									0,24									0,24
2021	+	+						11	4								0,66	0,24								0,9
2022	+	+	+					24	11	4							1,44	0,66	0,24							2,34
2023	+	+	+	+				35	24	11	4						2,1	1,44	0,66	0,24						4,44
2024	+	+	+	+	+			15	35	24	11	4					0,9	2,1	1,44	0,66	0,24					5,34
2025	+	+	+	+	+	+		7	15	35	24	11	4				0,42	0,9	2,1	1,44	0,66	0,24				5,76
2026	+	+	+	+	+	+	+	3	7	15	35	24	11	4			0,18	0,42	0,9	2,1	1,44	0,66	0,24			5,94
2027	+	+	+	+	+	+	+	1	3	7	15	35	24	11	4		0,06	0,18	0,42	0,9	2,1	1,44	0,66	0,24		6,0
2028	+	+	+	+	+	+	+		1	3	7	15	35	24	11			0,06	0,18	0,42	0,9	2,1	1,44	0,66		6,0
2029	+	+	+	+	+	+	+			1	3	7	15	35	24											
2030	+	+	+	+	+	+	+				1	3	7	15	35											
2031	+	+	+	+	+	+	+					1	3	7	15											
2032	+	+	+	+	+	+	+						1	3	7											
2033	+	+	+	+	+	+	+							1	3											

Далее по максимально достигнутому уровню

Оценка промвозврата угря при зарыблении Куршского залива

Годы пром-возврата	Промвозврат																				Итого, т	
	Годы зарыбления, 2010 – 2016 гг.						%, 2010 – 2016 гг.								Тонны, 2010 – 2016 гг.							
	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15		16
2013	+							1,0							2,7							2,7
2014	+	+						6,0	1,0						16,2	2,7						18,9
2015	+	+	+					25,0	6,0	1,0					67,5	16,2	2,7					86,4
2016	+	+	+	+				35,0	25,0	6,0	1,0				94,5	67,5	16,2	2,7				180,9
2017	+	+	+	+	+			25,0	35,0	25,0	6,0	1,0			67,5	94,5	67,5	16,2	2,7			248,4
2018	+	+	+	+	+	+		8,0	25,0	35,0	25,0	6,0	1,0		21,6	67,5	94,5	67,5	16,2	2,7		270,0
2019		+	+	+	+	+	+		8,0	25,0	35,0	25,0	6,0	1,0		21,6	67,5	94,5	67,5	16,2	2,7	270,0
2020			+	+	+	+	+			8,0	25,0	35,0	25,0	6,0	Далее по максимально достигнутому уровню							
2021				+	+	+	+				8,0	25,0	35,0	25,0								
2022					+	+	+					8,0	25,0	35,0								
2023						+	+						8,0	25,0								
2024							+							8,0								

2.4. Характеристика экосистемы Калининградского (Вислинского) залива

2.4.1. Географическая и гидрологическая характеристика Калининградского залива

Калининградский залив находится в восточной части побережья Балтийского моря, в глубине Гданьского залива, от которого отделен узкой песчаной косой (Балтийская коса).

С Балтийским морем залив соединяется Балтийским проливом, расположенным в его северо-западной части на российской территории.

Водный баланс залива формируется преимущественно за счет поступления воды из моря, что объясняет осолоненность воды (средняя соленость за 6-летний период - 3,75-3,85‰, колебания от 1,35 до 6,04‰), находящуюся в прямой зависимости со степенью выраженности западных и северных ветров и обратной – с южными и восточными.

Несмотря на то, что после зарегулирования в 1915 г. рукава р. Вислы – р. Ногат сток ее в Вислинский залив прекратился, польская часть залива самая опресненная и более мелководная. Так, если у Балтийского канала соленость составляет 5,5-7,5‰, то в польской части – 1,5-3,5‰.

При стабилизации водных масс в заливе решающее влияние на формирование соленостного режима начинает оказывать речной сток, хотя по своей величине он в водном балансе стоит на втором месте (табл. 49).

Таблица 49

Водный баланс Вислинского залива

Показатели	Приход, км ³	Расход, км ³
Приток воды из моря	17,0	-
Сток в море	-	20,55
Материковый сток	3,6	-
Осадки	0,6	-
Испарение	-	0,65
ИТОГО:	21,2	21,2

Площадь Вислинского залива составляет 838 км² (83,8 тыс. га), из них 49,5 км² (49,5 тыс. га) – акватория России (Калининградский залив). Средняя глубина залива – 2,7 м, в российской зоне – 3,1 м. В ней же измерена наибольшая для залива глубина – 5,2 м.

В зоне Вислинского залива можно выделить три климатических района: Балтийскую косу, западную часть залива и его восточную часть [58]. В первом районе климат наиболее близок к морскому: запаздывают наступление весны и конец осени. Абсолютная максимальная температура во всех месяцах ниже, а абсолютная минимальная выше, чем на восточном берегу залива. Во втором районе наиболее теплый климат, с самой высокой среднегодовой температурой

воздуха. В этом районе зима теплее, чем в восточном, причем восточная часть залива самая холодная.

Ветровой режим является основным фактором, формирующим динамику вод Вислинского залива. Он обуславливает особенности льдообразования, тепло - и солеобмена.

В осенне-зимний период преобладают юго-западные ветры, в весенний - северные, в летний - западные, северо-западные. В течение года преобладают ветра со скоростью 1-4 м/с, зимой - 5-10 м/с. Повторяемость ветров со скоростью 16-20 м/с весной и летом около 1%, осенью - 2%, зимой - 5%.

Среднегодовая температура воздуха 7-7,5°C. Самый холодный месяц - февраль, самый теплый - июль (или август). Максимальная температура воздуха в июле - августе - 35,4°C, минимальная - в феврале -33,3°C.

Прогрев или охлаждение воздуха проявляются в динамике температуры воды. При максимальном прогреве воды зафиксированы значения 25,4-26,1°C. Средние значения температуры воды в период гидрологического лета - 19,6 - 20,2°C [58].

При образовании стабильного ледового режима (чаще со второй половины декабря) наблюдается самая низкая температура воды (до 0,3-0,5°C). Средние месячные значения температуры воды в зимние месяцы при суровых зимах: декабрь - 1°C, январь -0,3, февраль - 0,3-0,5, март - 1,5°C. В теплые зимы: декабрь - 3°C, январь - 2,8, февраль - 2,5, март - 3,8°C. Следует отметить, что встречаемость мягких зим самая высокая - 49%.

Сколько-нибудь значимой стратификации вод залива по температуре нет из-за его мелководности. Лишь вблизи Балтийского пролива весной и в июне-июле наблюдается значительная вертикальная стратификация. Суточные колебания температуры в среднем составляют 0,5-1,5°C, иногда достигают 8°C.

Основными факторами, определяющими режим течений в Калининградском заливе, являются: ветер, водообмен с морем и очертания береговой линии. Течения в заливе очень неустойчивые и носят преимущественно нерегулярный характер. Наиболее сильными бывают ветровые течения, продолжительность которых достигает 16 ч и более. Скорость их коррелирует с таковой ветра и составляет 1% от скорости последнего.

Концентрация кислорода в воде залива зависит в первую очередь от жизнедеятельности организмов, газообмена между поверхностью воды и атмосферой и притока речных и Балтийских вод, термического режима, а также сброса промышленных и коммунальных стоков. Среднегодовое поступление в залив фосфора составляет от 3 до 5 г/м² (допустимая нагрузка 0,13 г/м²), азота - 36-58 г/м² (2 г/м², соответственно), что говорит о сильной антропогенной эвтрофикации залива. Громадные нагрузки эвтрофицирующих элементов снижаются под воздействием таких факторов, как высокая скорость водообмена в заливе (до пяти раз в год), осаждение азота и особенно фосфора в донных отложениях и вынесения биогенов в море. Вследствие определенного дефицита азота при высоком содержании фосфора для залива характерно ежегодное цветение воды, вызываемое массовым развитием сине-зеленых

водорослей, способных фиксировать атмосферный азот. В результате выражена тенденция роста численности и биомассы фитопланктона.

По ряду критериев можно считать, что эвтрофизирование Вислинского залива не достигло критического уровня [58]. Дополнением служат данные по гидрохимическому режиму Вислинского залива (табл. 50).

Это проявляется, прежде всего, в благоприятном кислородном режиме. Концентрация кислорода в воде залива, как правило, не опускается ниже ПДК. Это является результатом того, что залив мелководен и вода хорошо перемешивается и аэрируется.

Максимальное содержание кислорода наблюдается весной (апрель - май) при высокой интенсивности фотосинтеза и притока более холодной морской воды. Летом (июль-август) количество кислорода уменьшается вследствие прогрева воды, а также увеличения солености. Осенью содержание кислорода в воде снова возрастает и достигает наибольшего значения в период охлаждения воды к началу зимы.

Активная реакция воды в заливе почти всегда щелочная (до 9,2). Значения ниже 7,3 встречаются исключительно зимой подо льдом.

2.4.2. Гидробиологическая характеристика Калининградского залива

Кормовая база рыб - преобладающего конечного звена трофической цепи в заливе, представлена зоопланктоном и зообентосом. Причем, как установлено, типичных планктофагов в Вислинском заливе нет.

Зоопланктон присутствует в питании в основном у молоди рыб, и наивысшая степень питания им отмечена у молоди салаки, особенно во второй половине мая - июне, когда биомасса его уменьшается примерно на порядок. Из 46 видов, представленных в структуре зоопланктонного сообщества российской части залива, коловраток - 27, ветвистоусых - 9, веслоногих - 10. Наибольшее количество видов беспозвоночных наблюдается в июле-августе в период максимальной температуры воды, что свойственно для многих водоемов, расположенных в умеренной зоне [58].

При повышении солености воды количество видов снижается, при опреснении - повышается. Однако в разные по соленостной составляющей гидрологического режима годы отмечается устойчивость «ядра» зоопланктона. Его составляют: коловратки (*Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*), ветвистоусые (*Diaphanosoma brachyurum*), веслоногие (*Eurytemora affinis*) [24].

В динамике численности и биомассы зоопланктона отмечаются два пика – в мае и августе. Средняя биомасса зоопланктона за вегетационный сезон составляет около 1 г/м³, средняя за сезон продукция – 5 или 15,7 г/м², или в расчете на площадь залива 13160 т, в том числе в российской части – 7430 т. Продукция зоопланктона – 2,7% от первичной продукции [24].

Зообентос в Вислинском заливе представлен в основном хирономидами (*Ch. semiriductus*), моллюсками (*Macoma baltica*, *Mya arenaria*), полихетами (*Nereis diversicolor* и др.) и олигохетами (*Limnodrilus calaparedeanus*, *Potamothrix*

hammoni). Биомасса хирономид в 80-е годы в структуре бентосных организмов составляла 80%, олигохет - 11,4 моллюсков - 4,4 полихет - 4% [58]. В последние 15 лет структура зообентоса изменилась: хирономиды и полихеты - по 30%, моллюски - 19%, на долю олигохет приходится 16%.

Географически хирономиды распространены на большей части залива, но наиболее массовые концентрации отмечены к северо-востоку и юго-западу от м. Северный и в Приморской бухте. Среднемесячная биомасса хирономид составляет $11,6 \text{ г/м}^2$, а среднегодовая биомасса кормовых беспозвоночных – от $11,9$ до $69,8 \text{ г/м}^2$. Личинки хирономид являются основным объектом питания рыб-бентофагов. Годовая продукция хирономид в российской части залива составляла в 80-е годы $890,8 \text{ кг/га}$ или 42135 т в российской части залива при биомассе $105,2 \text{ кг/га}$. Максимальная плотность хирономид отмечалась на опресненных участках с илистым грунтом [58]. В настоящее время их годовая продукция уменьшилась на одну треть [24].

Полихеты географически привязаны к центральной зоне залива, где ощущается влияние осолонения со стороны Балтийского пролива. Среднемесячная биомасса полихет составляет $3,3 \text{ г/м}^2$, в отдельные годы снижаясь до $0,05 \text{ г/м}^2$, в другие – повышаясь до $10,8 \text{ г/м}^2$. Есть данные о биомассе полихет в отдельных районах – до 60 г/м^2 . Годовая продукция полихет в заливе составляла в 80-е годы $30,6 \text{ кг/га}$ или 1450 т в российской части залива. В настоящее время она увеличилась примерно до 10 тыс. т. Но в заливе идут постоянные изменения структуры бентических сообществ, в основе которых лежат динамические процессы в водном балансе. Моллюски географически привязаны к центральной и северо-западной частям российской территории залива. В районах, в наибольшей степени подверженных осолонению, отмечается биомасса более 90 г/м^2 . Среднегодовая биомасса составляет $5,8\text{-}20 \text{ кг/м}^2$. Для олигохет характерна картина равномерного распределения по всей акватории залива. Годовая продукция олигохет составляет $59,2 \text{ кг/га}$ или 2800 т в российской части залива [147].

Гидрохимический режим Вислинского залива

Показатели	Месяцы										Среднее значение	ПДК
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
Температура, °С	0,2	2,6	8,3	14,4	18,2	18,2	20,5	13,7	9,8	4,7	11,1	-
Соленость, ‰	-	3,4	2,6	3,1	3,6	3,8	4,3	4,2	4,5	4,3	3,8	-
Кислород, мг/л	-	13,7	14,5	10,8	10,4	9,8	9,8	9,8	10,9	12,1	11,0	6,0
Минеральный фосфор, мкг/л	104	25	15	16,5	46	48	97	40	48	46	48,4	200,0
Азот нитратный, мкг/л	152	865	466	93	26	70	26	37	72	207	201,3	9100,0
БПК ₅ , мг О ₂ /л	-	5,7	6,4	5,0	4,4	4,2	4,9	3,3	3,6	3,7	4,6	2,0
Прозрачность, м	-	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	-

Общая кормовая продукция бентосных организмов в заливе составляет 989,2 кг/га или 46,8 тыс. т на российскую часть залива. Но ее динамика находится в зависимости от термического режима, солености и других факторов. Продукция зообентоса составляет 8,1% от первичной продукции [58, 147].

Столь массовому развитию бентосных организмов способствует и то, что в заливе на большей части дна акватории хорошо развиты иловые отложения. Исключение составляют северо-западная (ближе к Балтийской косе) и восточная части залива.

Определенное значение в питании бентофагов имеют мизиды. Особенно с конца мая до середины июля, когда имеет место массовый вылет насекомых и биомасса личинок хирономид резко снижается. Наибольшие концентрации мизид зафиксированы в июле (до 37 г/м²) на глубине 3-3,5 м. Среднегодовая биомасса мизид в заливе около 0,1 г/м² или в пересчете на площадь российской части 47,3 т, ориентировочная величина продукции при средней скорости соматического роста (10-13% в сутки) составляет около 500 т [58, 147].

2.4.3. Ихтиофауна Калининградского залива

Промысловые рыбы в заливе представлены в основном бентофагами (исключение судак и чехонь) и их современная рыбопродукция, оцениваемая по вылову, составляет 10-11 кг/га. С учетом кормового коэффициента, равного 12-15, обеспеченность бентофагов пищей высокая, что подтверждается данными по упитанности рыб, которая является одной из самых высоких в пресноводных и солоновато-водных водоемах, расположенных в умеренной зоне.

Ихтиофауна Вислинского залива представлена 50 видами и подвидами рыб, в уловах чаще присутствуют следующие [5]:

- Семейство Сельдевые - *Clupeidae*

а) Балтийская сельдь - *Clupea harengus membras* L.

б) Балтийский шпрот - *Sprattus sprattus balticus* (Sch.)

- Семейство Корюшковые - *Osmeridae*

а) Европейская корюшка - *Osmerus eperlanus eperlanus* L.

б) Снеток - *Osmerus eperlanus eperlanus morpha spirinchus* P.

- Семейство Щуковые - *Esocidae*

а) Щука - *Esox lucius* L.

- Семейство Карповые - *Ciprinidae*

а) Лещ - *Abramis brama* L.

б) Плотва - *Rutilus rutilus* L.

в) Жерех - *Aspius aspius aspius* L.

г) Сырть - *Vimba vimba* L.

д) Густера - *Blicca bjoerkna* L.

е) Уклея - *Alburnus alburnus* L.

ж) Чехонь - *Pelecus cultratus* L.

з) Золотой карась - *Carassius carassius* L.

и) Линь - *Tinca tinca* L.

- Семейство угревые - *Anguillidae*
- а) Речной угорь – *Anguilla anguilla* L.
- Семейство Тресковые – *Lotidae*
- а) Налим – *Lota lota* L.
- б) Балтийская треска – *Gadus morpha callarias* L.
- Семейство Окуневые – *Percidae*
- а) Судак – *Stizostedion luciperca* L.
- б) Окунь – *Perca fluviatilis* L.
- в) Ерш – *Gymnocephalus cernua* L.
- Семейство Камбаловые – *Pleuronectidae*
- а) Речная камбала – *Pleuronectes flesus trachurus* D.

По-своему происхождению обитающие в водоеме виды относятся к восьми фаунистическим комплексам. Основу ихтиофауны образуют рыбы понто-каспийского и бореально-равнинного комплекса, обладающие эврибионтностью.

Основные туводные промысловые рыбы – лещ, судак. К второстепенным относятся плотва, окунь, чехонь, хотя уловы их стабилизировались на уровне около 50 – 70 т в год [3, 24].

Общий вылов (без салаки) рыб в заливе в последние 20 лет составляет около 600 - 700 т в год (российская часть). В польской части добывалось (без салаки) около 600 т рыбы в год [24].

Оценивая динамику численности популяций основных промысловых видов рыб, следует отметить, что по ряду из них отмечается определенная стабильность. Это, прежде всего, относится к лещу, плотве и чехони. Явная депрессия в 80-е годы была свойственна популяциям угря и окуня, ранее являвшихся одними из основных потребителей хирономид и олигохет (табл. 51).

Таблица 51

**Величина промыслового запаса рыб
в российской части Вислинского залива в период с 1984 по 1990 гг.**

Годы	Лещ, млн. шт.	Судак, млн. шт.	Угорь, млн. шт.	Плотва, млн. шт.	Чехонь, млн. шт.	Окунь, млн. шт.
1984	2,8	2,1	4,4	5,5	2,4	1,7
1985	2,45	1,9	5,7	4,6	2,5	1,45
1986	3,7	1,6	3,8	4,05	3,1	0,9
1987	5,8	1,3	3,1	4,2	2,65	0,65
1988	3,2	1,0	3,2	4,6	2,85	0,5
1989	2,1	0,8	2,5	4,15	3,1	0,4
1990	2,9	0,7	2,1	4,1	3,3	0,25

Таким образом, в ихтиофауне Вислинского залива к началу 90-х годов отмечена тенденция снижения величины промыслового запаса судака, угря и окуня, которые составляли экономикообразующую группу объектов промысла.

Если в результате проведения охранных мероприятий, в том числе по обеспечению условий естественного воспроизводства, следует ожидать увеличения численности популяций судака и окуня за счет урожайных поколений, то по угрю этого достичь можно только за счет вселения в залив его молоди.

Отмеченные тенденции в динамике численности популяций промысловых видов рыб в заливе сохранились в 90-е годы и начале нынешнего века, что подтверждается уровнем ОДУ и фактическим выловом рыбы в период 2002-2013 гг. (табл. 52, 53).

Таблица 52

**Величина общего допустимого улова (ОДУ)
в российской части Вислинского залива в период 2002-2013 гг., т [4]**

Виды рыб	Общий допустимый улов рыб											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Лещ	300,0	270,0	248,3	244,8	244,8	258,0	228,0	278,4	282,0	288,0	289,0	291,7
Судак	200,0	180,0	179,2	155,8	156,2	134,4	137,0	149,9	146,5	147,0	147,0	148,9
Угорь	50,0	60,0	69,9	67,8	67,8	67,1	67,1	69,7	70,1	47,5	28,8	19,5
Чехонь	100,0	100,0	74,9	99,7	81,7	90,3	90,3	81,9	78,0	77,5	79,0	79,0
Плотва	100,0	100,0	95,1	97,6	91,1	90,0	90,1	116,5	90,0	95,0	98,0	98,0
Окунь	10,0	10,0	13,6	14,8	11,9	11,7	11,7	37,9	30,0	27,8	48,8	48,0

Таблица 53

Вылов рыбы в российской части Вислинского залива в период 2002-2013 гг., т [4]

Виды рыб	Общий вылов рыбы											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Лещ	287,7	224,8	110,2	196,0	239,4	242,8	196,4	176,1	273,4	282,3	272,2	280,6
Судак	161,6	97,5	93,2	112,7	151,1	124,9	118,0	90,1	135,0	143,2	133,8	140,8
Угорь	48,2	48,1	39,3	49,2	53,7	35,8	15,4	9,1	15,5	7,9	4,8	4,4
Чехонь	82,5	85,7	46,7	88,9	69,5	74,2	65,0	51,2	68,2	71,8	64,5	58,2
Плотва	61,5	75,3	53,6	78,6	83,7	72,0	53,8	48,7	72,8	80,8	74,1	80,9
Окунь	9,3	7,6	7,2	12,7	11,2	10,0	9,2	23,3	30,6	42,7	31,6	25,5

Из данных табл. 52 и 53 видно, что при более-менее стабильном ОДУ основных объектов промысла, включая угря, фактический вылов был менее стабильной величиной, что можно связать с действием ряда факторов: погодными условиями, применяемыми мерами регулирования промысла, особенностями контроля за промыслом в отдельные периоды года, эффективностью ведения промысла, наконец, и это прослеживается в последние шесть лет, реальным снижением промыслового запаса угря в заливе. Это согласуется с изменением доли угря в общем вылове, отмечаемой в прослеживаемый с 1982 г. период (рис. 40).

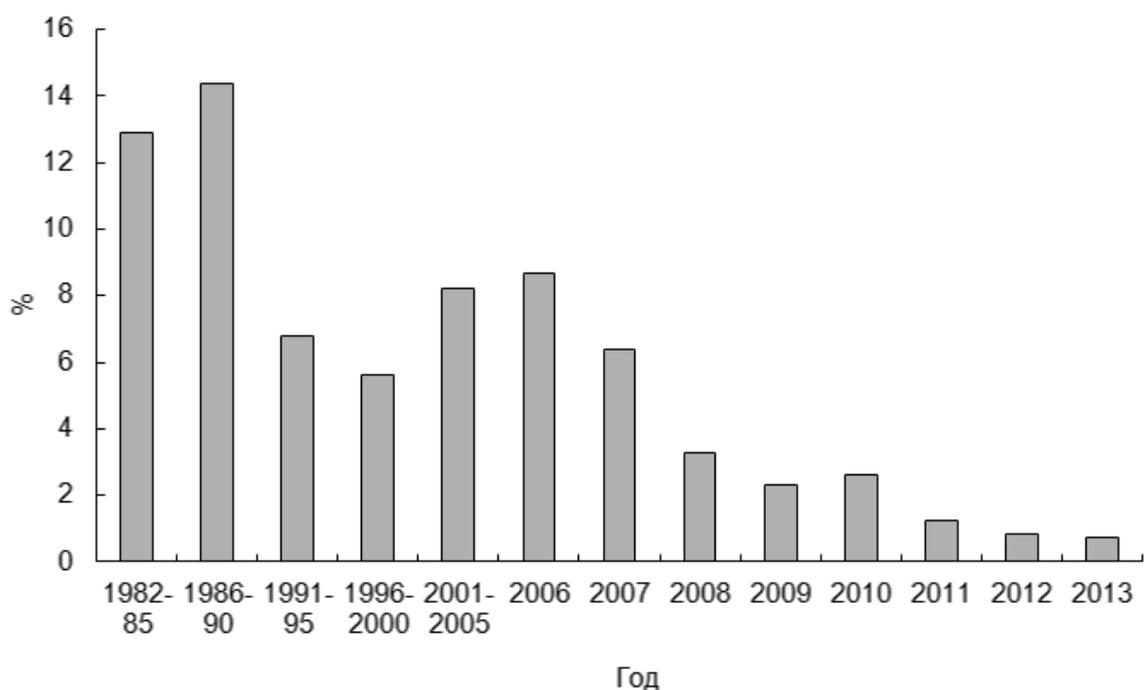


Рис. 40. Динамика уловов угря, % к общему вылову

Привлекает внимание то, что в динамике вылова есть периоды, когда после роста уловов следует их уменьшение. Но в последние шесть лет со всей очевидностью подтверждается тенденция снижения численности угря в Вислинском заливе.

С этим согласуются данные польской стороны по своей части Вислинского залива, где в 2009 г. было выловлено около 16 т угря. В 60-80-е годы прошлого столетия в польской части залива уловы достигали максимально 280 т/год. В среднепериодном исчислении максимальные уловы угря на всей акватории залива были зафиксированы в 1978-1987 гг. и составили около 300 т /год. Доля российского вылова была около 33 %. Несомненно, что на величину вылова угря в заливе в прослеживаемый период влияло зарыбление его стекловидной личинкой, осуществляемое Польшей.

Пока не проявился эффект от возобновления с 2007 г. зарыбления (прекращенного в 1994 г.) залива подрощенной молодь угря, осуществляемого Польшей, но его следует ожидать.

2.5. Вероятная область расселения, примерные сроки увеличения численности до размеров промысловой популяции

2.5.1. Предполагаемое распределение молоди в водоемах

2.5.1. А. Предполагаемое распределение молоди щуки

Основной нерестовой рекой, куда весной заходит большая часть половозрелой части популяции щуки залива, является р. Прохладная, на площади водосбора которой находятся многочисленные мелиоративные каналы. Гидрологические и гидробиологические условия в них соответствуют биологическим требованиям щуки в период нереста и на эмбрионально-личиночных

этапах развития. Однако реализации их потенциала находится в прямой связи со сроками и уровнем половодья. Вторая по водности (не рассматривается р. Преголя) – р. Нельма, только в её устьевой зоне на небольшой площади имеются условия для нереста щуки. Отмечают регулярный подход щуки на нерест в ряд рек, ручьев, мелиоративных каналов, впадающих в залив по всему его периметру. Следует признать, что потенциал естественных нерестилищ, условия для развития молоди щуки ограничивают возможность повышения численности популяции щуки в заливе.

Размер скатывающейся в залив молоди щуки, вероятно, составляет 12 – 18 мм для перешедших на внешнее питание личинок и 20 – 30 мм для мальков. Скат молоди в мальковом возрасте может быть связан как с обсыханием нерестилищ и мелиоративных каналов, так и недостаточной кормовой базой для молоди щуки по причине меняющейся водности водоемов. В прибрежной зоне залива эти условия более стабильные.

Распределение молоди щуки в Калининградском заливе приурочено, прежде всего, к зарослевым устьевым зонам водотоков, по которым скатываются личинки и мальки. По мере роста молодь щуки в течение вегетационного сезона расходится по всему периметру залива, предпочитая южную его часть (рис. 41).



Рис. 41. Вероятная область расселения молоди щуки в Калининградском заливе

Поскольку принятая практика зарыбления водоемов предполагает использование материала в возрасте 12 – 14 сут, когда личинки переходят на внешнее питание, то вселение их следует проводить как в пределах водотоков, в которых прошел нерест, так и в зарослевой, прибрежной зоне залива по всему периметру.

2.5.1. Ж. Предполагаемое распределение молоди белого толстолобика

Специализация в питании молоди белого толстолобика массой 3 г, ориентированная на освоение фитопланктонных организмов, тем не менее допускает присутствие в рационе питания зоопланктонных организмов, которые в силу взаимосвязи по пищевой цепи с фитопланктоном будут распределены по всей акватории залива.

Поэтому вселение молоди белого толстолобика следует проводить по всей акватории залива, свободной от зарослей водной растительности (рис. 42). Следует ожидать, что по мере роста и достижения больших размеров в пищевом рационе белого толстолобика в дополнении к фитопланктону появится детрит. Этому будет способствовать пищевая активность бентофагов, которые в процессе кормления, роясь в донных отложениях, поднимают в придонную толщу воды аккумулируемый на дне детрит.

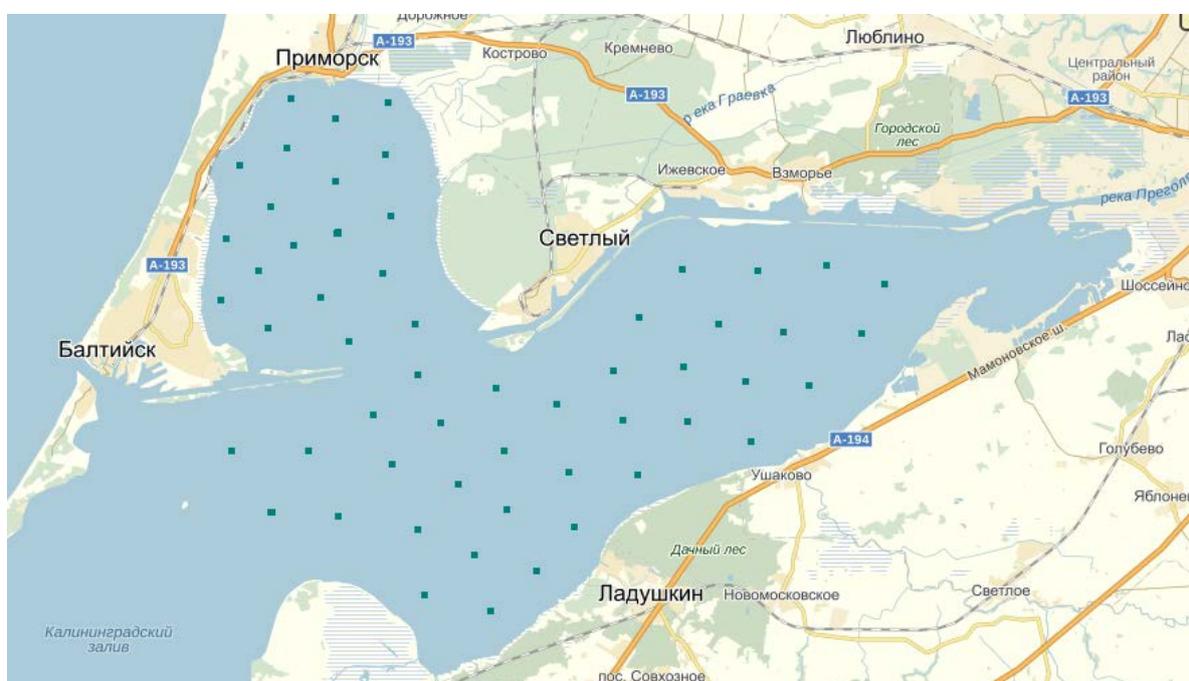


Рис. 42. Вероятная область расселения молоди белого толстолобика в Калининградском заливе

2.5.1.3. Предполагаемое распределение молоди белого амура

В силу того, что при достижении массы 3 г молодью белого амура в рационе ее питания появляется водная растительность, то выпуск ее следует приурочить к границе, прежде всего, мягкой водной растительности, более доступной в питании. Наибольший пресс на жесткую водную растительность белый амур оказывает, если начало активного питания приурочено к весенней вегетации растений, когда молодые побеги имеют мягкую структуру. Их поедание стимулирует рост новых побегов, что обеспечивает пищу амура в течение большей части вегетационного сезона. Выпуск молоди амура массой

З г предполагает, что до конца сезона в районе его определенную долю играют планктонные и бентосные организмы.

Выпуск молоди белого амура целесообразно приурочить к южной, части восточной зонам и Приморской бухте (рис. 43).

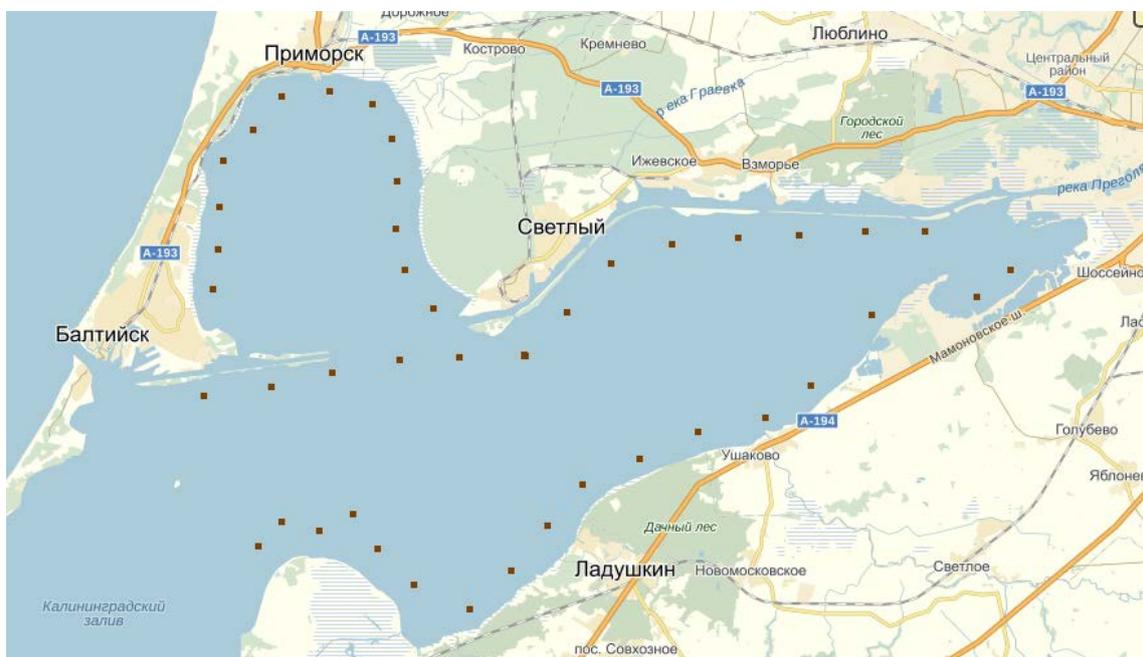


Рис. 43. Вероятная область расселения молоди белого амура в Калининградском заливе

2.5.1.Л. Предполагаемое распределение молоди угря

Молодь угря ($0^+ - 2^+$) предпочитает в период нагула глубины 0,2-0,6 м и лишь осенью отходит на глубину 1 м и более. Основной пищей являются хириноиды, а также олигохеты. Учитывая исходные весовые кондиции мальков при вселении в залив (в среднем 3-5 г), можно считать, что зоопланктонные организмы значимой роли в питании играть не будут. Районами расселения мальков целесообразно избрать юго-западную часть российской зоны залива от м. Северный и восточнее его, а также Приморскую бухту.

Можно ожидать, что часть вселяемых угрей в первый год – два уйдет на нагул в польскую зону залива, а впоследствии более равномерно распределится по акватории залива, в том числе в российской зоне (рис. 44).



Рис. 44. Вероятная область расселения молоди угря в Калининградском заливе

2.5.2. Предполагаемый возрастной состав уловов

2.5.2.A. Предполагаемый возрастной состав уловов щуки

Возрастная структура промысловой части популяции щуки Калининградского залива не изучена ввиду ее относительной малочисленности в уловах, поэтому можно предположить, что она будет такой же, как по Куршскому заливу (табл. 54).

Таблица 54

Предполагаемый возрастной состав уловов щуки

Возраст, лет	Доля в уловах, %
Трехлетки	1
Четырехлетки	7
Пятилетки	25
Шестилетки	35
Семилетки	25
Восьмилетки и старше	7

Личное присутствие при выборке закидных неводов в 1978 – 1982 гг. у дамбы в районе пос. Прибрежный позволило оценить разброс массы щуки в уловах. Масса мелких особей была, как правило, от 700 до 1200 г, масса самых крупных – 11 – 13 кг.

Для щуки Куршского залива установлена закономерная связь возраста щуки с ее массой. Она отмечается, как правило, по достижении рыбами массы 5 – 6 кг. Далее масса рыб 7 кг соответствует возрасту 7 лет, масса 8 кг – 8 лет и так по возрастающей.

Если применить это положение к щуке Калининградского залива, то рыбы, имевшие массу 11 – 13 кг, вероятно, были в возрасте 11 – 13 лет.

2.5.2.Ж. Предполагаемый возрастной состав уловов белого толстолобика

Ввиду неизученности этого вопроса по причине того, что ранее растительноядные рыбы целенаправленно не вселялись в Куршский и Калининградский заливы, то по аналогии с представленной предполагаемой возрастной структурой уловы (табл. 55) могут распределяться подобно описанному в разделе 2.3.2.Ж.

Таблица 55

Предполагаемый возрастной состав уловов белого толстолобика

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
5	4
6	10
7	22
8	34
9	19
10	7
11	3
12	1

2.5.2.3. Предполагаемый возрастной состав уловов белого амура

Белый амур в силу приспособительных особенностей, обеспеченности пищей уже на первом году жизни в условиях Калининградской области обгонял в росте белого и пестрого толстолобика (данные по учебно-опытному хозяйству КГТУ). Вероятно, эта тенденция, закрепляемая с возрастом, сохранится при нагуле в заливах области.

Возрастной состав уловов, очевидно, следует принять указанный ранее в разделе 2.3.2.3 (табл. 56).

Таблица 56

Предполагаемый возрастной состав уловов белого амура

Возраст рыб, лет	Доля в уловах, %
5	4
6	11
7	24
8	35
9	15
10	7
11	3
12	1

2.5.2..Л. Предполагаемый возрастной состав уловов угря

Анализ данных по скорости роста угря в Вислинском заливе показывает, что промыслового размера часть рыб достигнет в возрасте четырех-пяти лет, а основная масса в шести-семи летнем возрасте. С учетом вселения в залив подрощенной молодежи и экологических условий водоема вероятный возрастной состав угря в уловах может выглядеть следующим образом (табл. 57).

Таблица 57

Вероятная максимальная масса угря и возможная доля возрастных групп в уловах в Вислинском заливе

Возраст	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Масса, г	400	500	600	750	950	1150
Доля в уловах, %	1	20	41,6	30	6	1,4

Расчеты проведены с учетом сложившейся размерно-возрастной структуры промысловой части популяции в период регулярного зарыбления залива стекловидной личинкой угря Польшей. В расчетах было также учтено, что зарыбление залива мальками угря сократит как минимум на год время вступления в промвозврат и, соответственно, на год окончание освоения промвозврата каждой генерации. Представленный размерный ряд угря отражает данные по оценке вероятной максимальной массы угря с учетом его возраста. Опираясь на них и учитывая биологию угря, можно утверждать, что основу уловов в заливе составляют самки. В то же время, ориентируясь при расчете величины промвозврата на среднюю массу рыб в уловах 0,4 кг, мы учитывали согласующееся с генетической и экологической структурой популяций рыб [79] наличие модальных групп в каждой генерации угря. А это предполагает отклонение индивидуальной массы от средней величины в сторону уменьшения или увеличения. Практика рыбоводства показывает, что средняя по размеру модальная группа обычно составляет около 50%, группа отстающих в росте рыб – 30–40%, с опережающим ростом 10-20% [72].

При этом следует заметить, что наличие, как правило, трех модальных групп в популяциях рыб является результатом более-менее длительного отбора в популяциях доместифицированных рыб.

В наших исследованиях, проводимых в процессе разработки технологии искусственного воспроизводства линя [28], когда использовали для получения потомства диких производителей, разброс крайних значений массы рыб достигал 200% и более. В структуре одной генерации можно было выделить до семи модальных групп рыб.

Аналогичная ситуация, очевидно, имеет место и в природных популяциях. В процессе естественного отбора с увеличением возраста рыб уменьшается количество модальных групп, а также разброс крайних значений размеров. Более выражено это у стайных рыб, основными этологическими

критериями которых являются оптимизация энергетического баланса стаи, близкий уровень физиологического развития и одноразмерность рыб. Для территориальных рыб это свойство проявляется лишь в период нерестовых миграций. В то же время, дисперсное распределение рыб в нагульном ареале, учитывая различные условия в разных его частях, способствует проявлению разноразмерности рыб, что в целом соответствует генетической и экологической структуре популяций [79].

Это в полной мере можно отнести и к угрю, для которого разноразмерность рыб в популяции (генерации) закреплена на уровне различий в скорости рыб разного пола.

Нами также учтено, что согласно правилам рыболовства допускается прилов до 10% к общему вылову угря, имеющего размер меньше установленной промысловой длины [148].

2.6. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива и возможный промысловый возврат

2.6.1. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива

2.6.1.A. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива по щуке

При расчете приемной емкости экосистемы Калининградского залива в зарыбляемой молоди щуки учитывали статистические данные по вылову щуки и рыб-жертв за два периода (2010 – 2013 и 200 – 2009 гг.). Эти данные позволили учесть среднегодовые значения биомассы рыб в каждой группе, опосредованной через величину промысловой рыбопродуктивности.

Также учитывали, что в связи с заметным снижением уровня и сроков прохождения весеннего половодья в последние 3 – 4 года по причине уменьшения пополнения водного баланса со стороны снеговой и дождевой составляющих площадь нерестилищ уменьшилась ориентировочно на 50 %. При расчете величины приемной емкости экосистемы залива во вселяемой молоди щуки также принимали во внимание, что средняя температура воды в момент выпуска личинок щуки в водотоки и залив составляет около 12 °С, массовый нерест щуки начинается при температуре 4 °С. При этом выживаемость скатившихся в залив мальков, а также выживаемость их от зарыбленных в прибрежную часть залива выдержанных личинок была обозначена величиной 20 %.

С учетом отмеченного формула расчета приемной емкости будет выглядеть следующим образом:

$$C = \frac{(S - S_{\min}) \times (T - T_{\min})}{\left(1 + \frac{B}{B_c}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{c1}}\right)}, \quad (10)$$

где C – приемная емкость экосистемы;

S – максимальная площадь нерестилищ щуки, %;

S_{\min} – площадь нерестилищ щуки в период 2010 – 2014 гг., %;

T – температура воды при выпуске выдержанных личинок щуки, 12°С;

T_{\min} – температура воды при начале массового нереста, 4°C;

B – среднегодовая биомасса рыб-жертв за период 2010 – 2013 гг., кг/га (2,6);

B_c – среднегодовая биомасса рыб-жертв за период 2002 – 2009 гг., кг/га (1,91);

B_1 – промысловая рыбопродуктивность по щуке за период 2010 – 2013 гг., кг/га (0,008);

B_{c1} – промысловая рыбопродуктивность по щуке за период 2002 – 2009 гг., кг/га (0,012);

$$C = \frac{\frac{(100 - 50)}{50} \times \frac{(12 - 4)}{4}}{\left(1 + \frac{2,6}{1,91}\right) \times \left(1 + \frac{0,008}{0,012}\right)} = 1,27.$$

Плотность посадки мальков рассчитывается по формуле

$$P = 10,86 \times C^{-0,73};$$

$P = 10,86 \times 1,27^{-0,73} = 9$ шт./га или учитывается, что при $C > 1$ равняется 10 шт./га.

Количество мальков на площадь российской части залива (47300 га) составит:

$$47500 \text{ га} \times 9 \text{ шт./га} = 425700 \text{ шт.}$$

С учетом 20 %-ной выживаемости мальков от выдержанных личинок количество таких личинок, которое ежегодно надо выпускать в водотоки и залив, составит:

$$\frac{427500 \text{ шт.} \times 100\%}{20\%} = 2129000 \text{ шт.}$$

2.6.1.Ж. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива по белому толстолобику

При расчете приемной емкости экосистемы Калининградского залива использовали формулу

$$C = \frac{\frac{T - T_{\min}}{T_{\min}} \times \frac{S_{100} - S_{90}}{S_{90}}}{\left(1 + \frac{B}{B_{cp}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1cp}}\right)}, \quad (11)$$

где T – максимальная температура воды в заливе, °C (24);

T_{\min} – температура воды, при которой начинается интенсивное питание рыб, °C, (12);

S_{100} – площадь акватории Калининградского залива, 100 %;

S_{90} – площадь чистая от зарослей макрофитов, 90 %;

B – средняя биомасса фитопланктона, г/м³ (80);

$V_{ср}$ – отклонение до низшего уровня в биомассе фитопланктона в разные сезоны, г/м³ (50);

V_1 – величина рыбопродуктивности по белому толстолобику для эвтрофицированных водоемов юга России, кг/га (2);

$V_{1ср}$ – возможная величина рыбопродуктивности Куршского залива по белому толстолобику при выедании до 30 % продукции фитопланктона, кг/га (10);

$$C = \frac{\frac{(24-12)}{12} \times \frac{(100-90)}{90}}{\left(1 + \frac{80}{50}\right) \times \left(1 + \frac{2}{10}\right)} = 0,038$$

Используя данные о том, что при $C < 0,1$ плотность посадки молоди составляет 60 шт./га, находим потребность в зарыбляемом материале:

$$44550 \text{ га} \times 60 \text{ шт./га} = 2670 \text{ тыс. шт.}$$

2.6.1.3. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива по белому амуру

При расчете приемной емкости экосистемы Калининградского залива использовали формулу

$$C = \frac{\frac{T - T_{\min}}{T_{\min}} \times \frac{S_{100} - S_{10}}{S_{10}}}{\left(1 + \frac{B}{V_{ср}}\right) \times \left(1 + \frac{B_1}{B_{1ср}}\right)}, \quad (12)$$

где T – максимальная температура воды в заливе, °С (24);

T_{\min} – температура воды, при которой начинается интенсивное питание рыб, °С, (12);

S_{100} – площадь акватории Калининградского залива, 100 %;

S_{10} – площадь залива, покрытая зарослями макрофитов, 10 %;

B – среднегодовая биомасса макрофитов, кг/м² (5);

$V_{ср}$ – среднегодовая биомасса макрофитов, предпочитаемая белым амуром, кг/м² (2);

V_1 – возможная величина рыбопродуктивности по белому амуру при выедании предпочитаемых видов макрофитов и величине кормового коэффициента 80, кг/га (250);

$V_{1ср}$ – возможная величина рыбопродуктивности по белому амуру при 50% выедании всей биомассы макрофитов и величине кормового коэффициента 80, кг/га (625);

$$C = \frac{(24-12) \times (100-10)}{(1 + \frac{250}{625}) \times (1 + \frac{5}{2})} = 3,39$$

Воспользовавшись данными о том, что при $C > 0,1$ плотность посадки молоди составляет 10 шт./га, находим требуемое количество зарыбляемого материала:

$$4950 \text{ га} \times 10 \text{ шт./га} = 49500 \text{ шт.}$$

2.6.1.Л. Приемная емкость экосистемы Калининградского залива по угрю

Для расчета приемной емкости экосистемы российской части Вислинского залива использовали формулу

$$C = \frac{\frac{(S - S_{\min})}{S_{\min}} \times \frac{(T_{\max} - T_{\min})}{T_{\min}}}{(1 + \frac{B}{B_{\text{ср}}}) \times (1 + \frac{B_1}{B_{\text{ср}1}})}, \quad (13)$$

где C – приемная емкость экосистемы;

S – максимальная соленость в заливе, ‰;

S_{\min} – минимальная соленость, ‰;

T_{\max} – максимальная температура воды в заливе, °С;

T_{\min} – минимальная расчетная температура воды на момент зарыбления, °С;

B – средняя многолетняя биомасса хирономид, кг/м²;

$B_{\text{ср}}$ – среднегодовая биомасса кормовых организмов, составляющих основу рациона старших возрастных групп, кг/м²;

B_1 – максимальная промысловая рыбопродуктивность по угрю, кг/га;

$B_{\text{ср}1}$ – среднегодовая промысловая рыбопродуктивность по угрю, квотируемая ОДУ за последние пять лет, кг/га, тогда

$$C = \frac{\frac{(5,3 - 2,2)}{2,2} \times \frac{(24 - 11)}{11,5}}{(1 + \frac{0,0033}{0,015}) \times (1 + \frac{2,95}{1,05})} = 0,33.$$

Плотность посадки молоди угря в Вислинский залив:

$$P = 10,86 \times C^{-0,73} = 10,86 \times 0,33^{-0,73} = 25 \text{ шт./га.}$$

При площади российской части Вислинского залива 47500 га общая потребность в молоди угря средней массой 3 – 5 г составит 1160 тыс. шт.

При применении полициклической технологии выращивания молоди об-

шая потребность в 3-5-граммовой молоди составит 930 тыс.шт., в 35-50-граммовой – 116 тыс. шт.

2.6.2. Возможный промысловый возврат

2.6.2.А. Возможный промысловый возврат по щуке

В варианте для Калининградского залива, ввиду более ограниченного нерестового биотопа, расчет дается только по прямому промвозврату. Здесь можно применить ту же величину промыслового возврата в варианте выпуска двухнедельных личинок (0,1 %). В этом случае ожидаемый промвозврат от 2129 тыс. личинок, количество которых рассчитано ранее при оценке приемной емкости залива во вселяемой молоди, составит около 6,4 т. Средняя масса щуки в уловах 3 кг. Оценка промвозврата щуки при зарыблении 2129 тыс. шт. личинок дана в табл. 58.

2.6.2.Ж. Возможный промысловый возврат по белому толстолобику

При промысловом возврате от зарыбляемой молоди (2670 тыс. шт.) около 2 % его величина составит около 107 т. Оценка ожидаемого промвозврата дана во временной структуре его освоения (табл. 59). Средняя масса белого толстолобика в уловах составляет 2 кг.

2.6.2.З. Возможный промысловый возврат по белому амуру

При зарыблении Калининградского залива 3-граммовой молодью белого амура (49500 шт.) промвозврат (2 %) составит 2,5 т. Средняя масса белого амура в уловах 2,5 кг. Оценка промвозврата белого амура во временной структуре его освоения дана в табл. 60.

2.6.2.Л. Возможный промысловый возврат по угрю

С учетом установленной в соответствии с данной оценкой приемной емкости экосистемы Калининградского залива плотности посадки промвозврат (20 %) составит 93 т. Оценка промвозврата во временной структуре его освоения дана в табл. 61.

Примерная оценка промвозврата щуки при зарыблении Калининградского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат															Итого,т		
									%								т									
	16	17	18	19	20	21	22	23	18	19	20	21	22	23	24	25	18	19	20	21	22	23	24		25	
2018	+								1								0,06									0,06
2019	+	+							7	1							0,44	0,06								0,5
2020	+	+	+						25	7	1						1,6	0,44	0,06							2,1
2021	+	+	+	+					35	25	7	1					2,26	1,6	0,44	0,06						4,36
2022	+	+	+	+	+				25	35	25	7	1				1,6	2,26	1,6	0,44	0,06					5,96
2023	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	1			0,44	1,6	2,26	1,6	0,44	0,06				6,4
2024	+	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	1			0,44	1,6	2,26	1,6	0,44	0,06			6,4
2025	+	+	+	+	+	+	+	+			7	25	35	25	7	1			0,44	1,6	2,26	1,6	0,44	0,06		6,4
2026	+	+	+	+	+	+	+	+				7	25	35	25	7				0,44	1,6	2,26	1,6	0,44		6,4
2027	+	+	+	+	+	+	+	+					7	25	35	25					0,44	1,6	2,26	1,6		6,4
2028	+	+	+	+	+	+	+	+						7	25	35						0,44	1,6	2,26		6,4
2029	+	+	+	+	+	+	+	+							7	25	Далее по максимально достигнутому уровню									

Примерная оценка промвозврата белого толстолобика при зарыблении Калининградского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат														Итого, т			
									%								т									
	16	17	18	19	20	21	22	23	20	21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25		26	27	
2020	+								4								4,3									4,3
2021	+	+							10	4							10,7	4,3								15,0
2022	+	+	+						22	10	4						23,5	10,7	4,3							38,5
2023	+	+	+	+					34	22	10	4					36,4	23,5	10,7	4,3						74,9
2024	+	+	+	+	+				19	34	22	10	4				20,3	36,4	23,5	10,7	4,3					95,2
2025	+	+	+	+	+	+			7	19	34	22	10	4			7,5	20,3	36,4	23,5	10,7	4,3				102,7
2026	+	+	+	+	+	+	+		3	7	19	34	22	10	4		3,2	7,5	20,3	36,4	23,5	10,7	4,3			105,9
2027	+	+	+	+	+	+	+	+	1	3	7	19	34	22	10	4	1,1	3,2	7,5	20,3	36,4	23,5	10,7	4,3		107,0
2028	+	+	+	+	+	+	+	+		1	3	7	19	34	22	10		1,1	3,2	7,5	20,3	36,4	23,5	10,7		107,0
2029	+	+	+	+	+	+	+	+			1	3	7	19	34	22			1,1	3,2	7,5	20,3	36,4	23,5		107,0
2030	+	+	+	+	+	+	+	+				1	3	7	19	34	Далее по максимально достигнутому уровню									
2031	+	+	+	+	+	+	+	+					1	3	7	19										
2032	+	+	+	+	+	+	+	+						1	3	7										
2033	+	+	+	+	+	+	+	+																		

Примерная оценка промвозврата белого амура при зарыблении Калининградского залива

Годы пром-возврата	Годы зарыбления								Промвозврат														Итого, т										
									%							т																	
	16	17	18	19	20	21	22	23	20	21	22	23	24	25	26	27	20	21	22	23	24	25		26	27								
2020	+								4								0,1									0,1							
2021	+	+							11	4							0,27	0,1								0,37							
2022	+	+	+						24	11	4						0,6	0,27	0,1							0,97							
2023	+	+	+	+					35	24	11	4					0,87	0,6	0,27	0,1						1,84							
2024	+	+	+	+	+				15	35	24	11	4				0,37	0,87	0,6	0,27	0,1					2,21							
2025	+	+	+	+	+	+			7	15	35	24	11	4			0,2	0,37	0,87	0,6	0,27	0,1				2,41							
2026	+	+	+	+	+	+	+		3	7	15	35	24	11	4		0,07	0,2	0,37	0,87	0,6	0,27	0,1			2,48							
2027	+	+	+	+	+	+	+	+	1	3	7	15	35	24	11	4	0,02	0,07	0,2	0,37	0,87	0,6	0,27	0,1		2,5							
2028	+	+	+	+	+	+	+	+		1	3	7	15	35	24	11		0,02	0,07	0,2	0,37	0,87	0,6	0,27		2,5							
2029	+	+	+	+	+	+	+	+			1	3	7	15	35	24			0,02	0,07	0,2	0,37	0,87	0,6		2,5							
2030	+	+	+	+	+	+	+	+				1	3	7	15	35				0,02	0,07	0,2	0,37	0,87		2,5							
2031	+	+	+	+	+	+	+	+									Далее по максимально достигнутому уровню																
2032	+	+	+	+	+	+	+	+																									
2033	+	+	+	+	+	+	+	+																									

Оценка промвозврата угря при зарыблении Калининградского залива

Годы промвозврата	Промвозврат																				Итого, т	
	Годы зарыбления, 2010– 2016 гг.							%								т						
	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15		16
2014	+							1,0								0,9						0,9
2015	+	+						20,0	1,0							18,6	0,9					19,5
2016	+	+	+					41,6	20,0	1,0						38,7	18,6	0,9				58,2
2017	+	+	+	+				30,0	41,6	20,0	1,0					27,9	38,7	18,6	0,9			86,1
2018	+	+	+	+	+			6,0	30,0	41,6	20,0	1,0				5,6	27,9	38,7	18,6	0,9		91,7
2019	+	+	+	+	+	+	+	1,4	6,0	30,0	41,6	20,0	1,0			1,3	5,6	27,9	38,7	18,6	0,9	93
2020		+	+	+	+	+	+		1,4	6,0	30,0	41,6	20,0	1,0	Далее по максимально допустимому уровню							
2021			+	+	+	+	+			1,4	6,0	30,0	41,6	20,0								
2022				+	+	+	+				1,4	6,0	30,0	41,6								
2023					+	+	+					1,4	6,0	30,0								
2024						+	+						1,4	6,0								
2025							+							1,4								

Примечание. Здесь и далее условно принимается, что ежегодные зарыбления водоемов начинаются с 2010 г.

3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ ОБЪЕКТОВ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

3.1. Предприятие по искусственному воспроизводству щуки

Следует рассмотреть два целесообразных варианта технического устройства предприятий по искусственному воспроизводству щуки.

Первый ориентирован на естественный водоисточник, из которого вылавливают производителей и в который выпускают молодь щуки. Вода из этого водоисточника используется для водоснабжения предприятия. Такая схема размещения предприятия обусловлена тем, что для сохранения структуры и целостности осваиваемой в процессе искусственного воспроизводства популяции щуки необходимо возвращать выдержанную, подрошенную, выращенную на воде естественного водоисточника молодь в тот водоем, из которого были изъяты производители. Такое обоснование правомерно для большинства объектов искусственного воспроизводства, особенно имеющих нерестовый миграционный цикл [149]. В случае водозабора из открытого водоисточника (река, озеро, водохранилище) обязательным техническим устройством является механический фильтр. В качестве механического фильтра может быть рассмотрен песчано-гравийный с традиционным расположением слоев фильтрующего материала (рис. 45).

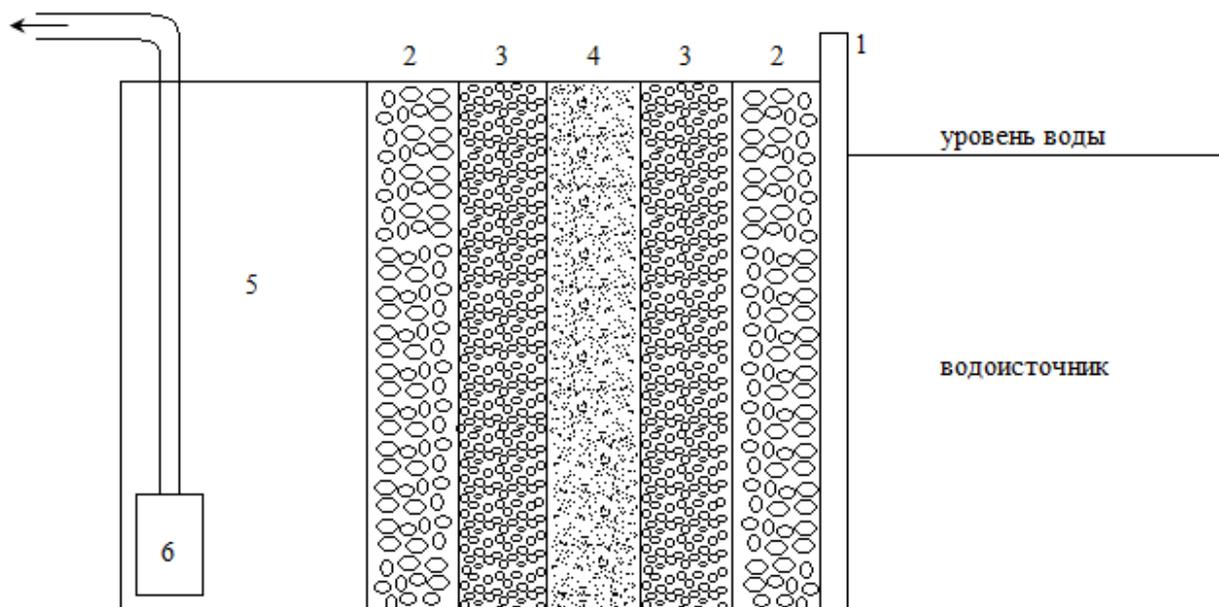


Рис. 45. Схематичный вертикальный разрез механического фильтра:

- 1 – свайный (ряжевой) оголовок; 2 – слой гравийной засыпки;
- 3 – слой засыпки средней фракции песка; 4 – слой засыпки мелкой фракции песка;
- 5 – емкость (колодец); 6 – насос; 7 – направление потока воды

Однако в настоящее время имеются современные барабанные или дисковые фильтры с разной степенью очистки воды по крупности осаждаемых частиц.

В естественных водоисточниках, прежде всего с подвижной водной массой, имеет место перенос фрагментов околородных и водных растений и иного мусора. Поэтому целесообразно на первом этапе механической очистки использовать барабанный или дисковый фильтр с ячейей фильтрующей сетки 3 – 5 мм (рис. 46).



Рис. 46. Фильтр механической очистки, устанавливаемый в каналах

Далее по трассе прохождения воды, прошедшей первичную очистку, может устанавливаться барабанный или дисковый фильтр с ячейей фильтрующей сетки от 20 до 90 мк. Примерная вертикальная схема очистки воды на первом этапе приведена на рис. 47.

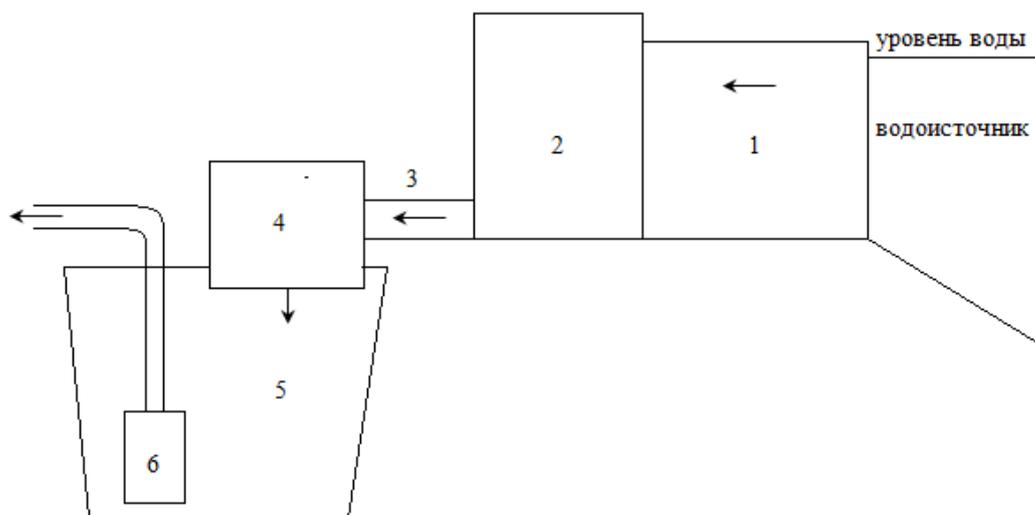


Рис. 47. Примерная вертикальная схема механической очистки воды:

- 1 – канал; подводящий воду к барабанному (дисковому) фильтру грубой очистки;
- 2 – барабанный (дисковый) фильтр грубой очистки; 3 – трубопровод (канал), отводящий очищенную воду от механического фильтра грубой очистки;
- 4 – барабанный (дисковый) фильтр тонкой очистки; 5 – бассейн приема чистой воды;
- 6 – насос; 7 – направление потока воды

Менее затратна схема механической очистки воды в том случае, если река зарегулирована, предприятия по искусственному воспроизводству находятся в нижнем бьефе плотины. В этом случае в теле плотины или за ее пределами устраивают технический узел механической очистки. В зависимости от водности реки (ручья) механическую фильтрацию проходит вся вода или часть ее. В качестве механического фильтра может быть использован бассейн, заполненный щебенкой, керамзитом или гранулированным полиэтиленом (оптимальный диаметр гранул 3 – 5 мм). Слой загрузки такого фильтра не менее 0,8 – 1 м. Наибольшую степень очистки, равносильной той, которая достигается при пропуске воды через сетку с размером ячеек 20 – 40 мк, дает механический фильтр с загрузкой гранулированного полиэтилена (рис. 48). Периодически по мере снижения пропускной способности механические фильтры такой конструкции должны промываться обратным током воды.

Второй вариант ориентирован на подземный водоисточник (подрусловые и артезианские воды). Эта вода не требует механической очистки, за исключением тех случаев, когда для доставки ее от источника до рыбоводного предприятия используют металлические трубы. Для улавливания металлических частиц (ржавчина), иногда песка целесообразно использовать на магистральном трубопроводе фильтры со сменными кассетами (веревочные фильтры), лимитирующими пропуск частиц размером более 25 – 40 мк.

Применение артезианской воды в режиме проточного водообеспечения, как правило, практикуется в инкубационных цехах при инкубации икры и подращивании молоди до относительно небольших размеров (до 1 – 5 г). При выращивании более крупного посадочного материала чаще применяют замкнутое водоснабжение. Однако следует учитывать при использовании подземных вод в режиме проточного или оборотного (замкнутого) водоснабжения упомянутое ранее условие сохранения состава и структуры популяций рыб, совершающих нерестовые миграции или перемещения, когда обязательным становится предварительное по срокам не менее 10 – 20 сут выдерживание молоди перед выпуском в реки (озера, водохранилища) в воде тех мест, где были выловлены производители [149]. Ранее нами рассматривалась целесообразность создания мобильных рыбоводных установок, которые в соответствии со сроками выпуска молоди могли бы перемещаться в места предполагаемого выпуска, где проводилась адаптация к условиям «родного» маршрута миграции [59]. Это позволяет иметь большие (зональные) предприятия по выращиванию посадочного материала, аккумулируя в них производителей, вылавливаемых в разных реках, крупных озерах, водохранилищах. В процессе инкубации и выращивания молоди необходимо разделять группы потомства по происхождению, чтобы затем вернуть в «родные» места.

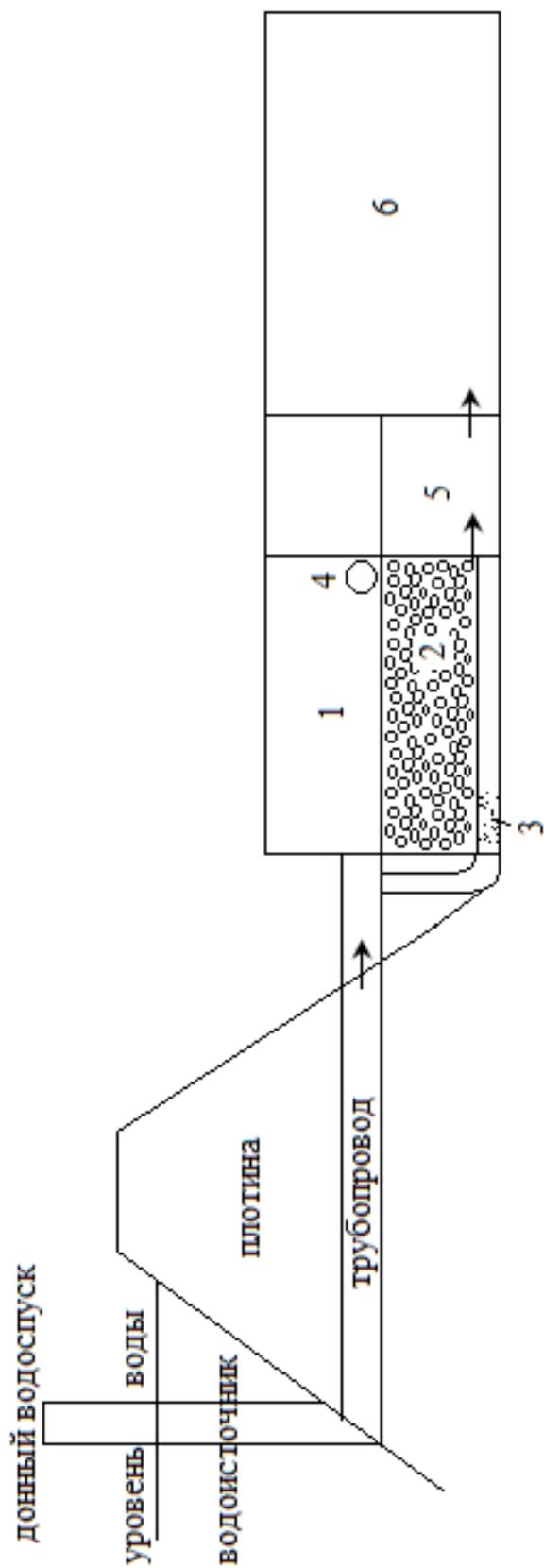


Рис. 48. Примерная вертикальная схема механической фильтрации:

1 – механический фильтр; 2 – слой гранулированного полиэтилена; 3 – трубопровод для обратной промывки слоя гранул; 4 – дренаж слива осадка при промывке механического фильтра; 5 – камера приема чистой воды;

6 – производственные помещения предприятия; 7 – направление потока воды

После механической очистки вода должна попадать в емкость-накопитель, где она может дополнительно насыщаться кислородом в результате барботажа. Учитывая, что инкубация икры, выдерживание предличинок и выращивание молоди щуки проходят при относительно низкой температуре воды (6-7 – 12-14 °С), то растворимость кислорода атмосферного воздуха достаточно высока, чтобы отказаться от использования технического кислорода (рис. 49).

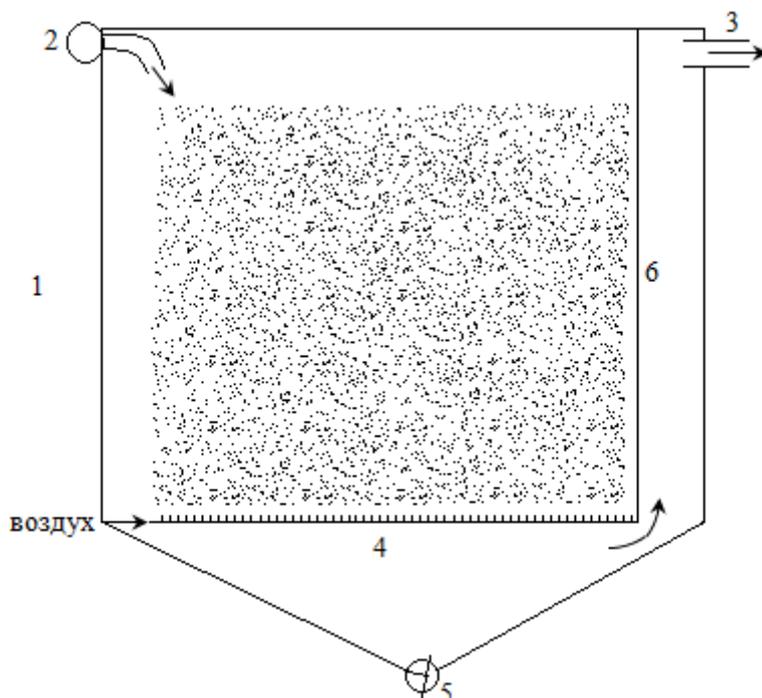


Рис. 49. Схематичное изображение накопительной (распределительной) емкости:

- 1 – накопительная емкость; 2 – подача воды в накопительную емкость;
- 3 – сток воды из накопительной емкости;
- 4 – распределительная решетка подачи сжатого воздуха в толщу воды;
- 5 – кран слива осадка (опорожнение емкости);
- 6 – перегородка, 7 – направление потока воды (воздуха)

Из распределительной ёмкости вода самотеком поступает, разделяясь на два потока: на инкубационную установку и на бассейновый участок. В том случае если технологическая схема предусматривает гормональную стимуляцию созревания производителей щуки, то появляется третий поток, направленный на бассейновый участок преднерестового содержания производителей щуки. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству щуки в полной комплектации представлен на рис. 50. Бассейны участка содержания производителей после освобождения и обеззараживания используют для выдерживания личинок и подращивания молоди щуки. Эксплуатационными механизмами, обеспечивающими количественные и качественные параметры протекающей воды, являются насос, подающий воду из бассейна-накопителя механического фильтра в накопительную (распределительную) емкость; компрессор, доставляющий сжатый воздух на распределительную решетку накопительной емко-

сти; скоростные нагреватели воды, обеспечивающие оптимальную температуру воды в бассейнах для содержания производителей, инкубационных аппаратах Вейса, бассейнах для выдерживания предличинок и выращивания молоди.

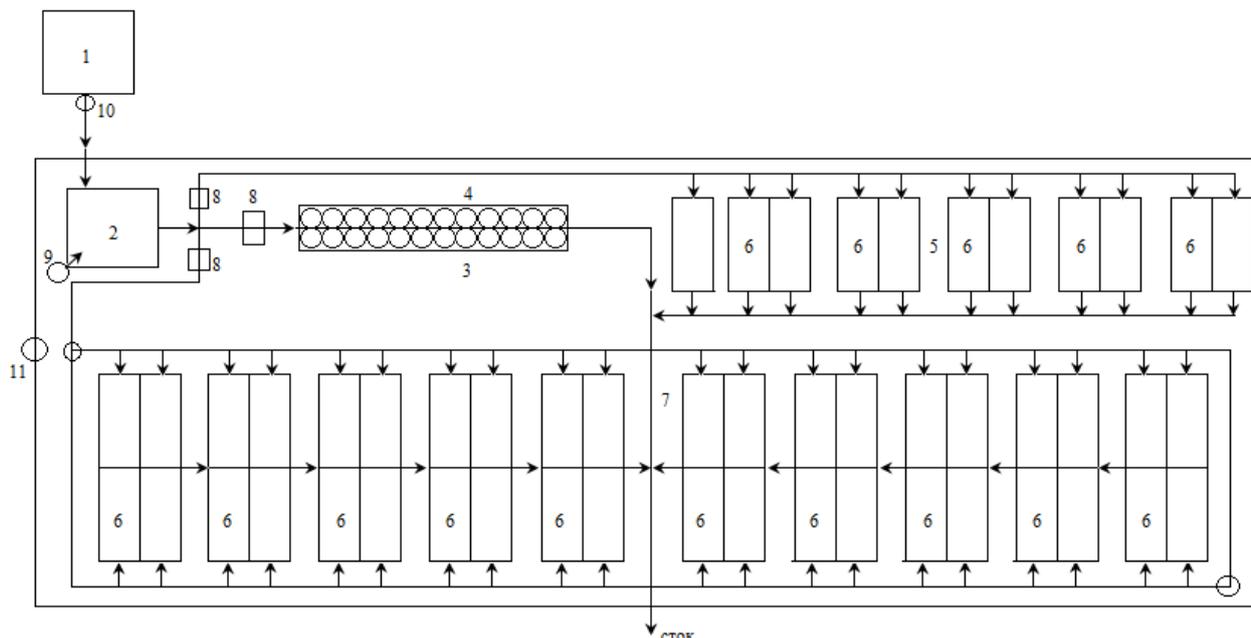


Рис. 50. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству щуки:

- 1 – участок механической очистки воды; 2 – распределительная (накопительная) емкость; 3 – инкубационная установка; 4 – аппараты Вейса;
- 5 – бассейновый участок для производителей; 6 – бассейны;
- 7 – бассейновый участок молоди; 8 – нагреватель воды; 9 – компрессор;
- 10 – насос; 11 – вентилятор

Ритмичность работы нагревателей зависит от температуры воды в водисточнике.

Количество инкубационных аппаратов, бассейнов для содержания производителей и молоди определяется производственной программой предприятия.

Водоснабжение инкубационных аппаратов и бассейнов раздельное.

Слив технологической воды в общий коллектор. Удаление избытка влаги в воздухе осуществляется в результате принудительной вентиляции.

Компоновка технических узлов при использовании для водообеспечения артезианской воды и оборотного водоснабжения представлена на рис. 51.

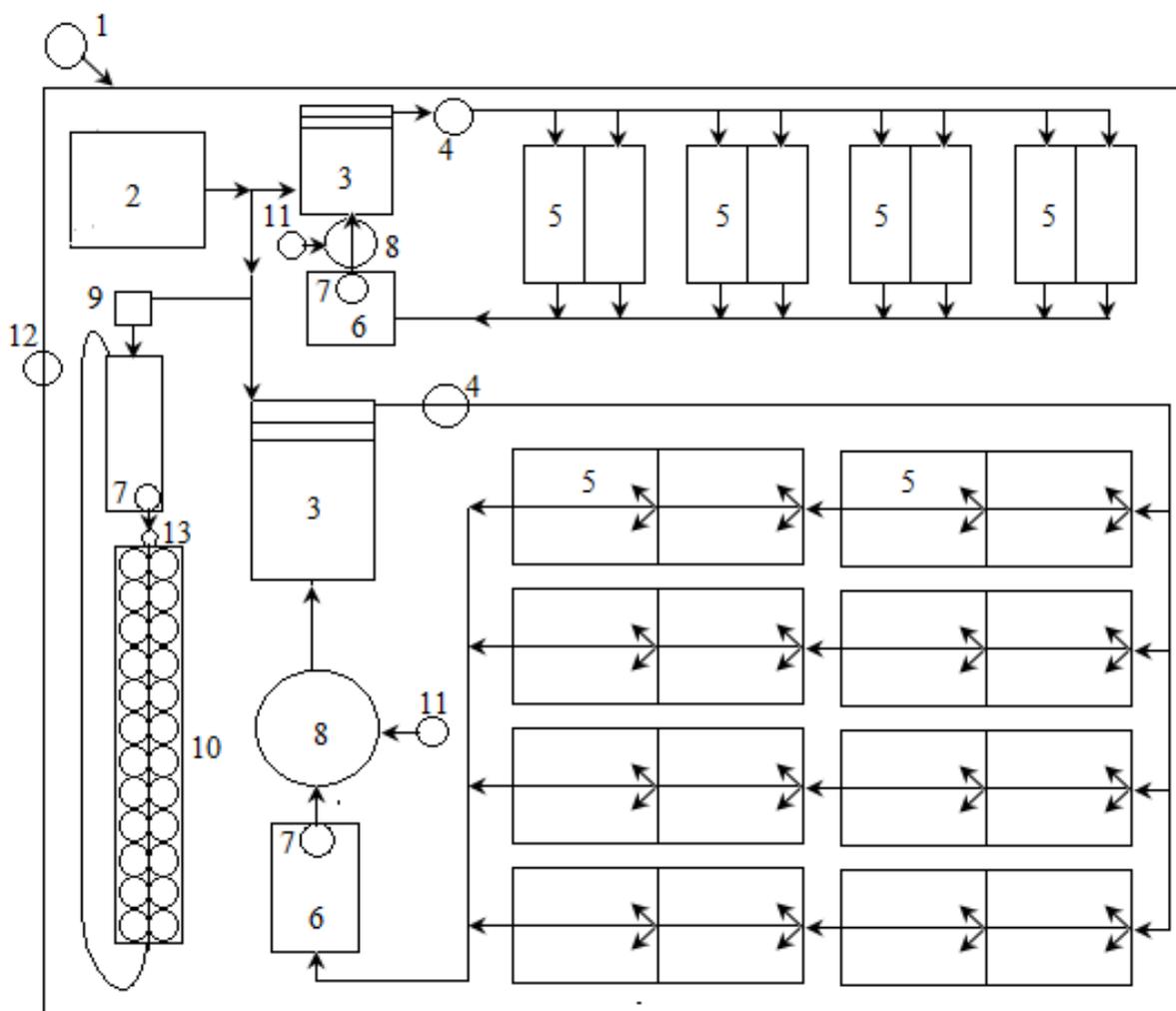


Рис. 51. План-схема предприятия с рециркуляционными установками:
 1 – артезианская скважина; 2 – накопительная (распределительная) емкость;
 3 – дегазатор со встроенными УФ лампами; 4 – оксигенатор; 5 – бассейны;
 6 – механический фильтр; 7 – насос; 8 – биофильтр;
 9 – скоростной нагреватель воды; 10 – стойка аппаратов Вейса;
 11 – компрессор; 12 – вентилятор; 13 – ультрафиолетовая лампа

Температуру воды в рециркуляционных установках определяет температура воздуха в производственном цехе. Целесообразно использовать котел, топящийся пеллетами древесно-стружечными, с разводкой подогретой воды по трубам к теплообменникам, в которых установлены мини-вентиляторы. Лишь в инкубационной установке предусмотрен скоростной нагреватель на водопроводе подпитывающей воды. Это связано с отказом от использования биофильтра в составе установки из-за относительно непродолжительного периода инкубации (10 – 12 сут каждой партии). Поэтому в инкубационной установке ежедневно подменивают до 100% воды и более. Подпиточная вода должна иметь ту же температуру, как и у циркулирующей в установке. В качестве механического фильтра целесообразно использовать барабанный с размером ячеей сетного барабана 30 – 40 мк (рис. 52).



Рис. 52. Барабанный механический фильтр

Выбор механического барабанного фильтра определяется расходом воды, еже часно протекающей через бассейн. При расходе воды в бассейнах установки для содержания производителей, например, $10 \text{ м}^3/\text{ч}$, надо подбирать барабанный фильтр производительностью по воде не менее указанной цифры.

В качестве биофильтра целесообразно использовать таковой с неорганизованной загрузкой периодически барботируемых сжатым воздухом гранул. Поскольку чаще при искусственном воспроизводстве щуки искусственные корма не применяют, то для определения объема загрузки биофильтра стоит использовать соотношение: одному килограмму рыбы, находящейся в бассейне установки, соответствует 1 л гранулированного полиэтилена (размер гранул 2,5 – 3 мм), 2 л, если диаметр гранул 5 мм.

При выдерживании и подращивании личинок это соотношение будет 1 : 10, при выращивании мальков – 1 : 5. При длительности нерестового хода щуки 1,5 – 2 мес., продолжительности инкубации икры одной партии 10 – 12 сут, выдерживании предличинок 12 – 14 сут, выращивании 1-граммовых мальков 30 – 45 сут общая продолжительность эксплуатации предприятия составляет 4 – 4,5 мес. Если не предполагается дальнейшая эксплуатация цеха, то гранулы в биофильтре консервируют путем постепенного

слива воды в биофилтре при постоянном барботаже. Храниться должны чистые сухие гранулы.

Схематичное устройство биофилтра показано на рис. 53.

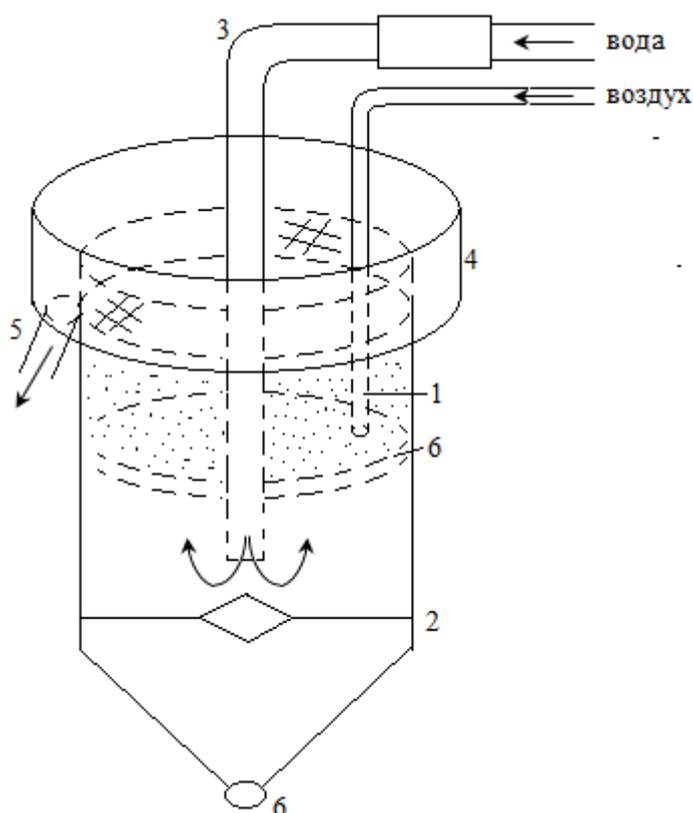


Рис. 53. Схематичное устройство биофилтра:

- 1 – зона загрузки гранулированного полиэтилена; 2 – расщепитель воды;
3 – водопровод от механического фильтра; 4 – корона биофилтра;
5 – отвод очищенной воды на дегазатор; 6 – распылительное кольцо для подачи сжатого воздуха; 7 – направление потока воды

Схематично устройство дегазатора со встроенными ультрафиолетовыми лампами показано на рис. 54. Для повышения эффекта дегазации, наряду с удалением выносимой из биофилтра органики, у дна основного отсека дегазатора размещают распылительные решетки. Через них под давлением (размер отверстий не более 1 мм) прокачивается сжатый воздух. Поднимающиеся пузырьки воздуха захватывают органику из воды и в виде пены выводятся из дегазатора. Но это имеет смысл в установках промышленного назначения при выращивании товарной рыбы.

В установках для искусственного воспроизводства щуки такая дополнительная оснастка дегазатора излишняя. Поскольку объем прокачиваемой воды в установках по искусственному воспроизводству щуки относительно небольшой, то целесообразно пропускать всю воду через оксигенатор, схематичное изображение которого показано на рис. 55.

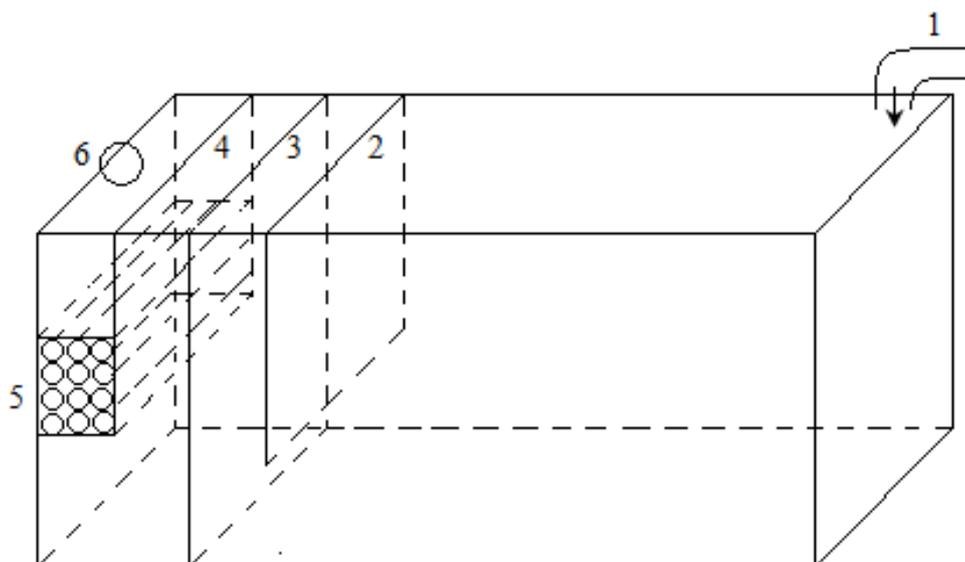


Рис. 54. Схематичное устройство дегазатора:

- 1 – подача воды от биофильтра;
- 2 – первая перегородка, не достоящая до дна;
- 3 – вторая перегородка, не достоящая до верха;
- 4 – третья перегородка, не достоящая до дна;
- 5 – ультрафиолетовые лампы;
- 6 – сток воды на оксигенатор

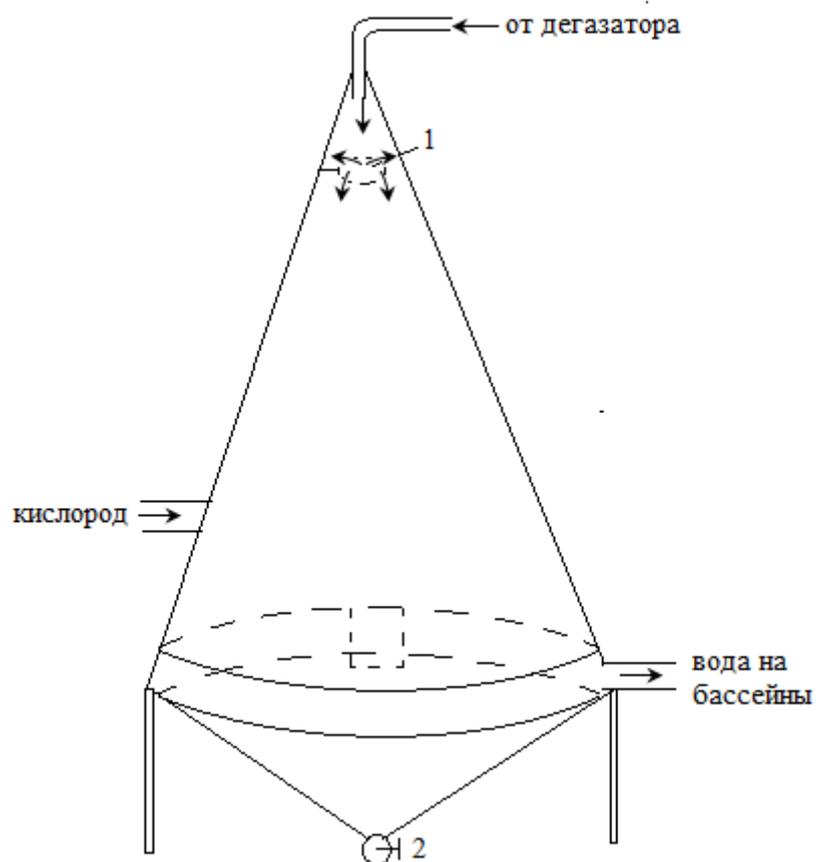


Рис. 55. Схематичное изображение оксигенатора:

- 1 – площадка для разбивания струи воды;
- 2 – кран слива осадка

Рассматривая вопрос о размещении предприятий по искусственному воспроизводству щуки в бассейне Куршского залива, следует учитывать, что наибольшее количество производителей заходят на нерест в следующие реки: Немонин, Матросовку, Таву. Именно со стороны этих рек следует ожидать наиболее весомое пополнение популяций щуки в заливе скатывающимися личинками щуки.

Для того чтобы более эффективно использовать производственные мощности и биотехнический потенциал, целесообразно в зоне охвата бассейнов этих рек разместить одно предприятие по искусственному воспроизводству щуки либо на месте, где располагался инкубационный цех рыбколхоза имени Матросова, либо в районе насосной станции, находящейся выше ответвления Приморского канала от р. Матросовки (рис. 56).



Рис. 56. Схема возможного местоположения предприятия по искусственному воспроизводству щуки в бассейне Куршского залива:
1 – насосная станция; 2 – местоположение предприятия

Для водоснабжения предприятия, располагаемого на р. Немонин, стоит использовать воду из этой реки. Водоснабжение предприятия на берегу р. Матросовки целесообразно комбинированное: из мелиоративного канала, подводящего воду к насосной станции и непосредственно реки.

С учетом сложности доведения воды из внешних наземных водоисточников до «микробиологической» чистоты и дороговизны и опасности озонирова-

ния воды на предприятии по искусственному воспроизводству щуки должен применяться проточный режим водоснабжения.

В бассейне Калининградского залива предприятие по искусственному воспроизводству щуки стоит разместить на берегу р. Прохладной на окраине пос. Ушаково, выше по течению. Такое местоположение целесообразно с позиции обеспеченности инфраструктурой (дорога, электричество, вода артезианская и речная) и позволяет максимально приблизиться к месту отлова производителей, мигрирующих на нерест из Калининградского залива в р. Прохладную, пойма которой, насыщенная мелиоративными каналами, в период весеннего половодья сильно разливается.

С учетом качества воды, стабильности температуры, уместно использовать в качестве водоисточника артезианскую скважину. В этом случае применяется обратная система водообеспечения установок. Не исключается использование для водоснабжения речной воды.

Предприятие(я), располагаемое(ые) в районе малых внутренних водоемов области, имеющих небольшие по сравнению с заливами площади, должно с целью обеспечения рентабельности производить посадочный материал для нескольких водоемов. Например, для зарыбления Логвиновских озер (свыше 30) целесообразно построить предприятие вблизи п. Черепаново, в равном удалении от всех озер (рис. 57).

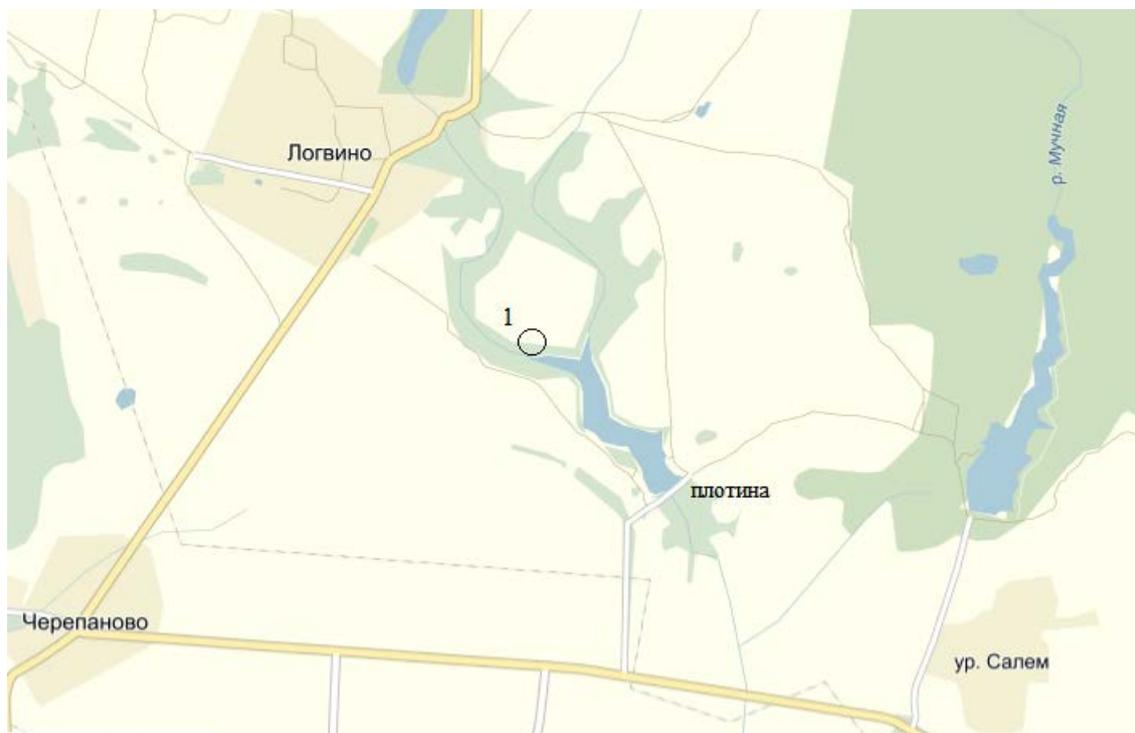


Рис. 57. Схема расположения предприятия по искусственному воспроизводству щуки в районе Логвиновских озер:
1 – местоположение предприятия

Предприятие по искусственному воспроизводству щуки, обеспечивающее посадочным материалом зарыбление озер и прудов Черняховского, Гусевского,

Нестеровского и Неманского районов, желательно разместить в районе прудового хозяйства (бывшего конезавода), используя имеющуюся инфраструктуру.

3.2. Предприятие по искусственному воспроизводству налима

С учетом нереста налима в бассейне Куршского залива в декабре – январе, затратности в установлении в бассейнах и инкубационных аппаратах температуры воды $1 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, водоснабжение предприятия ориентировано на речной сток. Грунтовые воды в районах, прилегающих к р. Немонин, Матросовке, Таве, Широкой, по которым проходят маршруты нерестовых миграций налима, как правило, содержат повышенные концентрации либо железа и сульфатов, либо железа и хлоридов.

В районах, прилегающих к р. Неман выше г. Советска, грунтовые воды могут удовлетворять по качественному составу требованиям к воде рыбоводных предприятий [150]. В этом случае при организации водозабора из артезианской скважины необходимо будет решить технический вопрос – уменьшить температуру воды ниже $2 - 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ при преднерестовом и нерестовом содержании производителей налима и инкубации икры на первом этапе. Этого можно достигнуть при использовании теплового насоса. В береговой зоне р. Неман, на участке выше г. Немана, можно найти для водоснабжения предприятия родниковые воды с постоянной в течение года температурой $3 - 6\text{ }^{\circ}\text{C}$. При организации водозабора из реки механическая ее очистка будет аналогичной описанной ранее для предприятия по искусственному воспроизводству щуки. Очищенную воду насосом подают в распределительный (накопительный) бак, размещаемый внутри производственного помещения. Из распределительного бака вода расходится по трем направлениям: в бассейны для содержания производителей, инкубационные аппараты, бассейны для выращивания молоди (рис. 58).

Поддержание температуры воды на уровне $1 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при содержании производителей и в первый месяц инкубации икры будет определяться температурой воды водоисточника и исключением подогрева помещения. В дальнейшем повышение воды до $3 - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ при инкубации и $5 - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ при подращивании и выращивании молоди обеспечивается скоростными нагревателями воды и отоплением помещения.

Теплоносителем в скоростном нагревателе может быть горячая вода, подаваемая от котла, предназначенного для административно-бытовых помещений и по необходимости производственного.

Для содержания производителей и выращивания молоди могут быть использованы стеклопластиковые бассейны одного размера, например, $1 \times 1 \times 0,8\text{ м}$ или $1,5 \times 1,5 \times 1\text{ м}$. Уровень воды для производителей $0,6 - 0,8\text{ м}$, для молоди на личиночных этапах $0,2 - 0,3\text{ м}$, далее $0,5 - 0,7\text{ м}$. Диаметр трубопроводов соответствует пропуску воды, обеспечивающему для производителей водообмен до $0,5\text{ раз/ч}$, для молоди $1 - 2\text{ раза/ч}$.

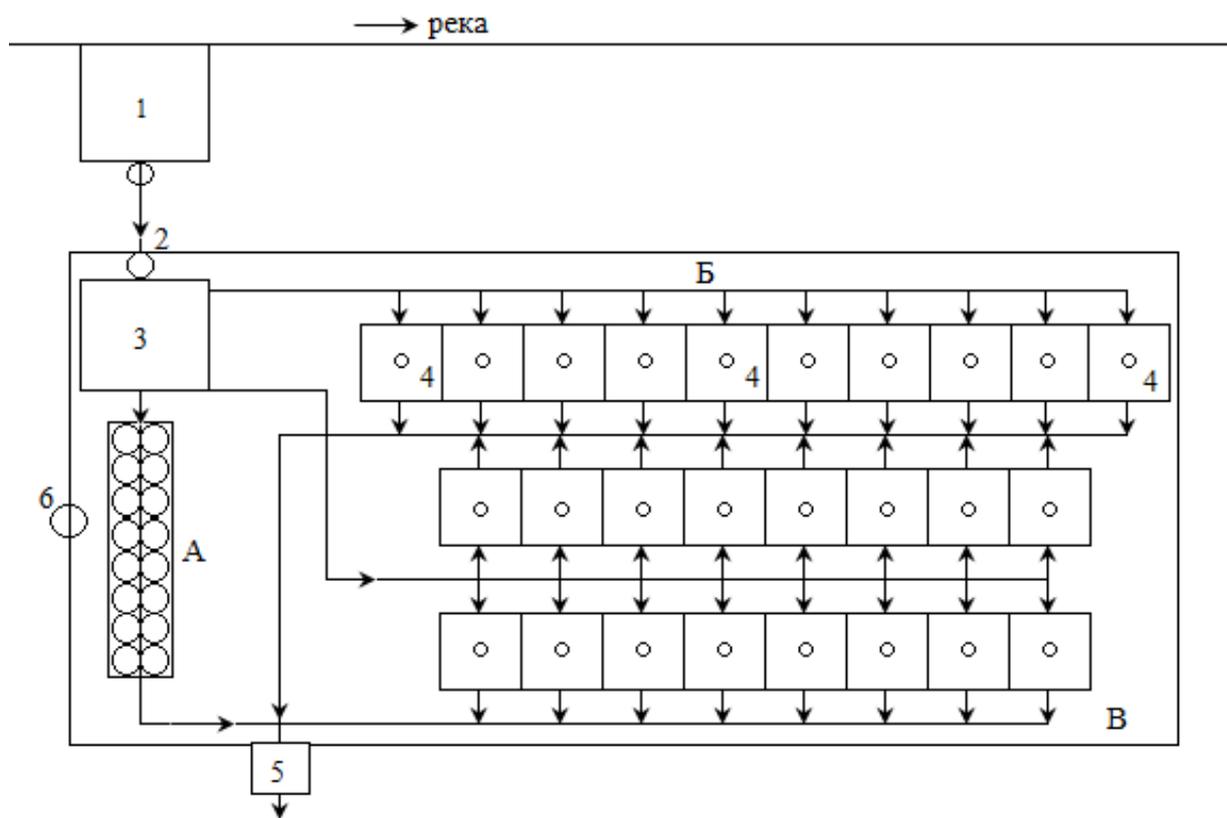


Рис. 58. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству налима:
 А – инкубационная установка; Б – бассейны для производителей;
 В – бассейны для молоди; 1 – механический фильтр с насосом;
 2 – скоростной нагреватель воды; 3 – бак распределительный; 4 – бассейны;
 5 – колодец приема технической воды; 6 – вентилятор

Расчет диаметра трубопроводов проводят по формуле

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{P}{v \times \rho \times \pi}}, \quad (14)$$

где D – диаметр трубопровода, м; P – расход воды, кг(л)/с; v – скорость потока воды, м/с; ρ – удельная плотность воды, кг/м³; π – число «пи» (3,14).

Для напорного трубопровода $v = 3-5$ м/с, для безнапорного $v = 0,3 - 0,5$ м/с. Для инкубации икры используют стандартные инкубационные аппараты объемом 7 – 8 л, устанавливаемые в стойку.

Водоподача и сток воды из бассейнов независимые. Бассейны для производителей после получения от них половых продуктов освобождаются и после дезинфекции в них выращивают молодь налима.

Для подачи воды, очищенной в механическом фильтре, целесообразно использовать вертикальные погружные насосы, имеющие более экономичные электродвигатели по сравнению с горизонтальными.

Распределительный бак должен находиться на высоте, обеспечивающей подачу воды на инкубационные аппараты и бассейны самотеком. Слив технологической воды из установок направлен в приемный колодец и далее за пре-

делу цеха (на поля фильтрации, мелиоративные каналы). В варианте использования артезианской воды на этапах преднерестового содержания производителей и инкубации икры с помощью теплового насоса в бассейны для производителей и инкубационные аппараты подается вода с температурой 1 – 3 и 3 – 7 °С, соответственно. При выращивании молоди с помощью теплового насоса вода подогревается до 9 – 12 °С. Общий вид теплового насоса и емкости приема кондиционированной воды показан на рис. 59. Для экономии воды, особенно на этапе выращивания молоди, используют обратную систему водообеспечения (рис. 60).



Рис. 59. Тепловой насос на мобильной рыбководной лаборатории

В режиме водоснабжения бассейнов для производителей и инкубационной установки тепловой насос охлаждает воду, подаваемую из распределительного бака, и направляет ее в бассейны и аппараты. При выращивании молоди тепловой насос нагревает воду, подаваемую из распределительного бака, и направляет ее в бассейны для молоди. При выращивании молоди в режиме интенсивного роста для кормления используют индивидуальные автоматические кормораздатчики, подключенные к пульту управления. Емкость бункера, вмещающего корм, не превышает 1 л (рис. 61).

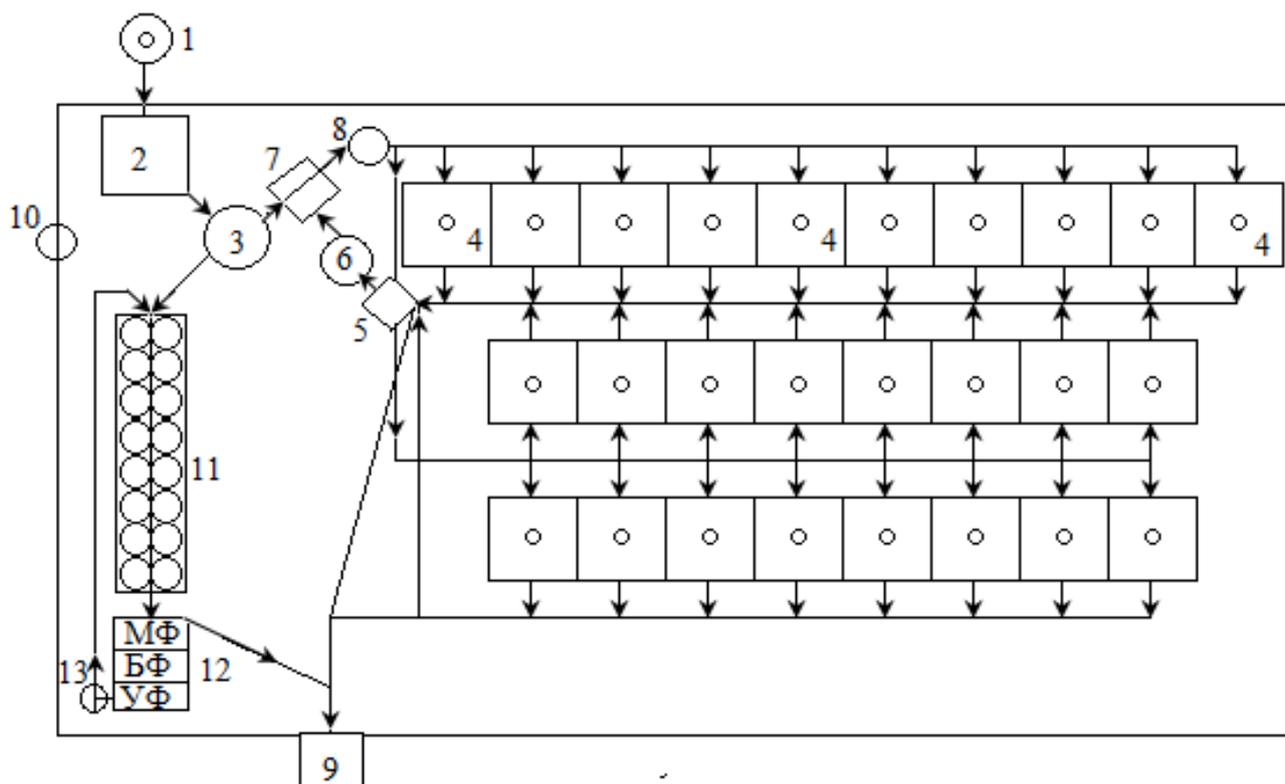


Рис. 60. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству налима:
 1 – артезианская скважина с насосом; 2 – распределительная емкость;
 3 – тепловой насос; 4 – бассейны; 5 – механический фильтр; 6 – биофильтр;
 7 – дегазатор с УФ устройством; 8 – оксигенатор;
 9 – колодец приема сбрасываемой воды; 10 – вентилятор;
 11 – стойка аппаратов Вейса; 12 – блок очистки воды, 13 – насос



Рис. 61. Индивидуальные автоматические кормораздатчики

Предприятие по искусственному воспроизводству налима в бассейне Куршского залива целесообразно разместить в районе насосной станции.

В этом варианте водозабор будет осуществляться из мелиоративного канала и р. Матросовки.

Предприятие по искусственному воспроизводству налима, снабжаемое артезианской водой, стоит разместить в береговой зоне р. Деймы, выше моста в г. Полесске. Производителей отлавливают в устьевой зоне реки, а также в нижнем течении.

В том случае, когда на предприятии инкубируют икру от производителей происхождения из разных рек, выращенная в составе отдельных групп молодь перед выпуском должна проходить адаптацию в воде «собственной» реки. Для этого можно использовать мобильную рыбоводную лабораторию (МРЛ), которая последовательно может быть установлена в береговой зоне рек. В этот период водоснабжение в МРЛ проточное. Период адаптации длится до двух недель.

Базовая схема МРЛ и устройство основных технических узлов приведены на рис. 62а и 62б.

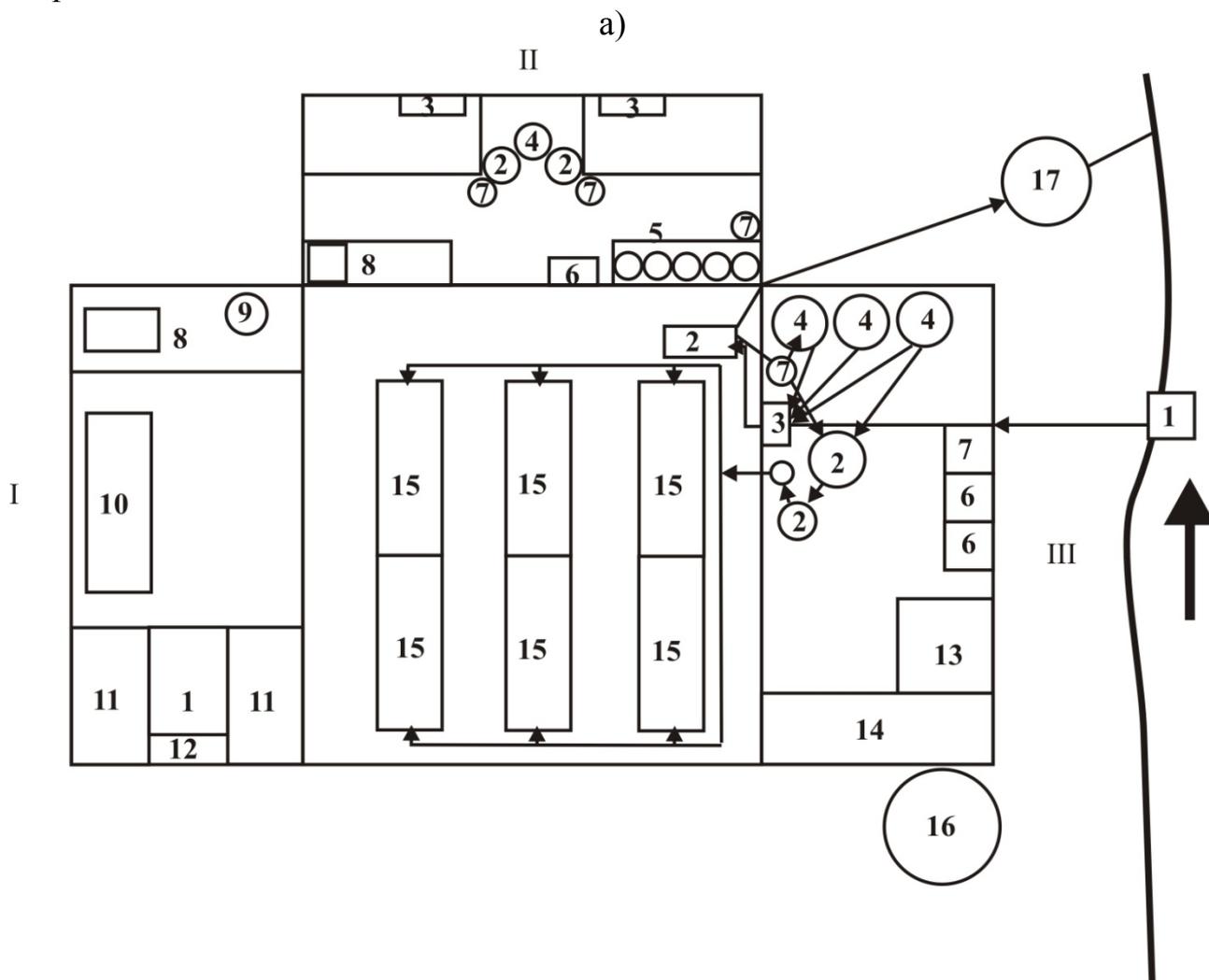


Рис. 62. Мобильная рыбоводная лаборатория [59]:
а – схема МРЛ; б – бассейновый цех для выращивания молоди

б)



Рис. 62 (продолжение)

3.3. Предприятие по искусственному воспроизводству стерляди

Приобретенный опыт разработки технологии разведения и выращивания стерляди позволяет предложить два варианта размещения предприятия по искусственному воспроизводству стерляди в привязке к бассейну Куршского залива [59, 145].

Один вариант – р. Немонин, выше по течению от места схождения Приморского и Полесского каналов. В качестве площадки для размещения может быть использована территория выведенного в настоящее время из производственного режима инкубационного цеха, но при условии подведения к нему линии электропередач. Апробированные в опытах методики по выращиванию стерляди в период с мая по октябрь показали возможность раскрытия у этого вида на первом году жизни высокой ростовой потенции. В возрасте сеголетков к октябрю рыбы достигают массы не менее 90 г [72, 74].

В зимний период, очевидно, нецелесообразно использовать воду р. Немонин для водоснабжения предприятия, поскольку качество её ухудшается в связи со снижением содержания кислорода до минимальных значений. Артезианская вода солоноватая и насыщена железом. Поэтому следует рассматривать только вариант завоза на предприятие мальков стерляди и доращивания их до определенной массы с последующим выпуском на нагул в Куршский залив. Далее в разделе 4 будут биотехнически обоснованы размерные характеристики молоди стерляди. Механическая очистка воды может происходить в существующем песчано-гравийном фильтре, прошедшем реконструкцию в соответствии с данными нами ранее рекомендациями [59]. Отфильтрованная вода собирается в колодце, из которого насосом перекачивается в производственный цех предприятия, план-схема и мнемосхема которого приведены на рис. 63, 64.

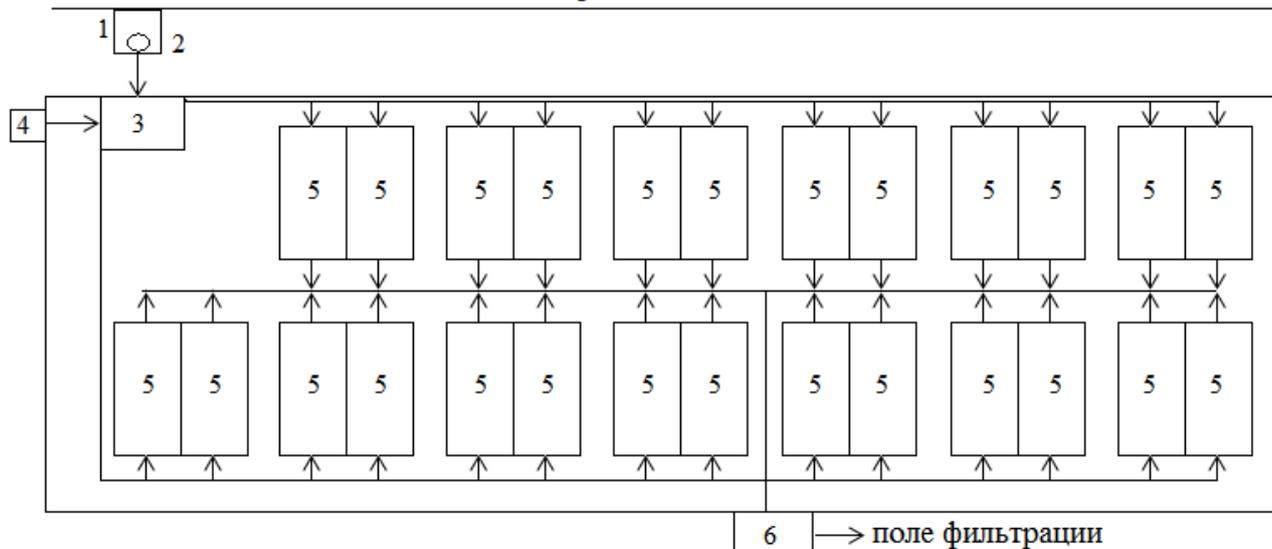


Рис. 63. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству стерляди:
 1 – механический фильтр; 2 – насос;
 3 – накопительная (распределительная) емкость; 4 – компрессор;
 5 – бассейны; 6 – колодец для сбора осадка; 7 – направление тока воды

Целесообразность использования погружного насоса объяснена ранее. Производительность насоса должна обеспечивать водообмен в бассейнах не менее одной раза в час.

Объем накопительной емкости должен обеспечивать запас воды не менее чем на 5 – 10 мин непрерывного снабжения бассейнов водой при нарушении в работе насоса или отключении подачи электричества. Это время отводится на работы, связанные с устранением неполадок. Очевидным представляется необходимость иметь резервный насос и дизель-генератор на случай длительного устранения нарушений в работе технических узлов. При отсутствии дизель-генератора необходимо иметь на случай длительного отключения электричества запас кислородных баллонов и разводку кислородных шлангов, протянутых ко всем бассейнам. Шланги должны быть присоединены к спиральной решетке, обвязанной пористыми трубками, распыляющими кислород (рис. 65), который подается по шлангам в придонный слой воды в бассейнах и насыщает воду. В результате удастся растянуть период ликвидации аварийной ситуации, поддерживая приемлемую концентрацию кислорода в воде.

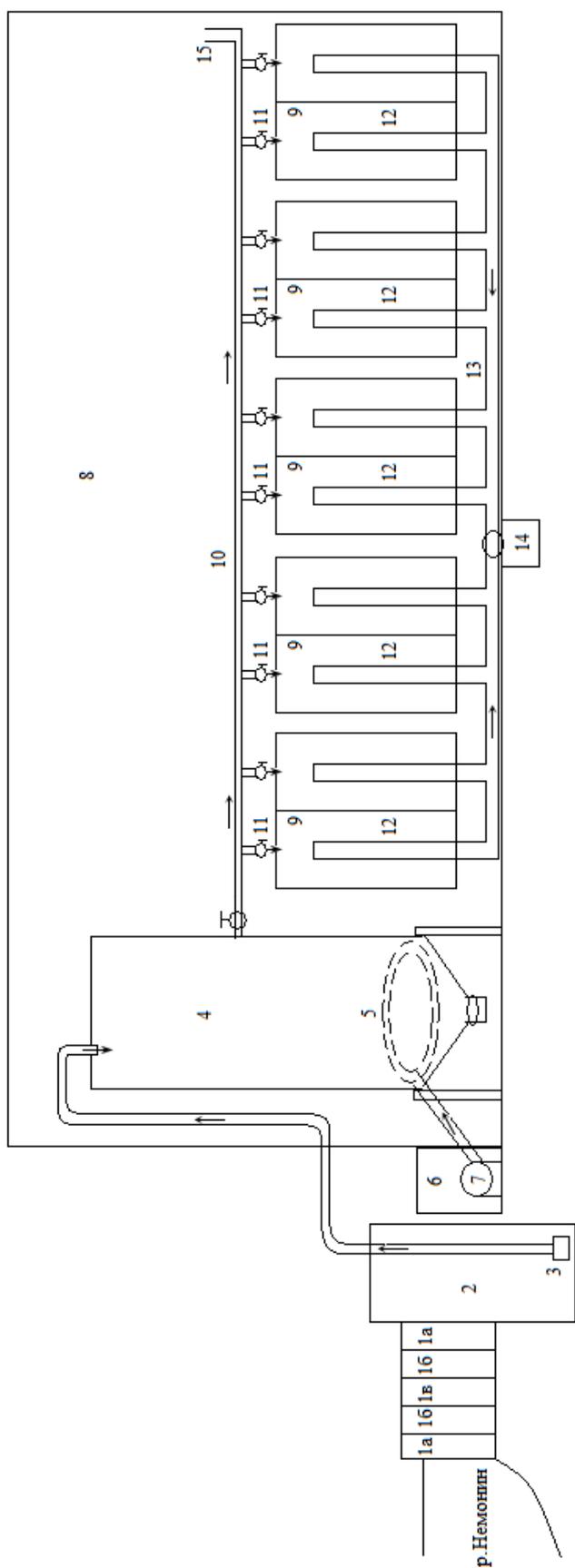


Рис. 64. Мнемосхема предприятия по искусственному воспроизводству стерляди:

- 1 – механический фильтр; 1а – слой гравия; 1б – слой крупного песка; 1в – слой мелкого песка; 2 – колодец;
- 3 – насос; 4 – накопительная (распределительная) емкость; 5 – распылительная решетка; 6 – компрессорная;
- 7 – компрессор; 8 – производственные помещения; 9 – бассейны; 10 – водоподающая труба; 11 – краны;
- 12 – урвенная трубка; 13 – сливной коллектор; 14 – колодец для сбора осадка; 15 – дегазационная шахта

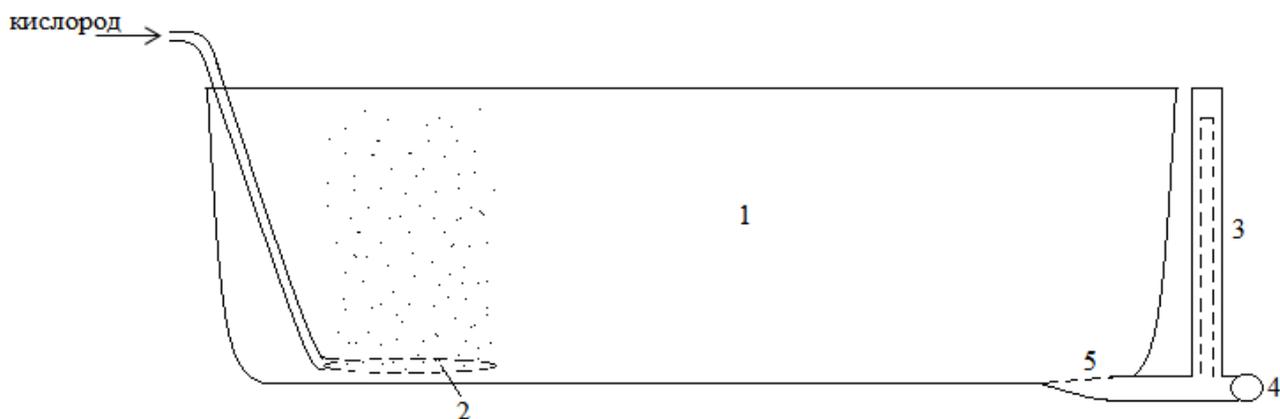


Рис. 65. Обогащение воды кислородом при остановке подачи ее в бассейн:
 1 – бассейн; 2 – распылительная решетка; 3 – уровенная трубка;
 4 – сливной коллектор; 5 – донное отверстие

В накопительной емкости, в придонной части, установлена распылительная решетка из трубок с отверстиями диаметром 1 – 2 мм. В летний период при прогреве воды в реке и снижении содержания в ней кислорода на распылительную решетку от компрессора подается сжатый воздух. Барботаж воды в емкости позволяет повысить содержание растворенного кислорода. Если этого оказывается недостаточно (возможно в летний период повышение температуры воды до 25 – 27 °С), то целесообразно использовать насыщение воды кислородом по описанной схеме. Для освобождения подаваемой в бассейны воды от пузырьков газов на определенных участках устраивают дегазационные шахты. При этом расчет безнапорного трубопровода ведут из расчета заполнения водой на $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ диаметра. В приведенную ранее формулу вносят коррективу.

При заполнении трубопровода на $\frac{1}{2}$ она выглядит следующим образом:

$$D = 2 \times 2 \sqrt{\frac{P}{v \times \rho \times \pi}}, \quad (15)$$

где D – диаметр трубопровода, м; P – расход воды, кг/с; v – скорость потока воды, м/с; ρ – удельная плотность воды, кг/м³; π – число «пи» (3,14).

При заполнении на $\frac{3}{4}$ формула выглядит следующим образом:

$$D = 2 \times 1.5 \sqrt{\frac{P}{v \times \rho \times \pi}}, \quad (16)$$

где D – диаметр трубопровода, м; P – расход воды, кг(л)/с; v – скорость потока воды, м/с; ρ – удельная плотность воды, кг/м³; π – число «пи» (3,14).

Второй вариант – карьеры в польдерной зоне, образованные на месте выборки песка.

В образованные водоемы (карьеры) отфильтровывается вода со стороны рек и залива. Эффект сохранения чистоты водоемов обеспечивается прохождением воды, выходящей из предприятия, через мелиоративную сеть и естественный биофильтр, образуемый зарослями аира в одном из водоемов, как показано на рис. 66.

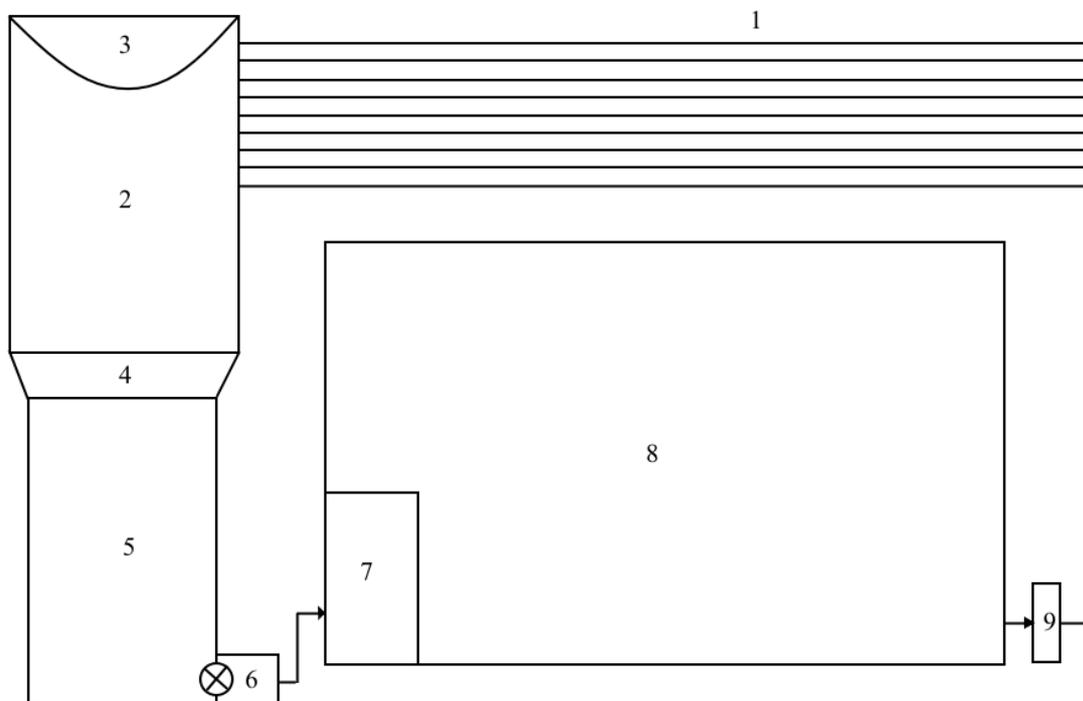


Рис. 66. План-схема рыбоводного комплекса на польдерных землях:
 1 – мелиоративный канал; 2 – водоем-приемник; 3 – высшая водная растительность;
 4 – песчано-гравийная перемычка; 5 – водоем-накопитель;
 6 – водозабор с механическим фильтром; 7 – теплонасосная установка;
 8 – рыбоводное хозяйство на базе УЗВ; 9 – механический фильтр

Разделительная песчаная дамба между водоемами дополняет очистку воды от взвесей.

Качество воды позволяет круглогодично содержать производителей стерляди и получать потомство для зарыбления Куршского залива. Для выращивания потомства с заданными размерными характеристиками в обоснованные сроки на предприятии применяют теплонасосные установки, регулирующие температурный режим. При выращивании крупного посадочного материала используют бассейны, установленные под навесом на открытом воздухе.

Мнемосхема цеха для производителей стерляди показана на рис. 67. Данная схема приведена для проточного режима водоснабжения на предприятии.

Вода из водоема проходит через механический барабанный (дисковый) фильтр и подается на распределительную емкость, из которой под напором столба воды вытекает по одному трубопроводу на оксигенатор, по другому – на тепловой насос. После прохождения двух перечисленных устройств потоки ок-

сигенированной воды, доведенной до необходимой температуры, соединяются и проходят через ультрафиолетовое устройство. Далее вода распределяется на бассейны и инкубационные аппараты.

Мнемосхема для варианта обратного водоснабжения приведена на рис. 68.

Из водоема вода, прошедшая механический (барабанный, дисковый) фильтр грубой очистки, подается в качестве подпиточной воды в механический (барабанный) фильтр тонкой очистки. Прошедшая его вода аккумулируется в бассейне. Сюда же стекает очищенная вода, поступившая в механический фильтр из бассейнов. Насосом очищенная вода подается на биофильтр, из которого стекает в дегазатор. Пройдя через перегородки и ультрафиолетовые лампы, $1/3$ воды насосом из нижней части дегазатора забирается на оксигенатор. Примерно $2/3$ воды сливается из дегазатора через верхний слив. Эта вода далее соединяется с потоком выходящей из оксигенатора воды и подается на бассейны. Выходящая из бассейнов вода самотеком по сливному коллектору возвращается в механический фильтр тонкой очистки. Тепловой насос ориентирован на охлаждение или подогрев воды в установке для производителей или инкубационном цехе.

Инкубационная установка состоит из бассейна для приема воды, вытекающей из инкубационных аппаратов, насыщения ее кислородом через распылители и возврата через ультрафиолетовую лампу в инкубационные аппараты. Ежесуточная подпитка воды (до 100 %) осуществляется от теплового насоса.

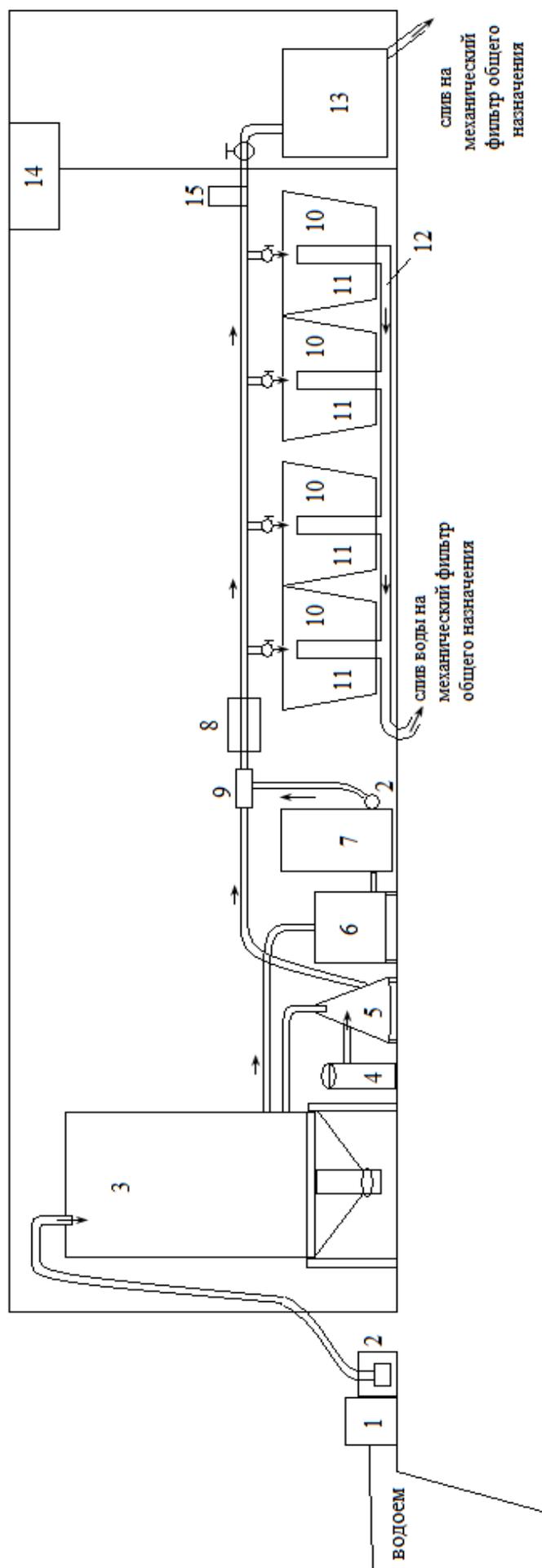


Рис. 67. Мнемосхема цеха содержания производителей стерляди при проточном режиме водоснабжения:

- 1 – механический фильтр; 2 – насос; 3 – накопительная емкость; 4 – баллоны кислорода; 5 – ультрафиолетовое устройство; 6 – тепловой насос; 7 – емкость кондиционированной воды; 8 – ультрафиолетовое устройство; 9 – распределительная муфта; 10 – бассейны; 11 – бассейны; 12 – сливной коллектор; 13 – инкубационные аппараты (Вейса или «Осетр»); 14 – кондиционер; 15 – дегазационная шахта

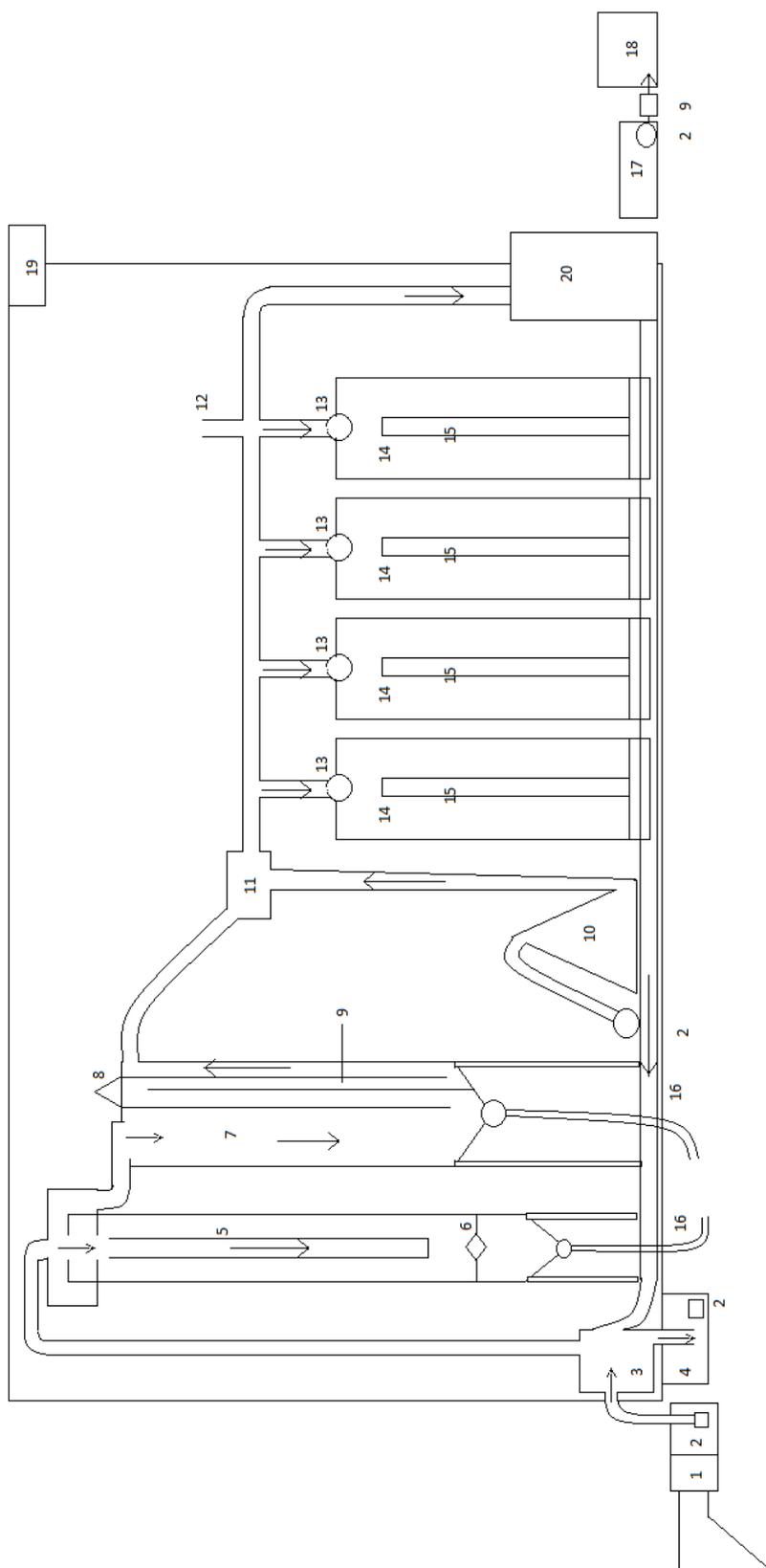


Рис. 68. Мнемосхема цеха содержания производителей стерильди при оборотном водоснабжении:
 1 – механический фильтр; 2 – насос; 3 – механический фильтр тонкой очистки; 4 – бассейн для приема очищенной воды; 5 – биофильтр; 6 – отбойник; 7 – дегазатор; 8 – перегородки; 9 – ультрафиолетовые лампы; 10 – оксигенатор; 11 – распределительная муфта; 12 – дегационная шахта; 13 – краны; 14 – бассейн; 15 – урвненные трубки; 16 – сливной коллектор, 17 – накопительный (распределительный) бассейн инкубационной установки; 18 – инкубационные аппараты; 19 – кондиционер; 20 – тепловой насос

Мнемосхема цеха выращивания посадочного материала, представленная на рис. 69, относится к варианту проточного водоснабжения цеха предприятия. Водоподводящий трубопровод целесообразно привязать к накопительной (распределительной) емкости цеха для содержания производителей.

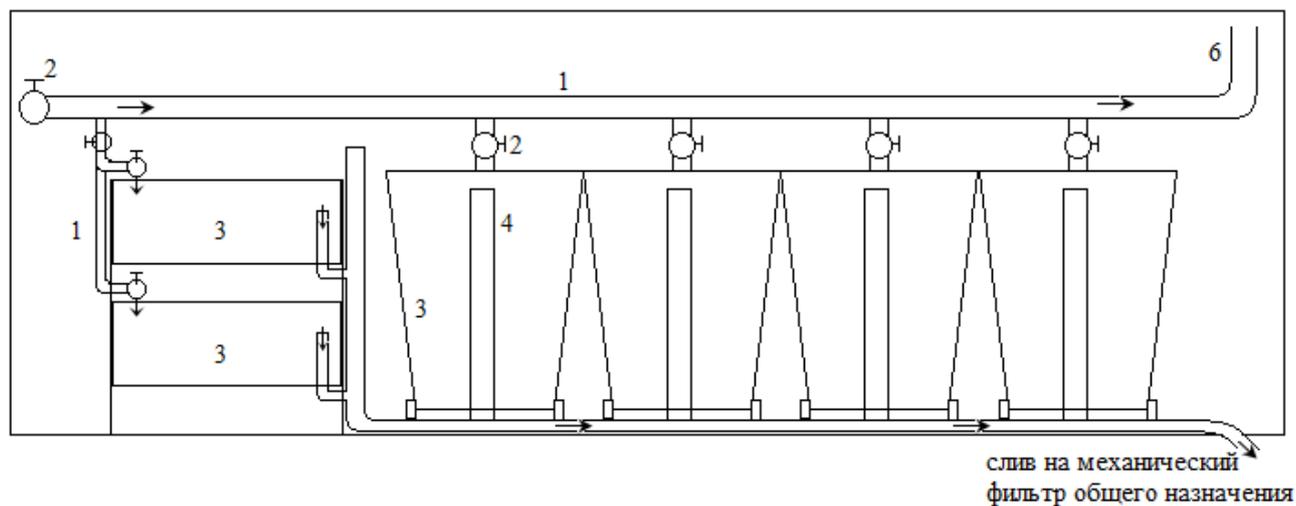


Рис. 69. Мнемосхема установки для выращивания посадочного материала стерляди при проточном водоснабжении предприятия:

- 1 – водоподающий трубопровод; 2 – краны; 3 – бассейны;
4 – уровневые трубки; 5 – сливной коллектор; 6 – дегазационная шахта

Водоподающий трубопровод доставляет воду к двум группам бассейнов: лотковым для выдерживания предличинок, подращивания и выращивания личинок и мальков и квадратным для выращивания посадочного материала. Возможно применение прямоугольных бассейнов. Круглые бассейны могут применяться, но при направлении потока воды вдоль стенок скорость ее течения будет чрезмерно высокая и у осетрят возникнут излишние траты энергии на сопротивление потоку воды.

Из бассейнов вода сливается через уровневые трубки в сливной коллектор и попадает в механический фильтр общего назначения, далее в мелиоративную сеть, водоем биологической фильтрации и возвращается на водозабор водоема – накопителя. Аналогичная мнемосхема при некоторых габаритных отличиях будет при размещении выростных бассейнов на открытой площадке под навесом. Водоснабжение осуществляется от механического фильтра грубой очистки с ячейей фильтрующей сетки 0,3 – 0,5 мм.

Мнемосхема выростного цеха с оборотной системой водоснабжения представлена на рис. 70. Очищенная в барабанном (дисковом) фильтре вода подается в биофильтр. В качестве наполнителя оптимально загружать в биофильтр гранулированный полиэтилен (диаметр 2,5 – 3 мм). Если в биофильтре барботаж постоянный, то такой режим называется биореакцией (биореактор). Если барботаж периодический – 1-2 раза (сут), то такой режим называется неорганизованной загрузкой биофильтра. В первом варианте 1 м³ наполнителя,

несущего колонии нитрифицирующих бактерий, способен утилизировать продукты метаболизма, исходящие из рыбы при съедании 20 – 25 кг корма в сутки. Во втором – 6 – 8 кг корма в сутки.

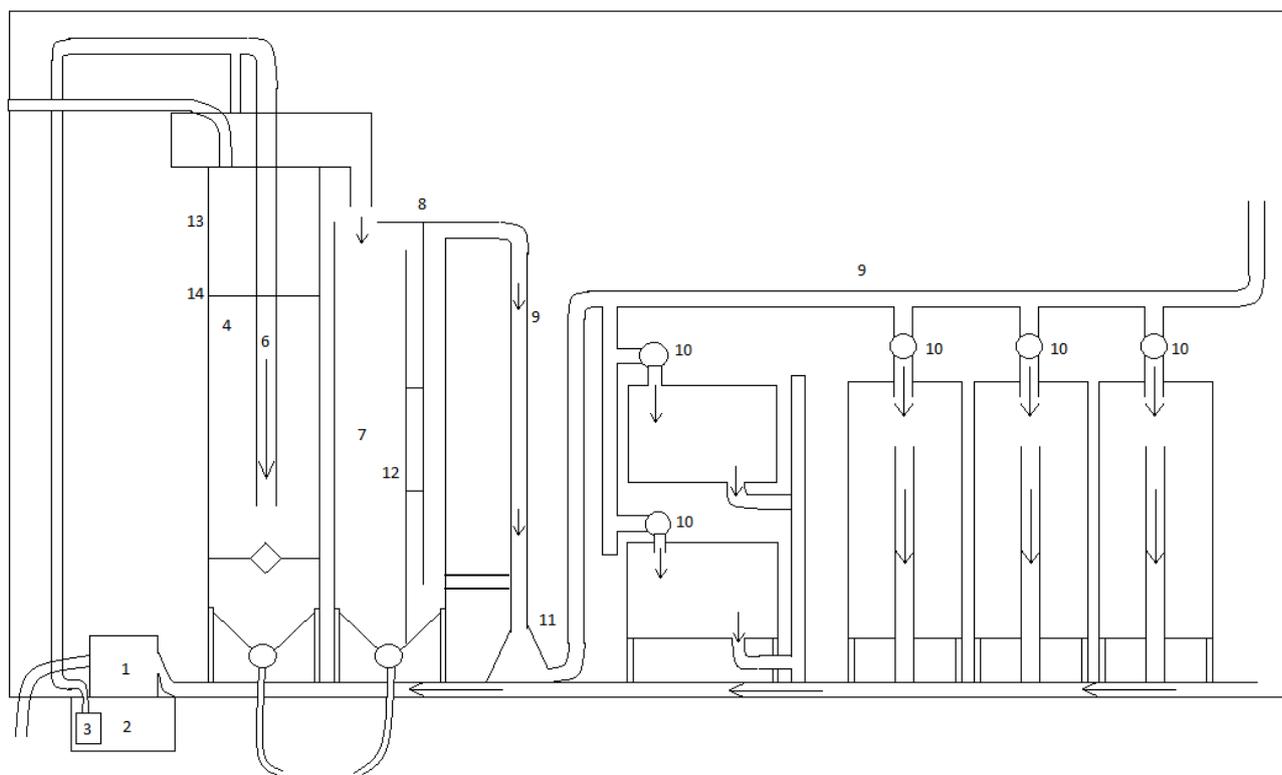


Рис. 70. Мнемосхема цеха выращивания посадочного материала стерляди при обратном водоснабжении:

- 1 – механический фильтр; 2 – бассейн приема очищенной воды; 3 – насос;
 4 – биофильтр; 5 – отбойник; 6 – напорная водоподающая труба;
 7 – дегазатор; 8 – перегородки; 9 – безнапорная водоподающая труба;
 10 – краны; 11 – оксигенатор; 12 – ультрафиолетовые лампы;
 13 – наполнитель; 14 – распылительная решетка

Из биофильтра вода попадает самотеком в дегазатор. Если используется режим неорганизованной загрузки биофильтра, то для удаления углекислого газа в первой камере дегазатора необходимо установить решетчатый распылитель с отверстиями до 1 мм. Подача на распылительную решетку сжатого воздуха приведет не только к барботажу и дегазации протекающей воды, но и захвату пузырьками воздуха органических частиц и удалению их через сливной коллектор с пеной.

В дегазаторе вода, пройдя через перегородки и ультрафиолетовые лампы, сливается в оксигенатор (безнапорный). Исключение из схемы насоса, нагнетающего воду в оксигенатор, обусловлено высотой перепада между сливной трубой дегазатора и оксигенатором (более 4 м).

В этом случае обеспечивается насыщение воды кислородом до 100 – 120 % и распределение ее самотеком по бассейнам. Из бассейнов вода попадает в сливной коллектор, который поставляет загрязненную воду к механическому

фильтру. Температура воды в установке выращивания посадочного материала регулируется (опосредованно) температурой воздуха в помещении цеха.

3.4. Предприятие по искусственному воспроизводству рыба

Местоположение предприятия логично определить на единственной в области нерестовой р. Шешупе, впадающей в р. Неман. По р. Неман молодь рыба осенью и весной скатывается в Куршский залив. Здесь она нагуливается до ухода в Балтийское море.

Обоснованным со всех позиций местом расположения предприятия может стать участок поймы р. Шешупе в нижнем бьефе плотины в пределах г. Краснознаменска. Высота падения воды с верхнего бьефа (после прохождения весеннего паводка) около 2,5 м. Это позволяет поднять на сваях площадку предприятия, на которой будет располагаться оборудование. При этом облегчается устройство отстойника для приема технологической воды и сбора осадка. Горизонтальная и вертикальная схемы размещения предприятия по искусственному воспроизводству рыба приведены на рис. 71, 72.

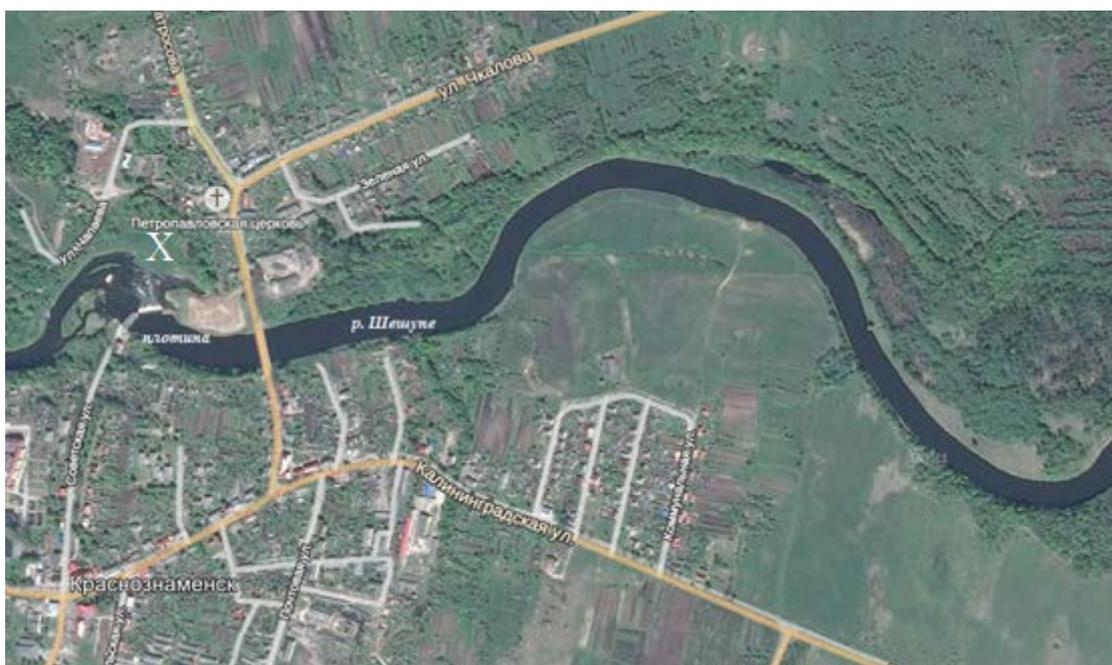


Рис. 71. Целесообразное местоположение предприятия по искусственному воспроизводству рыба (X)

Вода из верхнего бьефа собирается в трубопровод с расчетным диаметром, обеспечивающим пропуск необходимого количества воды. По трубопроводу она подается сначала в цех выращивания посадочного материала, затем в инкубационный цех, где установлены бассейны для производителей и инкубационные аппараты Вейса.

Такая последовательность в расположении цехов обеспечивает необходимую тишину для недоместицированных производителей рыба. Водоснабжение бассейнов и аппаратов независимое. Поскольку нерест рыба в

р. Шешупе проходит со второй половины апреля до первой половины июня, то температура воды в этот период может колебаться от 14 до 22 °С. Определенные коррективы в температурный режим могут вносить меняющиеся погодные условия.

Учитывая наличие порционного нереста у рыбака, нерестовый период (заготовка производителей) может растянуться до двух месяцев. Целесообразность изъятия производителей для искусственного воспроизводства в течение всего нерестового периода обусловлена стремлением сохранить генетическое разнообразие у потомства, получаемого в искусственных условиях.

Предлагаемое расположение предприятия обусловлено наличием инфраструктурных объектов (дороги, электроэнергия) и близостью к нерестилищам рыбака.

В соответствии с хронологией рыбоводного процесса отловленных в р. Шешупе производителей высаживают в бассейны, которые при больших размерах (4 × 2 × 1, 3 × 3 × 1 м и иных размерах) служат для преднерестового содержания; при малых размерах (2 × 1 × 0,8; 4 × 0,6 × 0,8; 1 × 1 × 1; 1,5 × 1,5 × 1; 2 × 2 × 1 м и иных размерах) – для нерестового содержания производителей на этапе их инъецирования. Для стабилизации режима преднерестового и нерестового содержания производителей на участке трубопровода, снабжающего водой инкубационный цех, целесообразно установить скоростной обогреватель воды. Это позволит исключить резкие изменения температуры воды, забираемой из р. Шешупе и подаваемой в инкубационный цех. Потребность в воде, подаваемой в бассейны и аппараты инкубационного цеха, определяется из расчета однократного водообмена в бассейнах и расхода воды в одном аппарате Вейса до 5 – 7 л/мин.

Соответственно приведенным расходным характеристикам рассчитывается диаметр труб на участке водоподачи и сброса воды. Особенностью водоснабжения такого типа предприятия является безнапорный характер прохождения воды по трубам на всех участках. Поэтому в приведенных ранее формулах скорость течения воды в трубопроводах следует брать в диапазоне значений 0,3 – 0,5 м/с. Наполнение трубопровода водой на участке подачи бассейнам следует учитывать на $\frac{3}{4}$, вводя дополнительный коэффициент 1,5. Скоростной нагреватель воды надо рассчитывать, исходя из целесообразности нагрева воды в период преднерестового, нерестового содержания, инкубации икры до 18 – 21 °С.

Для того чтобы исключить резкое (на 3 – 4 °С и более) повышение температуры воды при переводе производителей из живорыбного транспорта в бассейны для преднерестового выдерживания, в инкубационном цехе должны быть адаптационные бассейны.

В них вода при посадке производителей должна иметь температуру воды в реке. Далее с градиентом повышения $1 - 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ в сутки ее доводят до отмечаемой в бассейнах для преднерестового выдерживания производителей. Только после этого в них переводят производителей из адаптационных бассейнов.

Вылупившихся предличинок рыба, если имеется разница в температуре воды в аппаратах и реке до $2 - 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, в бассейне(-ах), сочлененном с инкубационной установкой, в течение 2–3 сут адаптируют к температуре речной воды и только после этого переводят в малые по размерам бассейны. При подращивании молоди до $0,5 - 1 \text{ г}$ ее переводят в большие бассейны. Малые бассейны целесообразно использовать для последующих сортировок молоди рыба, во время которых заполняют их молодью.

В летний период при возможном снижении концентрации кислорода в речной воде до $3 - 5 \text{ мг/л}$ и менее целесообразно подавать в воду кислород от емкости для хранения жидкого кислорода, оснащенной газификатором.

Место введения кислорода – часть трубопровода, заполненная протекающей водой (рис. 73) или распылительные трубки в бассейнах, как описывалось ранее в подразделе 3.3.3.

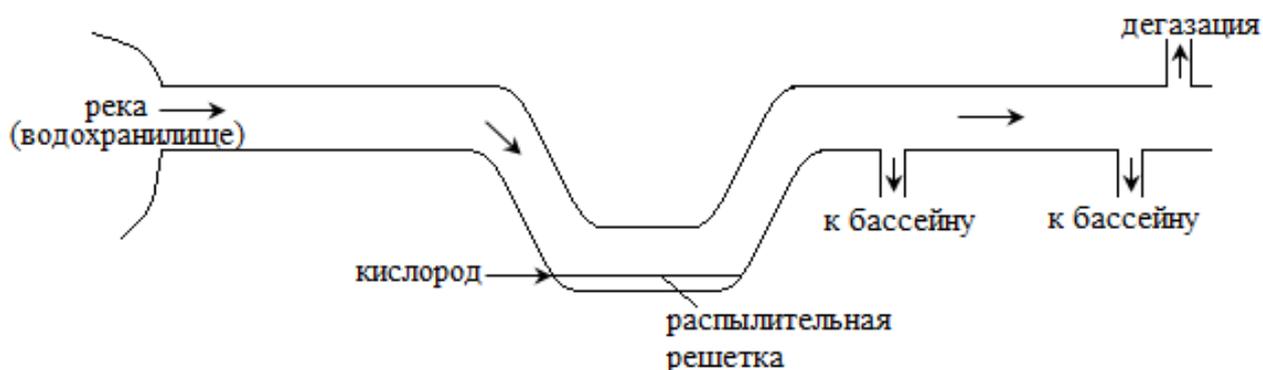


Рис. 73. Схема насыщения воды, подаваемой из реки (водохранилища) на предприятие, кислородом

Водоприемник сбрасываемой технологической воды типовой, оснащен вертикальными перегородками. Его задача осадить максимально возможное количество взвесей, выходящих из бассейнов. Откачка накапливающихся осадков может проводиться либо осенью после выпуска сеголетков, достигающих массы 1 г и более, либо весной после выпуска годовиков (или отгрузки для выпуска в местах, приближенных к Куршскому заливу).

С целью повышения величины промыслового возврата рыба, учитывая относительно малую кормовую емкость р. Шешупе и р. Неман, целесообразно часть молоди осенью и весной перевозить к устьевым участкам рек, впадающих в Куршский залив (р. Скирвит, р. Матросовка), по которым осуществляется нерестовый ход производителей и скат молоди. Придерживаясь известного положения, обосновывающего целесообразность предварительного (до двух – трех недель) выдерживания молоди на речной воде до момента ее выпуска,

следует предусмотреть создание мобильных технологических модулей (МТМ) [149].

Принципиально МТМ может быть построен по схеме, заложенной в основу создания мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ), используемой для преднерестового выдерживания производителей рыб, инкубации икры и подращивания молоди до различной массы в соответствии с технологией, имеющей специфику для каждого воспроизводимого вида [59]. Только в отличие от МРЛ в МТМ нет необходимости в инкубационном участке и бассейнах для выдерживания производителей. Основными техническими средствами в МТМ будут насосная станция и бассейны. При необходимости могут быть встроены в технологическую схему оксигенатор и механический фильтр грубой очистки. Первый устанавливается на участке трубопровода от насоса до бассейнов. Резерв кислорода для обогащения воды кислородом хранится в кислородных баллонах, вмещающих до 8 кг газа. Учитывая то, что выдерживание молоди в течение двух – трех недель до выпуска в реку будет проводиться при температуре воды не выше 15 °С, то растворимость кислорода в воде будет высокой. Поэтому следует признать, что ограниченный период оксигенации воды и высокая степень растворимости кислорода не потребуют большого объема газа.

Второй может быть представлен в упрощенном варианте в виде садка из мелкоячеистой дели (газа) с ячейей отверстий до 0,3 мм. Садок устанавливают в прибрежной зоне реки, закрепляя его с четырех сторон сваями или якорными оттяжками. В садок опускают всасывающий (водозаборный) участок трубопровода. При включенном насосе делевое полотно садка задерживает механические и органические частицы, а также биологические объекты. Размеры (габариты) садка зависят от производительности насоса и величины скорости потока на границе делевого полотна. Необходимо исключить травмирование молоди рыб при контакте с делевым полотном. Схематичное изображение такого механического фильтра представлено на рис. 74.

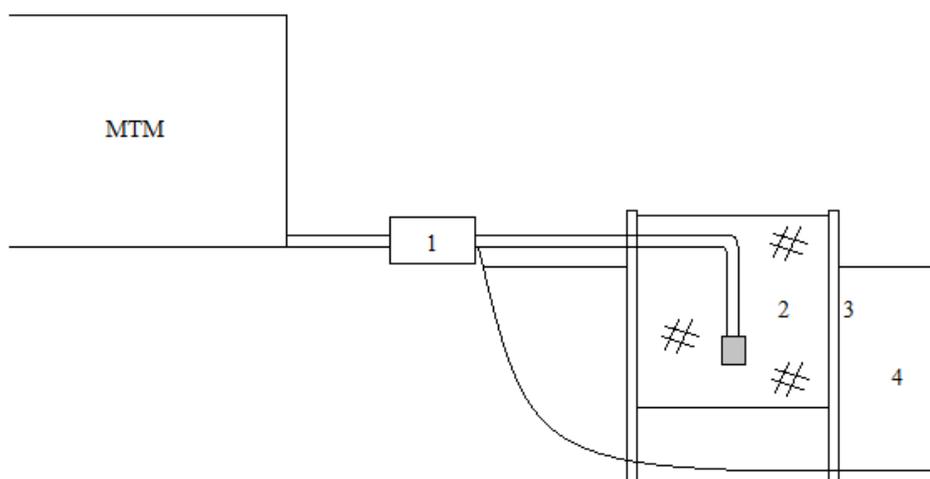


Рис. 74. Схема водозабора МТМ:
1 – насос, 2 – садок, 3 – свая, 4 – река

При высокой мутности воды в реке и заиливании делевого полотна садок периодически должен либо заменяться на чистый, либо промываться струей воды от насоса, направленной за пределы садка.

Еще одним техническим средством может быть передвижная электростанция, работающая либо на бензине, либо соляре. Ее применение целесообразно в случае размещения МТМ вдали от стационарных источников электроэнергии. Для выдерживания молоди рыба в МТМ стоит использовать квадратные либо круглые бассейны диаметром до 2 м, что дает возможность перевозки их в кузове грузового автомобиля (рис. 75). Преимуществом обладают бассейны, изготовленные из прорезиненной ткани (рис. 76). Они малогабаритные в сложенном состоянии, легко монтируются на месте на трубчатой арматуре.



Рис. 75. Пластмассовые бассейны для выращивания рыбы



Рис. 76. Бассейн из прорезиненной ткани для выращивания рыбы

Глубина воды в бассейнах для молоди массой 1 – 15 г до 1 м. Водообмен осуществляется один раз в час. Водоподающий трубопровод напорный, водоот-

водящий – безнапорный. Учитывая то, что к сентябрю-октябрю рекомендованной для выпуска в реки массы 1 – 2 г достигают не более 50 % выращенных сеголетков рыба, целесообразно оставлять на доращивание до весны рыб, масса которых менее 1 г. В этом случае стационарное предприятие в районе г. Краснознаменска должно быть оснащено теплонасосной установкой, обеспечивающей в течение октября-апреля подогрев воды, подаваемой в бассейны до 15 – 18 °С. При таком температурном режиме и кормлении молоди стартовым искусственным кормом можно ожидать, что к апрелю – маю рыбы достигнут средней массы около 3 – 5 г. Кормление личинок, мальков, сеголетков и годовиков рыба следует проводить с помощью автоматических кормораздатчиков, принцип работы которых сходен, имеется отличие в объеме бункера (камеры), вмещающего корм (рис. 77).



Рис. 77. Автоматический кормораздатчик

Более затратным по стоимости строительства и эксплуатационным характеристикам, но и более эффективным по скорости роста доращиваемой молоди и экономному расходованию воды, экологичности, сопряженной с минимизацией сброса в реку технологической воды, является предприятие, в основу функционирования которого положен принцип замкнутого водообеспечения.

Если за основу строительного решения взять размещение предприятия на сваях, аналогично описанному ранее, то решить вопрос утилизации органического осадка, улавливаемого механическим фильтром, можно путем строительства под предприятием бассейна. Накапливаемый осадок будет периодически откачиваться и в качестве органического удобрения вывозиться на поля. Экологичность предприятия просматривается и в существенном снижении забора воды из реки и, как следствие, сброса технологической воды. При проточном режиме водоснабжения предприятия в первом варианте на прирост одного килограмма массы рыб будет затрачиваться до 150 м³ воды, во втором, при использовании замкнутого цикла водообеспечения, – 150 – 200 л [151].

Исходя из того, что во всех УЗВ, формирующих структуру предприятия, на всех этапах производственного процесса можно создать управляемый температурный и газовый режим, то реальным становится увеличение доли выращенных до массы более 1 г сеголетков к сентябрю-октябрю, которые будут в этот период выпущены в реки. Отстающие в росте к апрелю-маю следующего года будут выращены до массы 5 – 10 г и более, что в совокупности повысит величину промыслового возврата. Однако чтобы закрепить у выпускаемой молодежи «хоуминг», в составе предприятия должна быть группа бассейнов, в которых молодь выдерживалась на проточной воде речного происхождения. Это очевидно, поскольку химический и запаховый фон в воде УЗВ отличен от речного.

С точки зрения строительной и экономической целесообразности бассейны для выдерживания молодежи перед выпуском можно сделать на нижнем свайном уровне. В качестве материала следует использовать бетон, чтобы удешевить строительство (рис. 78).

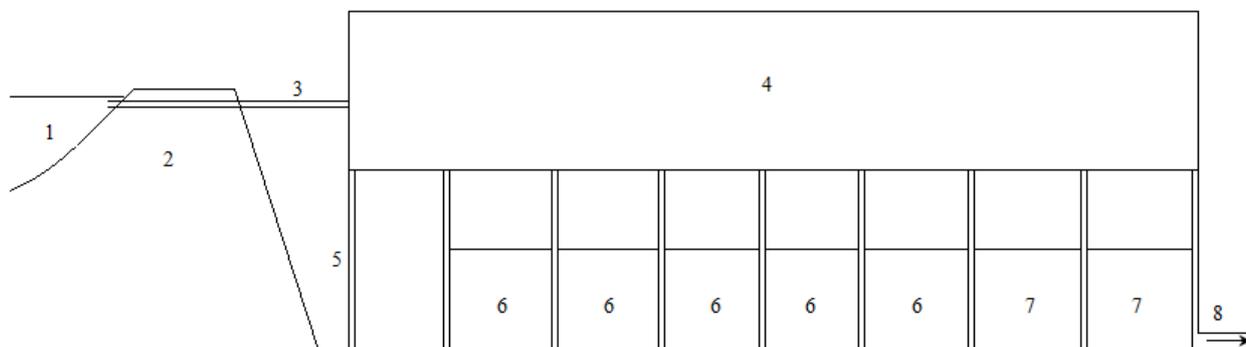


Рис. 78. Схематичный вертикальный разрез предприятия:
1 – водохранилище; 2 – плотина; 3 – водозаборная труба; 4 – производственные помещения предприятий; 5 – сваи; 6 – бассейны

Состав автономных УЗВ должен быть ориентирован на:

– выдерживание производителей и нерестовое (инъекционное) содержание;

- инкубацию икры;
- выдерживание и подращивание личинок;
- выращивание молодежи до выпуска в реки.

Поскольку водозабор в данном варианте предусмотрен из реки (водохранилища), то на первом этапе необходимо воду подвергнуть обеззараживанию с помощью озона. С этой целью вода, пройдя озонатор, должна попасть в накопительную емкость, в которую подается сжатый воздух. Барботаж позволяет эффективней освободиться от токсичных окислов, образующихся при контакте воды с озоном. При этом должен быть соблюден принцип «15 минут», т.е. время прохождения воды с момента контакта с озоном до попадания в бассейны с рыбой должно составлять не менее 15 мин.

Схематично УЗВ для выдерживания и нерестового содержания производителей представлена на рис. 79.

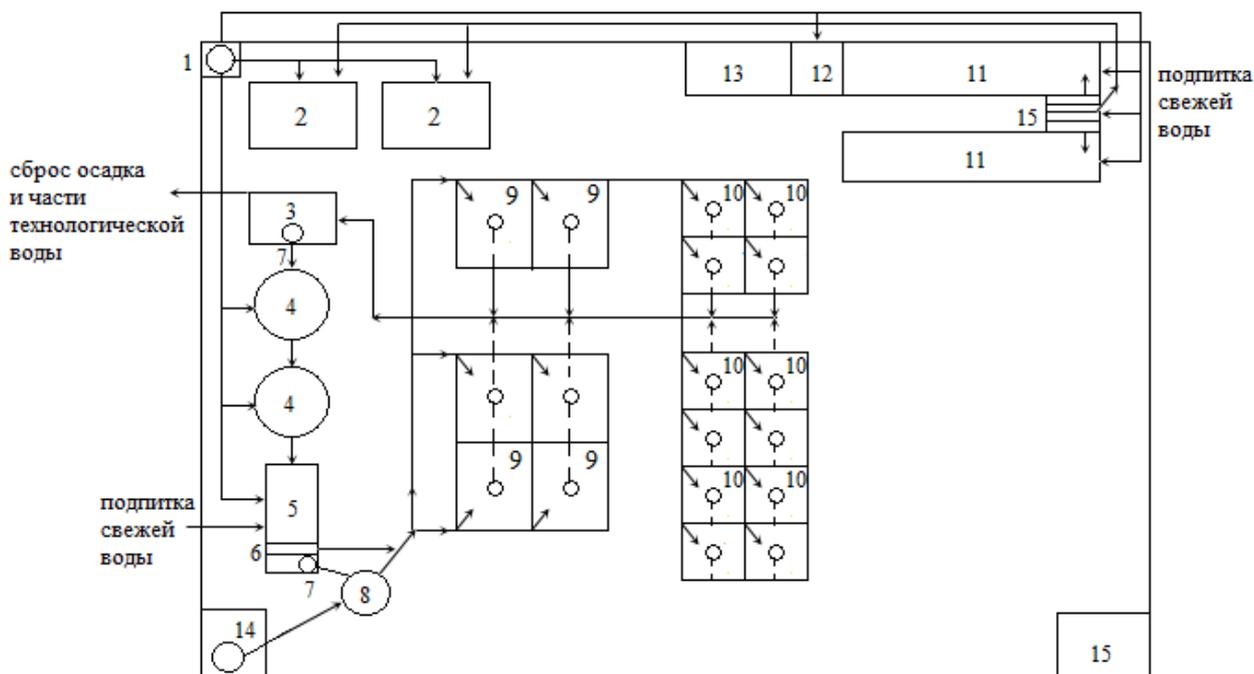


Рис. 79. План-схема участка (цеха) производителей рыба:

- 1 – компрессор; 2 – бассейны для профилактической обработки рыбы;
- 3 – механический фильтр; 4 – биофильтр; 5 – дегазатор;
- 6 – ультрафиолетовые лампы; 7 – насос; 8 – оксигенатор;
- 9 – бассейн для выдерживания производителей;
- 10 – бассейн для инъекционного содержания производителей;
- 11 – бассейн для накопления производителей перед сцеживанием половых продуктов;
- 12 – мойка; 13 – стол для работы с производителями;
- 14 – источник кислорода; 15 – направление подачи воды (воздуха, кислорода)

Отловленных в реке производителей рыба помещают в бассейны для профилактической обработки в солевом 2,5 %-ном растворе (экспозиция 5 мин). Профилактическая обработка продолжается в УЗВ путем создания концентрации малахитового зеленого или фиолетового «К» 0,1 мг/л. Интервал между обработками 1 – 2 сут.

В бассейны с соевым раствором в течение времени обработки направляется через распылители сжатый воздух. Сжатый воздух также подается в биофильтры и дегазатор.

После солевой обработки производителей переводят в бассейны преднерестового выдерживания УЗВ. Целесообразный размер бассейнов, учитывая частые проверки производителей по степени готовности к нересту, 2×2 м или 3×3 м. Могут использоваться круглые бассейны. Глубина воды в бассейнах 0,8 – 1 м. Водообмен осуществляется один раз в час. После установления близкой степени готовности к нересту производителей переводят в

инъекционные бассейны, в которых рыб держат отдельно по полу. Размер бассейнов, позволяющий легко манипулировать производителями, 1×1 м. Глубина воды в бассейнах 0,5 – 0,6 м. Водообмен происходит один раз в час.

При установлении факта «текучести» половых продуктов производителей перемещают в бассейны накопления для подготовки к сцеживанию. В эти бассейны подается вода через водонагреватель (при необходимости) и ультрафиолетовую лампу. Постоянно через распылители подается сжатый воздух. Сцеживание половых продуктов проводится на рабочем столе. Для осеменения, обесклеивания и промывки икры используется вода, прошедшая через ультрафиолетовую лампу.

Поскольку в установке содержание производителей не предполагает их кормление, то в качестве механического фильтра можно использовать фильтр со стабильным наклонным сетным полотном с размером ячеек сетки 0,5 – 1 мм (рис. 80).



Рис. 80. Механический фильтр

Из механического фильтра очищенная вода насосом подается на биофильтры. В качестве биофильтров целесообразно применение конструкции с неорганизованной загрузкой гранулированного полиэтилена (диаметр гранул 4-5 мм). Внутренняя сетка короны биофильтра выполнена из перфорированной сетки с диаметром отверстий 3 мм (рис. 81). Из биофильтров вода самотеком сливается в дегазатор со встроенными в его корпус ультрафиолетовыми лампами. Из дегазатора один поток воды (1/3 часть) насосом подается на оксигенатор, второй (2/3 части) – соединяется с первым после его выхода из оксигенатора. Смешанная, насыщенная кислородом вода подается в бассейны, пройдя которые возвращается на механический фильтр.

На биофильтры воздух подается для периодического барботажа слоя гранул, в дегазатор – для усиления выхода в атмосферу углекислого газа и удаления с пеной выносимых из биофильтров органических частиц.



Рис. 81. Внешний вид биологического фильтра

Источником кислорода могут служить кислородные баллоны или же подведенный кислородопровод от общей для предприятия генерации кислорода (генератор кислорода, емкость для хранения жидкого кислорода с газификатором). Схематично УЗВ для инкубации икры рыба представлена на рис. 82.

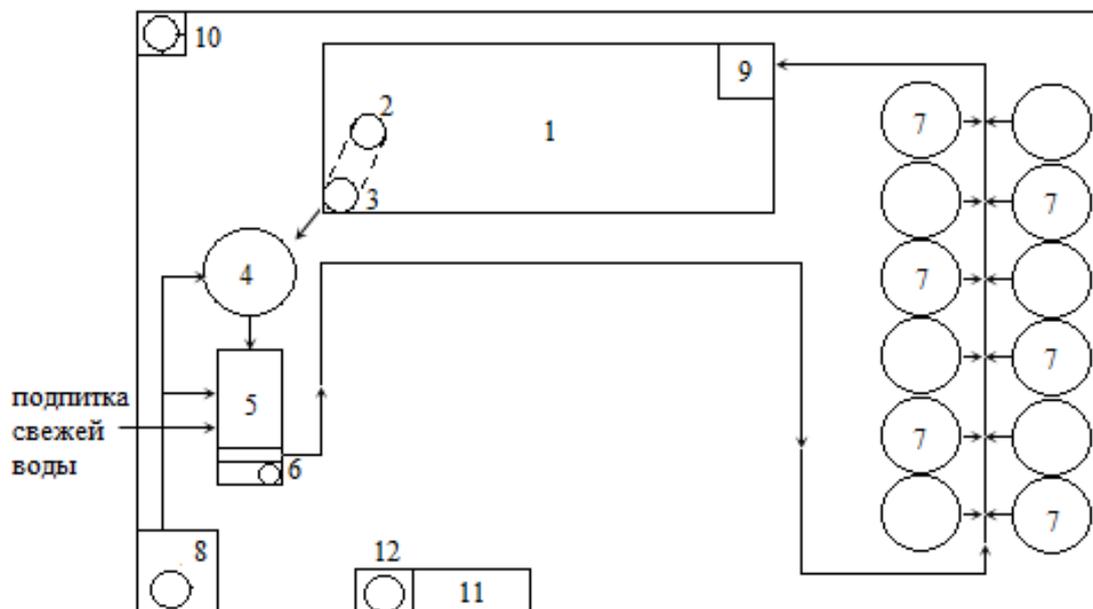


Рис. 82. План-схема УЗВ для инкубации икры рыба:
 1 – бассейн для приема воды; 2 – сливное отверстие; 3 – насос; 4 – биофильтр;
 5 – дегазатор; 6 – ультрафиолетовые лампы; 7 – аппарат Вейса; 8 – компрессор;
 9 – синтепоновый съемный фильтр; 10 – кондиционер

Вода, выходящая из аппаратов Вейса, попадает на синтепоновый фильтр и далее в бассейн приема воды (перед вылуплением предличинок синтепоновый фильтр убирается, а сливная труба наращивается так, чтобы конец ее был опущен под поверхность воды в бассейне). Из бассейна вода через сливное отверстие подается на насос и нагнетается в биофильтр кипящего слоя (постоянный барботаж гранул полиэтилена). Из биофильтра вода самотеком направляется в дегазатор, к которому подведен воздух от компрессора. Через распылительную решетку воздух нагнетается в толщу воды и насыщает ее кислородом. Далее вода омывает встроенные ультрафиолетовые лампы и самотеком попадает на аппараты Вейса. Такая схема учитывает, что период инкубации икры согласуется со сроками заготовки производителей (до 1,5 мес.). При условии, что инкубация будет ориентирована на одну партию икры, продолжительность ее не превысит 5 сут.

В этом случае при последовательном чередовании отдельных партий икры может быть предположена иная схема установки для инкубации икры (рис. 83).

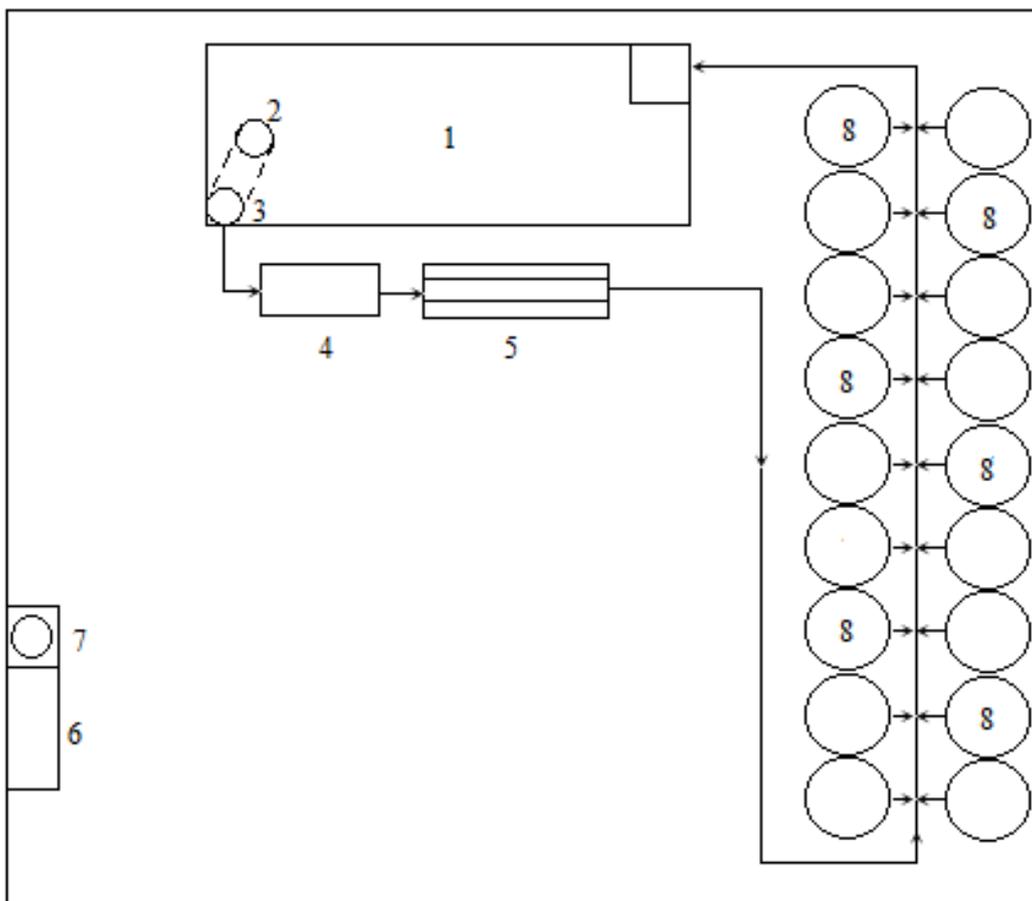


Рис. 83. План-схема инкубационной установки:

- 1 – бассейн приема воды и предличинок; 2 – сливное отверстие; 3 – насос;
- 4 – колонка (кассета) с активированным углем; 5 – ультрафиолетовая лампа;
- 6 – рабочий стол; 7 – мойка; 8 – аппарат Вейса

При этом вода из бассейна насосом подается на колонку активированного угля (абсорбент), далее проходит зону ультрафиолетового облучения и попадает в аппараты Вейса. Объем воды в приемном бассейне должен не менее чем в 20 – 30 раз превышать объем воды в аппаратах Вейса. Данный вариант учитывает, что при появлении в аппаратах первых предличинок икры сифоном сливают в эмалированные тазы и партиями по мере вылупления направляют в бассейны для выдерживания предличинок.

Допускается накопление выносимых из аппаратов предличинок в приемном бассейне. В этом случае на сливное отверстие устанавливается уровневая трубка с фонарем из газа.

Схема установки для выдерживания предличинок и подращивания личинок представлена на рис. 84.

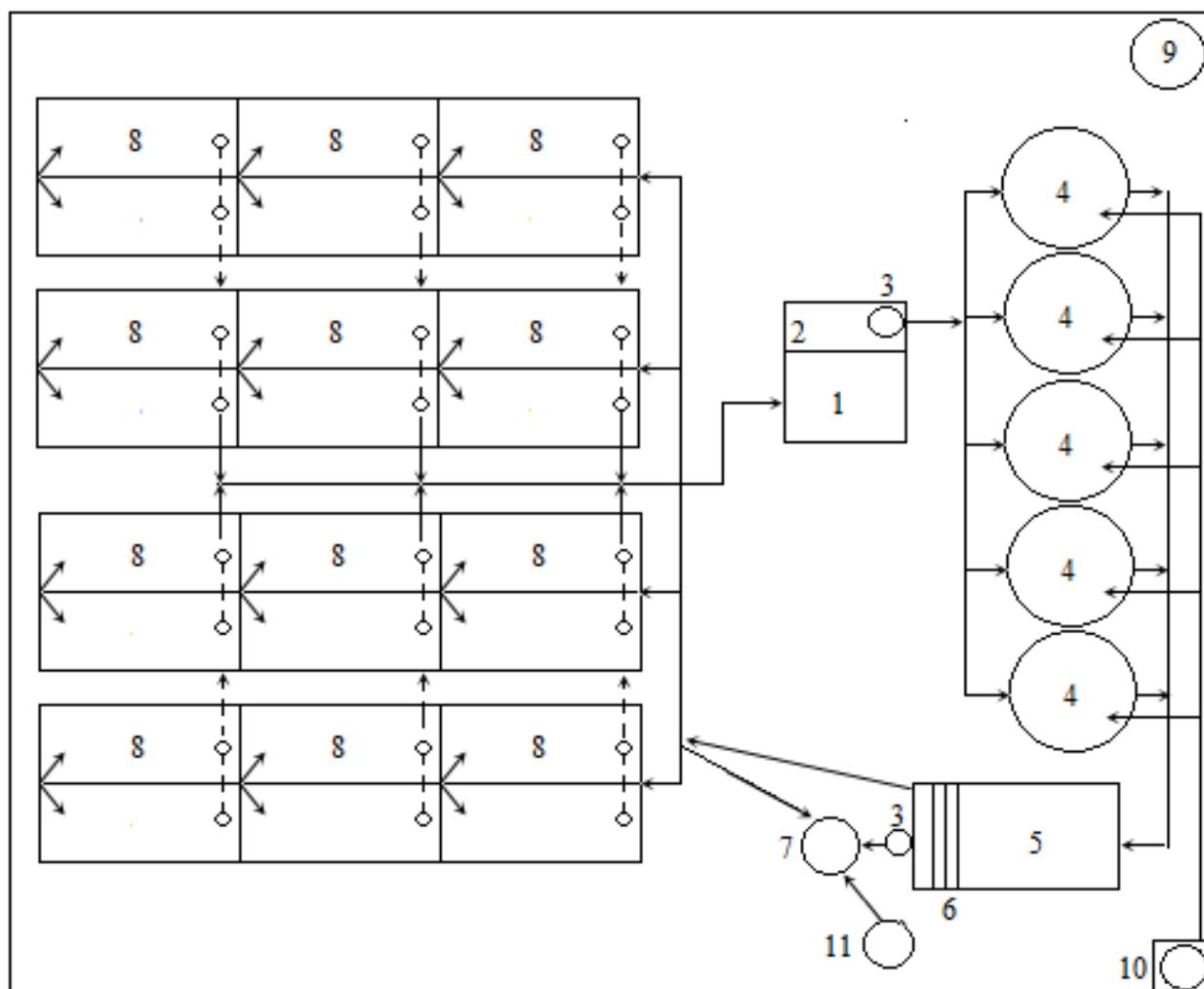


Рис. 84. План-схема участка (цеха) выдерживания и подращивания личинок:

- 1 – барабанный механический фильтр;
- 2 – бассейн для приема очищенной воды; 3 – насос; 4 – биофильтр;
- 5 – дегазатор; 6 – встроенные ультрафиолетовые лампы; 7 – оксигенатор;
- 8 – бассейны; 9 – кондиционер; 10 – компрессор; 11 – источник кислорода

Для выдерживания предличинок и выращивания личинок (средняя масса 50 – 100 мг) целесообразно использовать прямоугольные бассейны с фронтальной подачей воды. Размер бассейнов, как правило, $2 \times 0,5(0,7) \times 0,5$ с уровнем воды 0,2 – 0,4 м. Водообмен до двух раз в час. Из бассейнов вода сливается в единый коллектор и подается к барабанному механическому фильтру (размер ячее сетного барабана 40 – 50 мк). Из фильтра очищенная вода сливается в бассейн, из которого погружным насосом подается на биофильтр, из биофильтра – самотеком в дегазатор. В дегазаторе при постоянном барботаже удаляются углекислый газ и частицы органики, выносимой из биофильтров. Из дегазатора $1/3$ воды насосом подается на оксигенатор (рис. 85). После выхода из оксигенатора этот объем воды соединяется с $2/3$ воды, выходящей из дегазатора, и подается на бассейны.



Рис. 85. Оксигенатор конусного типа

Температура воды в УЗВ определяется температурой воздуха в помещении, поддерживаемой кондиционером.

Схема установки для выращивания молоди рыба представлена на рис. 86.

Принцип эксплуатации этой УЗВ не отличается от такового ранее описанной. Основные отличия заключаются в размерах бассейнов (предпочтительно квадратные с размером сторон 3 – 4 м, уровнем воды 0,6 – 1 м), количестве и размерах биофильтров (предпочтительно кипящего слоя), производительности и размерах механического фильтра и оксигенатора.

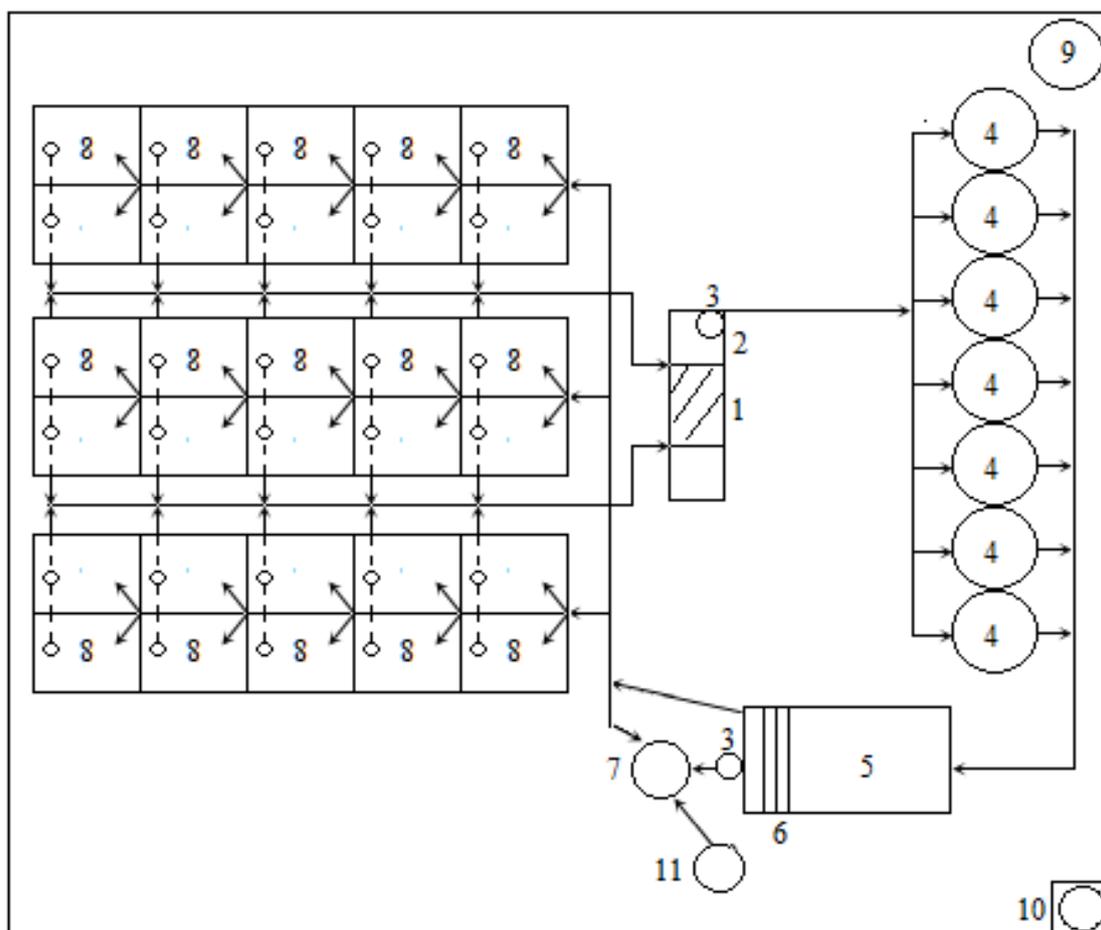


Рис. 86. План-схема участка (цеха) выращивания молоди рыбка:
 1 – барабанный механический фильтр;
 2 – бассейн для приема очищенной воды; 3 – насос; 4 – биофильтр;
 5 – дегазатор; 6 – встроенные ультрафиолетовые лампы; 7 – оксигенатор;
 8 – бассейны; 9 – кондиционер; 10 – компрессор; 11 – источник кислорода

3.5. Предприятие по искусственному воспроизводству линя, леща, серебряного карася

При искусственном воспроизводстве линя следует обращать внимание на водоподготовку на участке от водозабора до бассейнов с рыбой. Поскольку личинки линя крайне восприимчивы к поражению паразитическими простейшими и смертность может быстро, в течение 2 – 3 сут, достичь 70 – 90 %, то при использовании в качестве водисточника поверхностных вод полное обеззараживание воды возможно только в результате ее озонирования. Ультрафиолетовое излучение не позволит полностью избавиться от простейших. Вопрос обеззараживания актуален в случае размещения предприятия в береговой зоне рек, впадающих в Куршский залив. Поскольку наиболее крупные популяции линя обитают в реках Немонин, Тимбер, Ржевке, Немонинке, то для того чтобы обеспечить массовое зарыбление Куршского залива молодью линя, предприятие целесообразно располагать в районе, включающем бассейны этих рек. С учетом того, что артезианская вода в этом районе солоноватая и насыщена же-

лезом, желательно использовать в качестве водоисточников названные реки. Поэтому после механической фильтрации вода должна направляться на озонатор и в емкость, куда подается через распылитель сжатый воздух. Объем емкости должен, с одной стороны, обеспечить снятие токсичности (принцип «15 минут»), с другой – обеспечить постоянный водообмен в бассейнах.

Поэтому возможны две технологические схемы:

- ориентированная на постоянную прочность и постоянный водозабор:
- ориентированная на ограниченный, периодический водозабор и оборотное водоснабжение.

По первой схеме для поддержания постоянной проточности водозабор из реки идет круглосуточно. Для обеззараживания воды и накопления необходимо использовать емкость, объем которой обеспечит прохождение воды с момента попадания в емкость до попадания в бассейны не менее чем за 15 мин.

В том случае, если объем воды в бассейнах составит 50 м^3 , а водообмен один раз в час, то объем воды в емкости должен быть не менее 12 м^3 . Обязательно, чтобы весь объем воды подвергался интенсивному барботажу. Для того чтобы сохранить поступательность прохождения воды в накопительной емкости, устраивают перегородки (рис. 87).

По второй схеме объем накопительной емкости будет соответствовать объему ежесуточной подпитки. При объеме воды в УЗВ 40 м^3 , 10 %-ной подпитке в сутки объем накопительной емкости составит 4 м^3 . Конструктивно такая емкость будет отличаться от описанной ранее. В этой емкости нет необходимости устройства перегородки и интенсивного барботажа, но целесообразно сохранить систему распыления сжатого воздуха в придонной части. Достаточно обеспечить медленное перемешивание всего объема воды в емкости в течение суток хранения. Наличие вентиляционного отверстия обязательно.

ЦУРЭН (Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе, нормативам и акклиматизации), обосновывая новую нормативную базу, указало на отсутствие биологического и экономического эффекта от зарыбления рыбохозяйственных водоемов личинками рыб, нерест которых проходит при температуре воды выше $10 - 12 \text{ }^\circ\text{C}$. Поэтому для воспроизводства этих рыб показано зарыбление подрощенной молодью, возможно зарыбление мальками, если для выпускаемых рыб есть естественные укрытия от хищников (в том числе рассматривается как укрытие интенсивное цветение воды) или их поведенческие особенности позволяют адекватно приспособляться к условиям среды обитания.

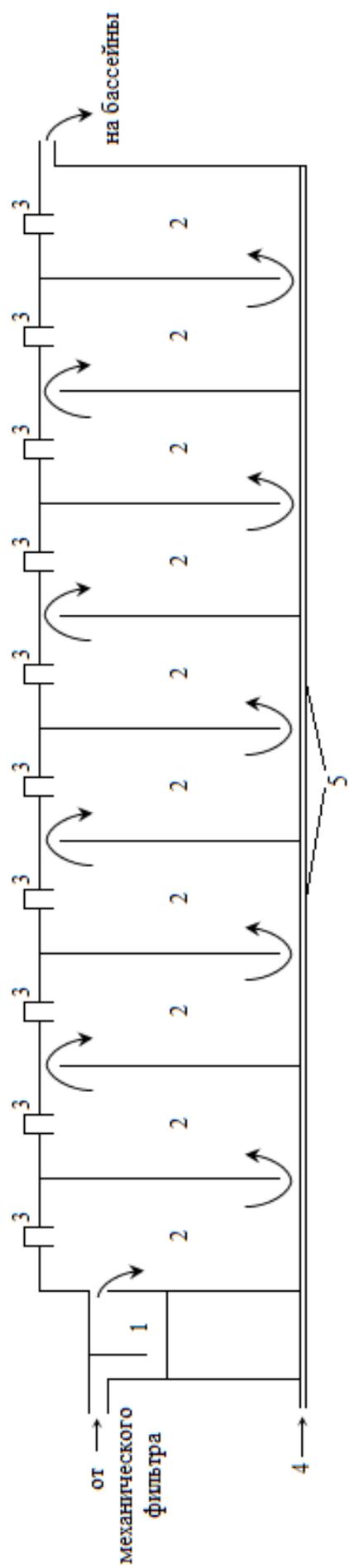


Рис. 87. Схематичное изображение емкости-накопителя:
 1 – озонатор; 2 – отсеки накопительной емкости; 3 – вентиляционные шахты; 4 – компрессор;
 5 – распылительные решетки; → – направление потока воды (воздуха)

Зарыбление сеголетками в октябре – ноябре предпочтительно, поскольку к этому времени пищевая активность хищников резко снижается.

План-схема предприятия, функционирующего в проточном режиме, представлена на рис. 88.

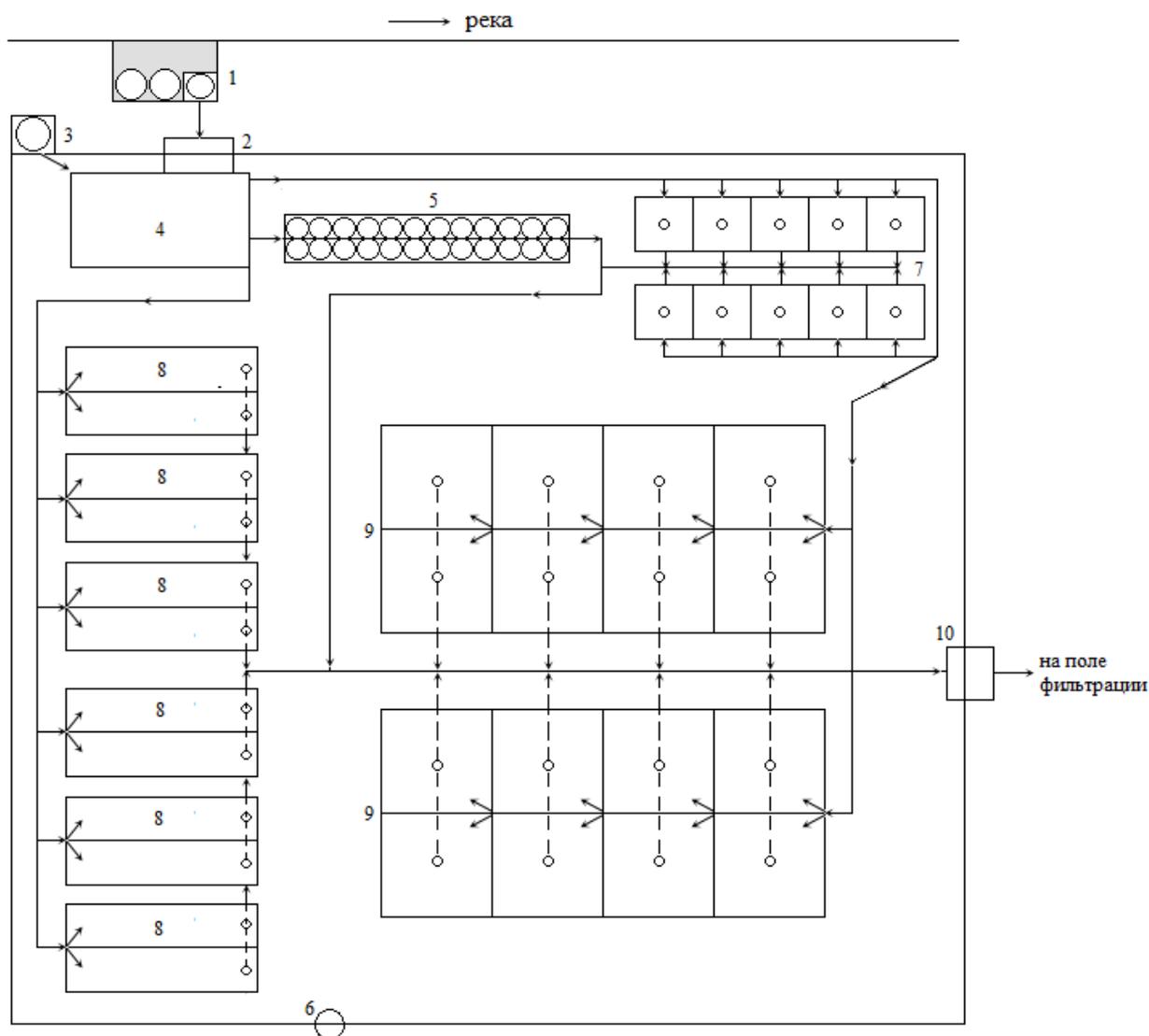


Рис. 88. План-схема предприятия по выращиванию молоди линя:

- 1 – механический фильтр; 2 – озонатор; 3 – компрессор;
- 4 – емкость-накопитель; 5 – стойка аппаратов Вейса; 6 – вентилятор;
- 7 – бассейны для производителей; 8 – бассейны для личинок;
- 9 – бассейны для молоди; 10 – колодец для приема сточной воды

Представленный вариант механического фильтра – консервативный, но надежный, состоящий из обратного песчано-гравийного фильтра, колодцев приема очищенной воды и погружного насоса. Далее вода поступает в накопительную многофункциональную емкость, из последнего отсека которой имеются три выхода воды. Один – на стойку аппаратов Вейса. Второй – на бассейны для содержания молоди. Третий – на бассейны для личинок линя.

Пройдя аппараты и бассейны, технологическая вода сбрасывается в отстойник, далее – на поля фильтрации.

Постоянный барботаж в емкости-накопителе должен обеспечивать достаточное насыщение воды кислородом.

Кормление личинок и молоди целесообразно проводить с помощью автоматических кормораздатчиков (рис. 89).



Рис. 89. Автоматические кормораздатчики

План-схема предприятия с оборотной системой водоснабжения представлен на рис. 90.

На план-схеме выделены три автономные УЗВ. Первая – установка для инкубации икры, включающая две составляющие конструкции: стойку аппаратов Вейса и систему очистки воды. В последнюю входят бассейн-накопитель воды, выходящей из аппаратов и стекающей через синтепоновый фильтр, встроенные ультрафиолетовые лампы, колонки (отсеки) с активированным углем и насос, возвращающий очищенную воду на стойку аппаратов Вейса.

Вторая УЗВ – для производителей в режиме преднерестового и инъекционного содержания.

После выпуска производителей и дезинфекции УЗВ целесообразно использовать для выращивания молоди. Используют бассейны со сторонами 1 – 1,5 м и глубиной до 1 м. Водообмен осуществляется в бассейнах один раз в час. Автоматические кормораздатчики используют только при выращивании молоди.

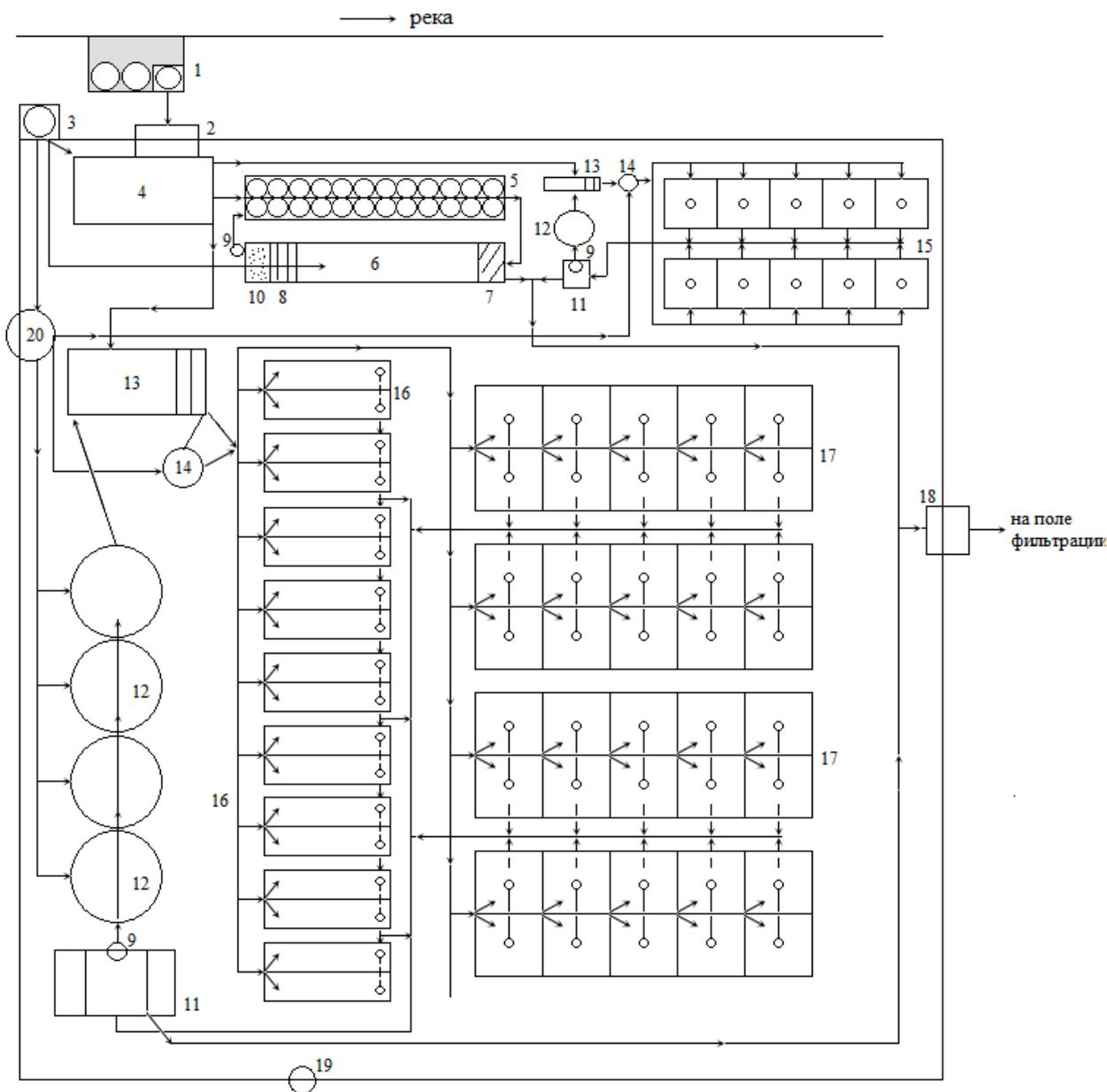


Рис. 90. План-схема предприятия по выращиванию молоди линя:
 1 – механический фильтр; 2 – озонатор; 3 – компрессор; 4 – емкость-накопитель;
 5 – стойка аппаратов Вейса; 6 – бассейн; 7 – синтепоновый фильтр;
 8 – ультрафиолетовые лампы; 9 – насос; 10 – колонка активированного угля;
 11 – механический фильтр; 12 – биофильтр; 13 – дегазатор; 14 – оксигенатор;
 15 – бассейны для производителей; 16 – бассейны для личинок;
 17 – бассейны для молоди; 18 – колодец для загрязненной воды;
 19 – вентилятор; 20 – источник кислорода, направление потока воды
 (воздуха, кислорода)

Третья установка – для выращивания личинок и молоди. Как в ранее показанной установке, вода из бассейнов попадает на механический фильтр (во второй – это фильтр со стабильным сетным полотном, в третьей – барабанный фильтр). Из механического фильтра (в барабанном – из бассейна) вода насосом подается в биологические фильтры. Во второй установке это биофильтр с неор-

ганизованной загрузкой гранулированного полиэтилена. В третьей – биофильтры кипящего слоя. Из биофильтров вода попадает в дегазатор со встроенными ультрафиолетовыми лампами. Из дегазатора часть воды проходит через оксигенатор. Объединенный поток насыщенной кислородом воды поступает в бассейны. В качестве источника кислорода возможно использование генератора кислорода или баллонов с техническим кислородом. Сжатый воздух подается в емкость-накопитель, в бассейн инкубационной установки, в биофильтры.

Искусственное воспроизводство леща и серебряного карася целесообразно проводить вблизи естественных нерестилищ выделенных групп леща, а также серебряного карася. Причем для целей зарыбления рекреационных водоемов (Куршского залива при обоснованности) следует использовать потомства крупных «красного» и «черного» лещей.

Учитывая то, что к октябрю молодь леща и серебряного карася по массе превышает, как правило, 5 – 10 г, то стоит использовать для искусственного воспроизводства техническую схему проточного предприятия, описанную для линя. После кратковременного выдерживания в бассейнах при нерестовой температуре производителям делают гипофизарные инъекции и получают зрелые половые продукты. Вслед за осеменением и обесклеиванием икру закладывают на инкубацию. После инкубации предличинок помещают на выдерживание и подращивают личинок в прямоугольных бассейнах размером 2×0,5×0,5 м с уровнем воды 0,2 – 0,4 м. Подрощенных до 100 мг личинок переводят на выращивание в квадратные бассейны размером 1,5-2×1,5-2 м. Уровень воды 0,6 – 0,8 м. Такие же бассейны по форме, но меньше по размеру (1×1×0,8 м) применяют для содержания производителей. Для кормления личинок и молоди применяют автоматические кормораздатчики.

3.6. Предприятия по искусственному воспроизводству белого толстолобика и белого амура

Автономность и круглогодичный режим работы предприятия обеспечивают выращивание основного количества рыб в течение 2,5 – 3 мес. до средней массы 3 г. Минимальная продолжительность выращивания до массы 100 – 200 г – 11 – 12 мес. Достижение таких весовых кондиций (со 100 до 200 г) возможно, если в течение всего времени температура воды будет не менее 20 – 23 °С. Для белого амура целесообразно в течение всего года вводить в рацион питания мягкую водную растительность с круглогодичным циклом произрастания. Поэтому техническая сторона предприятия должна учитывать наличие емкостей и устройств для культивирования водных растений.

Целесообразно рассмотреть два варианта технического обеспечения предприятия по искусственному воспроизводству растительноядных рыб.

Первый основан на проточном режиме водообеспечения. С учетом того, что начало работ по выращиванию уместно начинать не позднее середины мая (чтобы к середине июля средняя масса зарыбляемой молоди была около 3 г), то подогрев воды до 25 – 27 °С становится обязательным. Только в этом случае к

моменту выпуска в Куршский залив молодь достигнет средней массы 3 г и у нее сформируется специфичный характер питания. До конца вегетационного сезона сеголетки белого толстолобика и белого амура достигнут средней массы 10 – 20 г, что позволит успешно пройти зимовку.

План-схема предприятия, функционирующего в проточном режиме, представлен на рис. 91. С учетом ранее сказанного при водозаборе из поверхностного водоисточника целесообразно воду подвергать озонированию. Из-за больших затрат энергии на подогрев воды при проточном режиме водообеспечения технологический цикл следует ограничить периодом выращивания молоди до 3 г.

Вода, прошедшая через механический песчано-гравийный фильтр, собирается в колодцах и погружным насосом подается в озонатор. Из озонатора – в многосекционную емкость-накопитель, конструкция которой описана ранее. Из емкости-накопителя вода самотеком попадает в скоростной нагреватель воды и далее к бассейнам. Для выращивания личинок растительноядных рыб до массы 1 г целесообразно использовать прямоугольные бассейны размером $4 \times 0,5(0,7) \times 0,5(0,7)$ м. Уровень воды в начале выращивания 0,2 м. При достижении массы 50 мг – 0,4-0,6 м. Водообмен в бассейнах один-два раза в час. Для выращивания мальков после сортировки на три размерных группы целесообразно использовать квадратные бассейны размером $2 \times 2 \times 1,2$ м с уровнем воды 1 м. Водообмен в бассейнах один раз в час. На первом этапе выращивания личинок, в первые 5 – 7 сут, кормление производится науплиями артемии. Для инкубации цист артемии используют стойку цилиндрических аппаратов емкостью от 7 до 20 л каждый. Для отмывки науплий от солевого раствора и отделения чистой культуры используют стол с мойкой, к которому подведена вода от общей системы водоснабжения.

По завершении кормления живым кормом личинок переводят на кормление искусственным стартовым кормом. Размер крупки корма при массе личинок от 3 – 5 до 50 мг 0,05 мм, при массе личинки от 50 до 100 мг 0,05-0,1 мм. Далее размер крупки сохраняется вплоть до достижения массы 3-4 г у белого толстолобика. Для молоди белого амура при массе тела 100-500 мг размер крупки 0,1-0,3 мм. При массе 500-1000 мг – 0,6-0,8 мм. При массе 3000-5000 мг – 0,8-1,0 мм.

Целесообразно по достижении молодью белого амура массы 2 г в бассейны вносить небольшое количество мягкой водной растительности в количестве до 300 – 500 г на бассейн, раз в три дня заменяя ее на новые растения. Растения после отлова в водоеме следует тщательно промыть, затем поместить в профилактический раствор метиленовой сини концентрацией 1 г на 100 л воды.

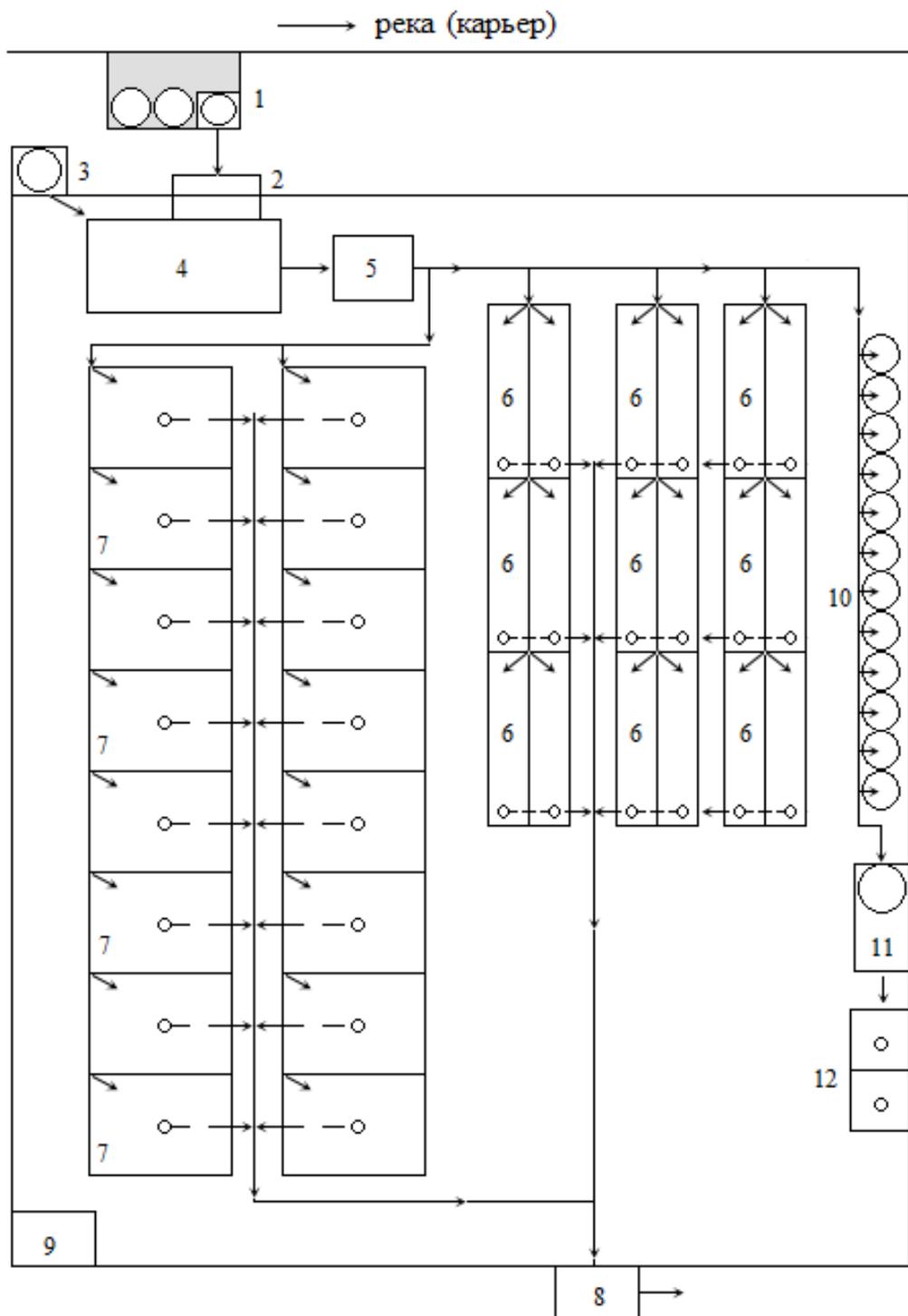


Рис. 91. План-схема предприятия по выращиванию молоди растительноядных рыб:

- 1 – механический фильтр; 2 – озонатор; 3 – компрессор;
- 4 – многофункциональная накопительная емкость;
- 5 – скоростной нагреватель воды (тепловой насос);
- 6 – прямоугольные бассейны; 7 – квадратные бассейны;
- 8 – приемный колодец для сбора осадка; 9 – вентилятор;
- 10 – стойка аппаратов для инкубации цист артемии;
- 11 – стол с мойкой для промывки науплий артемии;
- 12 – емкости для отмывки и обработки водных растений

После часовой экспозиции растения необходимо тщательно промыть и только после этого помещать в бассейны с рыбой.

Кормление личинок и мальков целесообразно осуществлять с помощью автоматических кормораздатчиков, устанавливаемых на бассейнах. Программа кормлений выведена на единый пульт управления.

Сортировку проводят один раз при достижении молодью средней массы 1 г с помощью сортировальных ящиков (рис. 92).



Рис. 92. Сортировальные ящики

Вышедшая из бассейнов вода по сливному коллектору попадает в приемный колодец, где осаждаются органические частицы, а далее подается на поле фильтрации.

Второй вариант, учитывающий целесообразность доращивания части молоди растительноядных рыб до весны следующего года, основан на рециркуляции воды по замкнутому циклу с частичной подменой воды. План-схема такого предприятия представлен на рис. 93.

Озонированная вода подается в емкость-накопитель, в которой осуществляется постоянный барботаж воздухом от компрессора. Из емкости накопителя вода подается в дегазатор в объеме 5 – 10 % от общего в УЗВ для компенсации сбрасываемой с осадком из механического фильтра. Выходящая из бассейнов вода самотеком поступает в барабанный фильтр. Очищенная вода стекает в бассейн, из которого погружным насосом подается на биофильтры. Из биофильтров вода поступает в дегазатор со встроенными ультрафиолетовыми лампами. В дегазатор и биофильтры постепенно подается сжатый воздух. Биофильтры работают в режиме кипящего слоя (биореакторы).

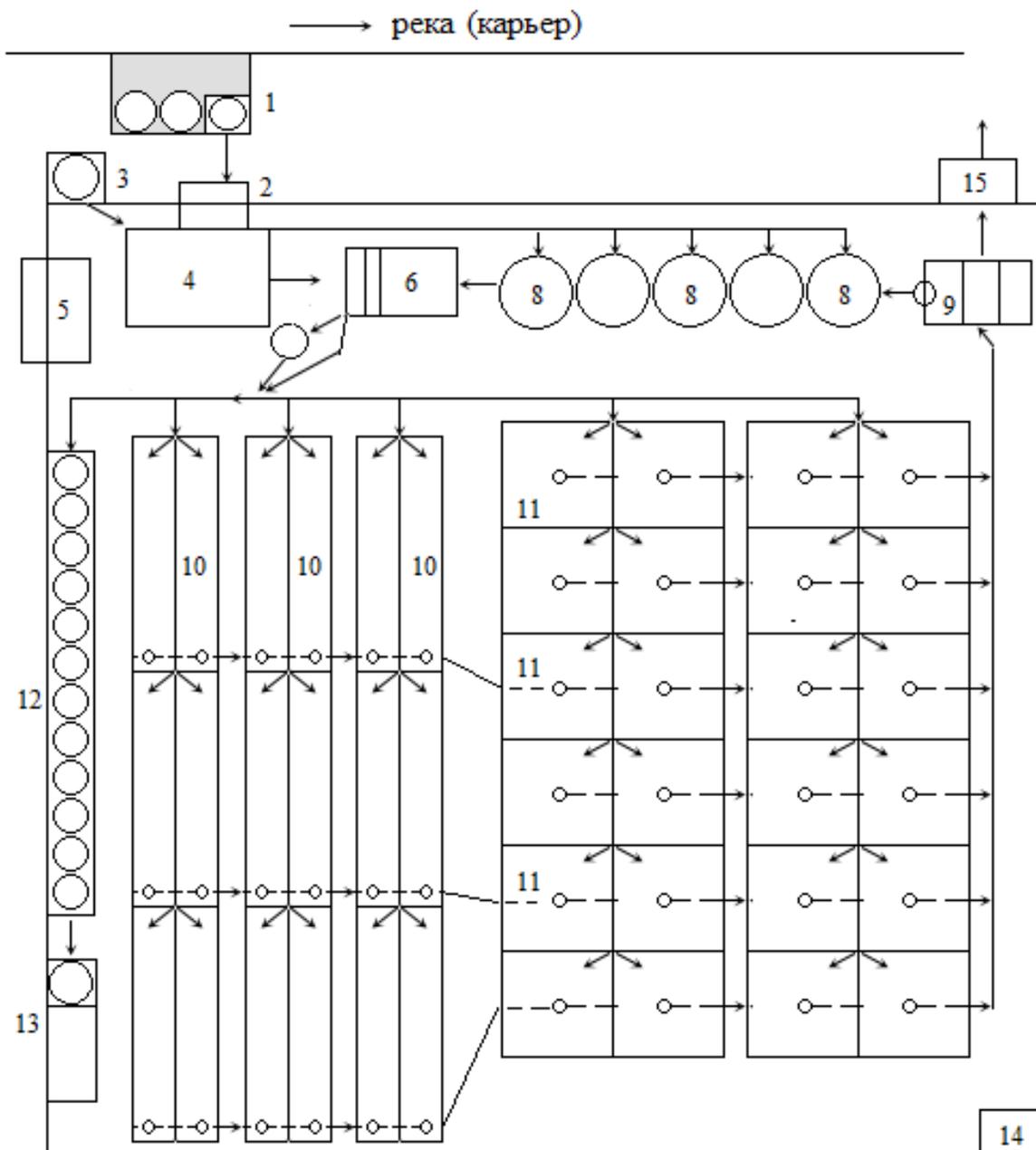


Рис. 93. План-схема предприятия

по выращиванию молоди растительноядных рыб:

- 1 – механический фильтр; 2 – озонатор; 3 – компрессор;
- 4 – накопительная емкость; 5 – кондиционер;
- 6 – дегазатор со встроенными ультрафиолетовыми лампами; 7 – оксигенатор;
- 8 – биофильтр; 9 – барабанный фильтр с бассейном и насосом;
- 10 – прямоугольные бассейны; 11 – квадратные бассейны;
- 12 – стойка аппаратов для инкубации цист артемии

Из дегазатора $\frac{1}{3}$ объема воды пропускают через оксигенатор, после которого поток насыщенной кислородом до 300 – 400 % воды соединяется с $\frac{2}{3}$ воды, вышедшей из дегазатора. При этом концентрация кислорода в воде, подаваемой в бассейны, достигает 120 – 150 % насыщения.

Однако при выращивании личинок до массы 100 – 200 мг не желательно допускать насыщение кислородом воды более 100 %, чтобы исключить возможность развития газопузырьковой болезни личинок. При этом водообмен в бассейнах с личинками не должен происходить более одного раза в час.

Размерные характеристики бассейнов те же, что описаны в предыдущей схеме. При эксплуатации бассейнов после проведенной сортировки мальков белого амура целесообразно оставлять на выращивание в прямоугольных бассейнах, поскольку они берут со дна осевший стартовый корм. Мальков белого толстолобика следует выращивать в квадратных бассейнах с большим уровнем воды. Это позволяет увеличить время контакта молоди с частицами искусственного корма, медленно опускающегося в толще воды. Для того чтобы осевшие на дно частицы несъеденного корма не пропали, желательно к малькам белого толстолобика подсаживать небольшое количество мальков белого амура.

Часть сбрасываемой с осадком из механического фильтра воды попадает в приемный бассейн, в котором аккумулируется осадок, а вода вытекает на поле фильтрации. Температура воздуха в помещении поддерживается с помощью кондиционера или системы отопления и косвенно влияет на температуру воды в установке.

При необходимости (в зимний период) вода, поступающая из накопительной емкости в дегазатор, проходит через скоростной нагреватель воды.

3.7. Предприятие по искусственному воспроизводству судака

Создание технологии формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения позволяет предположить иные подходы в вопросе зарыбления водоемов подрощенной молодью [119, 125].

В связи с этим в настоящем разделе рассматривается традиционная технологическая схема, ориентированная на опыт, полученный в 50 – 90-х гг. прошлого столетия и первом десятилетии настоящего века на производственной базе рыболовецкого колхоза им. Матросова в пос. Головкино Полесского района, а также УЗВ ООО «КМП Аква» в г. Светлом и ООО «ТПК Балтптицепром» в пос. Космодемьянского Калининградской области [59, 152].

Традиционная технология основана на использовании продуктивного потенциала популяции судака Куршского залива, достаточно простых технических конструкций для его размножения, ограниченных по времени применения и перечню приемов биотехнического процесса искусственного воспроизводства судака.

Последовательность этапов производственного процесса следующая:

– отлов с помощью ставных неводов производителей судака в период нерестовой миграции в предустьевой зоне рек, впадающих в Куршский залив (рис. 94);

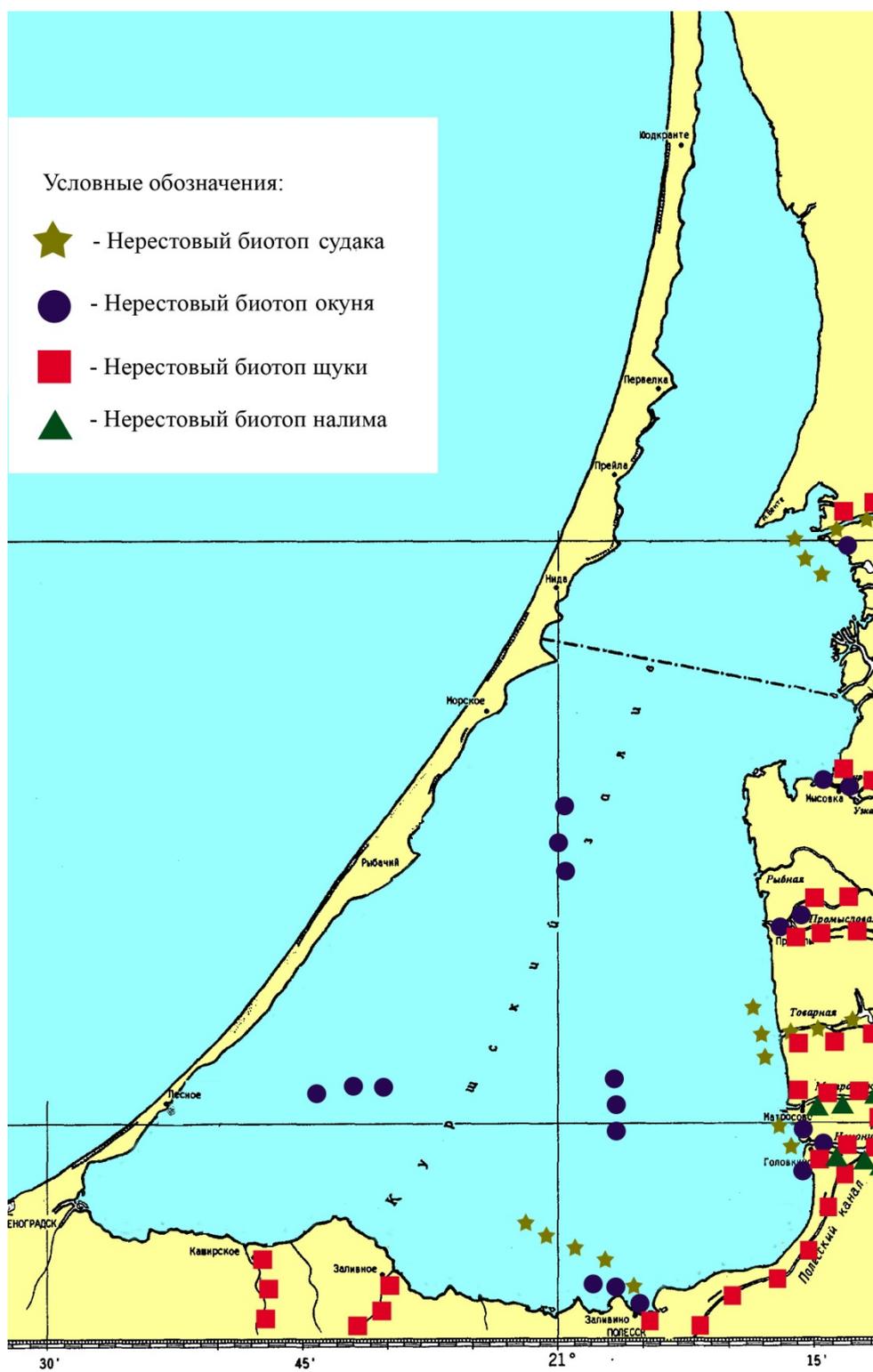


Рис. 94. Географические границы нерестового биотопа судака, окуня, щуки и налима в бассейне Куршского залива [59]

- доставка производителей в прорези к садкам (рис. 95);



Рис. 95. Прорези

- перегрузка производителей судака в садки-накопители;
- распределение производителей по нерестовым садкам (формирование нерестовых гнезд: 2 – 3 самца и одна самка) (рис. 96);



Рис. 96. Нерестовый садок для судака

- проверка нерестовых садков на предмет подтверждения произошедшего нереста (рис. 97);
- инкубация икры на нерестовом субстрате до 3 – 5-й стадий эмбрионального развития;



Рис. 97. Обсемененное искусственное нерестилище судака

- упаковка рамок с оплодотворенной икрой в контейнеры;
- отправка икры на водоемы для восстановления (увеличения численности) популяции судака.

Схематично это можно отобразить как единый технологический процесс (рис. 98).

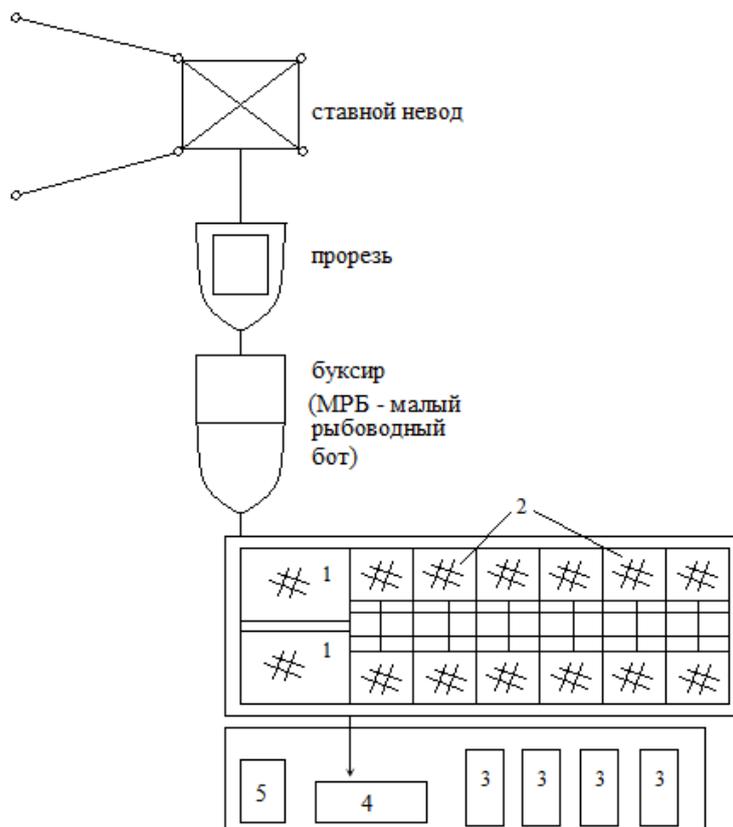


Рис. 98. Схема проведения работ по традиционному способу искусственного воспроизводства судака:

- 1 – накопительный садок; 2 – нерестовой садок; 3 – бассейны;
- 4 – бассейны для дезинфекции; 5 – стол для упаковки и отправки икры

В данном варианте, апробированном в рыбколхозе им. Матросова, садки-накопители имеют внутренний размер (периметр сетного мешка) 3×3 м. Глубина воды в садке до 2 м. Нерестовые садки – ячейки (соты) в единой конструкции, плавучесть которой придают бревна. Размер каждого садка $1 \times 0,8$ м. Глубина садка до 1 м. К моменту посадки в садок производителей к его донной части изнутри привязывают щит (искусственное нерестилище), состоящий из шести связанных между собой рамок размером $0,33 \times 0,4$ м. Каждая рамка имеет внутренний переплет капроновых нитей, к которым крепятся расплетенные нити мочала. Эти нити формируют большую по площади поверхность нерестилища. На следующий день после посадки в садок нерестового гнезда его подсушивают и проверяют степень обсеменения икрой нерестового субстрата. При подтверждении факта откладки икры отлавливают производителей, а нерестовый «плот» опускают. В состоянии инкубации икры «плот» находится в течение 3 – 5 сут (в зависимости от температуры воды). Благоприятными для транспортировки оплодотворенной икры являются 3, 4 и 5-й этапы эмбрионального развития. Поэтому после наступления этих этапов «плоты» из садков переносят на столы упаковочной базы, где их расплетают. Рамки с икрой обрачивают марлевым однослойным полотном и опускают в бассейн с дезинфицирующим раствором (метиленовый синий в концентрации 1:100000). После кратковременной экспозиции рамки с икрой помещают в изотермический контейнер. При транспортировке при температуре наружного воздуха более 15°C в контейнер в полиэтиленовых пакетах кладут лед. Допустимая продолжительность транспортировки 12 – 24 ч.

В основе индустриального способа искусственного воспроизводства судака может лежать использование продуктивного потенциала производителей, вылавливаемых ежегодно для целей получения оплодотворенной икры. В этом случае рамки, обсемененные оплодотворенной икрой судака, переносят в бассейны с проточной водой. Бассейны могут быть в помещении или под навесом со съёмными стенами для поддержания большей стабильности температуры воздуха и воды в периоды аномально высокой дневной или низкой ночной температуры. Использование для кормления личинок судака в первые 10 – 15 сут речного (озерного) планктона сопряжено с заносом паразитических простейших, а также аргулюса, что обязательно приведет к потерям поголовья молоди.

Поэтому после прохождения речной (озерной) воды через механический фильтр она должна быть подвергнута озонированию с учетом принципа «15 минут». Далее через многосекционную емкость-накопитель вода подается на бассейны и далее по сливному коллектору в приемный колодец и на поле фильтрации. При большом количестве выращиваемой молоди судака для уменьшения объема накопительной емкости, озонатора и трат электроэнергии будет обоснованным при становлении у мальков судака сплошного чешуйчатого покрова и резистентности к поражению паразитическими простейшими отказаться от использования озонатора.

План-схема предприятия, работающего в соответствии с вышеуказанными положениями, приведен на рис. 99.

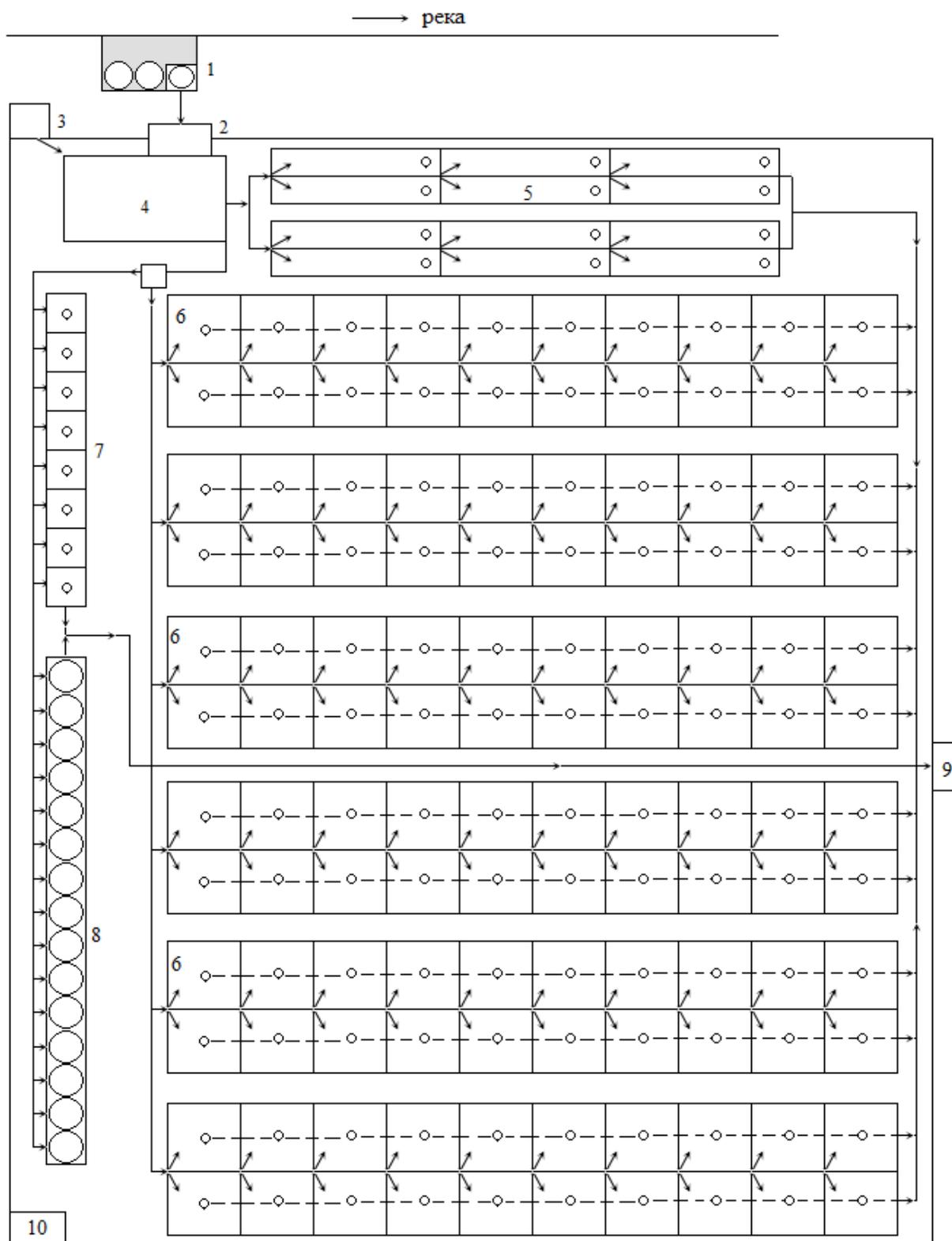


Рис. 99. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству судака:
 1 – механический фильтр; 2 – озонатор; 3 – компрессор; 4 – емкость-накопитель;
 5 – бассейны для подращивания личинок (доинкубации икры);
 6 – бассейны для выращививания молоди;
 7 – бассейны для выращививания живого корма; 8 – емкости для живых кормов;
 9 – емкость-накопитель; 10 – вентилятор

Очевидным представляется наличие участка по искусственному выращиванию инфузорий, коловраток и науплий артемии в кратковременный период кормления личинок живым кормом.

Второй индустриальный способ основан на использовании сформированного на базе УЗВ маточного стада, артезианской воды и технических средств, обеспечивающих ее рециркуляцию и минимизацию сброса части технологической воды в пределах 5 % в сутки.

Поэтому в структуре предприятия должны быть следующие участки (рис. 100):

- участок содержания ремонтно-маточного стада;
- участок инкубации икры;
- участок живых кормов;
- участок подращивания личинок;
- участок выращивания молоди.

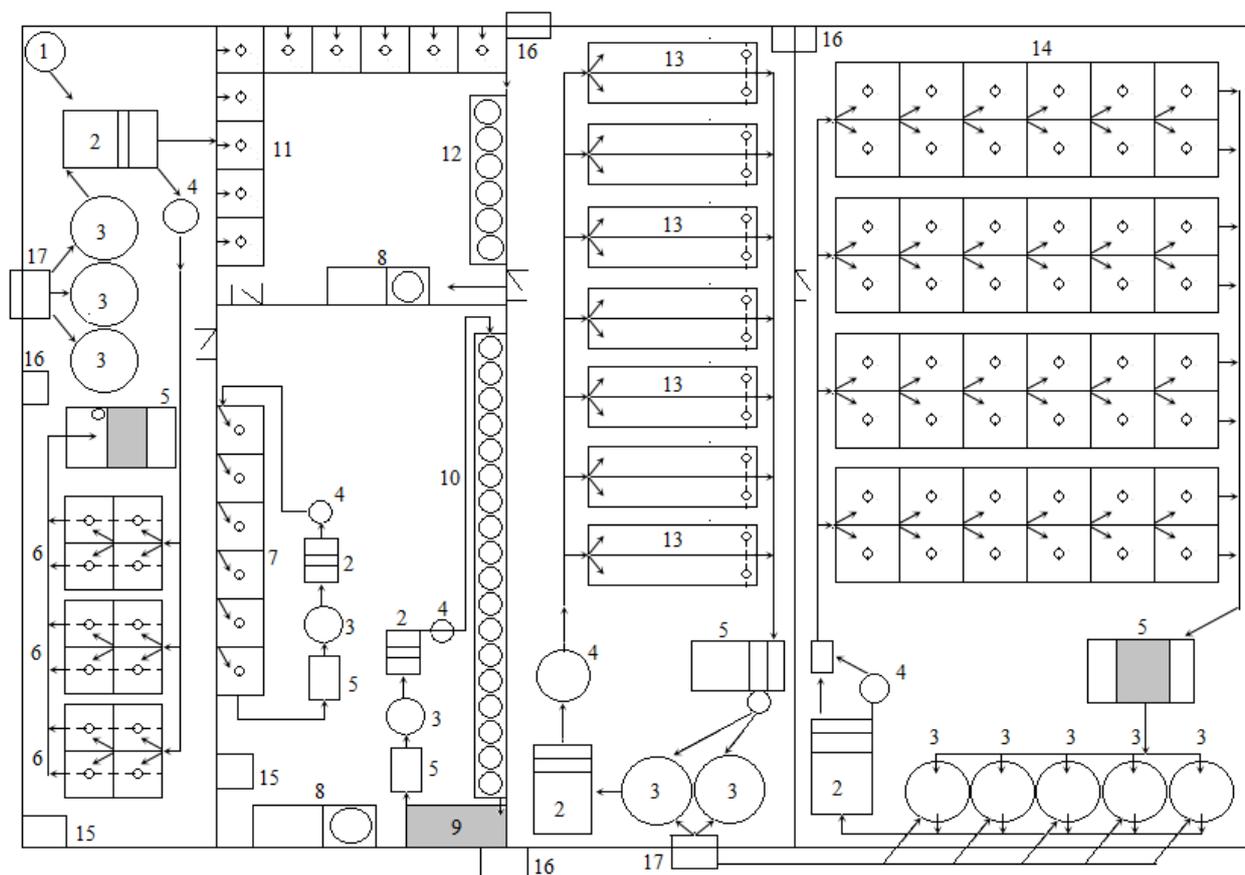


Рис. 100. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству судака:

- 1 – артезианский источник; 2 – дегазатор; 3 – биофильтр; 4 – оксигенатор;
 5 – барабанный фильтр; 6 – бассейны для производителей; 7 – инъекционные бассейны; 8 – стол с мойкой; 9 – бассейн приема воды; 10 – стойка аппаратов Вейса;
 11 – бассейны для живого корма; 12 – емкости для живого корма;
 13 – бассейны для личинок; 14 – бассейны для молоди; 15 – кондиционер;
 16 – вентилятор; 17 – компрессор

Участок содержания ремонтно-маточного стада предназначен как для межнерестового нагула, так и преднерестового содержания (искусственная зимовка). Управление температурным режимом обеспечивает кондиционер. Учитывая поведенческие особенности судака, желательно использовать бассейны размером 1,5 (2) × 1,5 (2) × 1 м. Водообмен один раз в час. Форма предпочтительно квадратная или прямоугольная. Биофильтры кипящего слоя. В состав технических средств инкубационного участка входят инъекционные бассейны размером 1(1,5)×1(1,5)×0,8 м. Уровень воды 0,4 – 0,6 м. Водообмен один раз в час. Инъекционные бассейны обвязаны механическим фильтром, биофильтром, дегазатором со встроенными ультрафиолетовыми лампами, оксигенатором. Подобная обвязка предназначена для кондиционирования воды в инкубационной установке, имеющей в составе стойку аппаратов Вейса.

Участок живых кормов содержит бассейны (квадратные) для выращивания живых кормов и цилиндрические емкости для инкубации цист артемии. Также имеется стол с мойкой для промывки и кондиционирования живых кормов.

В участке подращивания личинок, также как участке выращивания молоди, применена одинаковая схема циркуляции воды.

Но в первом используют прямоугольные бассейны. Предпочтительно размером (4,5)2×(0,7)0,5×(0,7)0,5 м. Уровень воды в начале подращивания 0,2 – 0,3 м, конце 0,4 – 0,6 м. Водообмен один раз в час. Во втором – предпочтительны квадратные бассейны размером 1,5(2)×1,5(2)×0,8 м. Уровень воды 0,6 м. Водообмен один раз в час. Кормление личинок и молоди проводят с помощью автоматических кормораздатчиков.

3.8. Предприятие по искусственному воспроизводству радужной форели

Рассматривая радужную форель как объект пастбищного (рекреационного) рыбоводства, следует иметь в виду, что размерно-весовые кондиции зарыбляемой форели должны соответствовать товарным размерам или быть близкими к ним. В связи с этим следует рассматривать две технологические схемы. Первая ориентирована на использование поверхностного водоисточника для водоснабжения бассейнов с производителями и молодь. При этом обязательным техническим узлом становится тепловой насос, обеспечивающий подачу в бассейны воды с оптимальной температурой её летом и зимой. Инкубационные аппараты и бассейны для выдерживания и подращивания личинок должны снабжаться артезианской водой.

План-схема предприятия по искусственному воспроизводству форели представлен на рис. 101.

Вода, забираемая из реки (карьера), пройдя механический фильтр, подается на тепловой насос. От насоса одна линия водоподачи идет на бассейны для выращивания посадочного материала. Вторая – на распределительную емкость. От емкости по одной линии трубопровода вода поступает на бассейны для подращивания личинок.

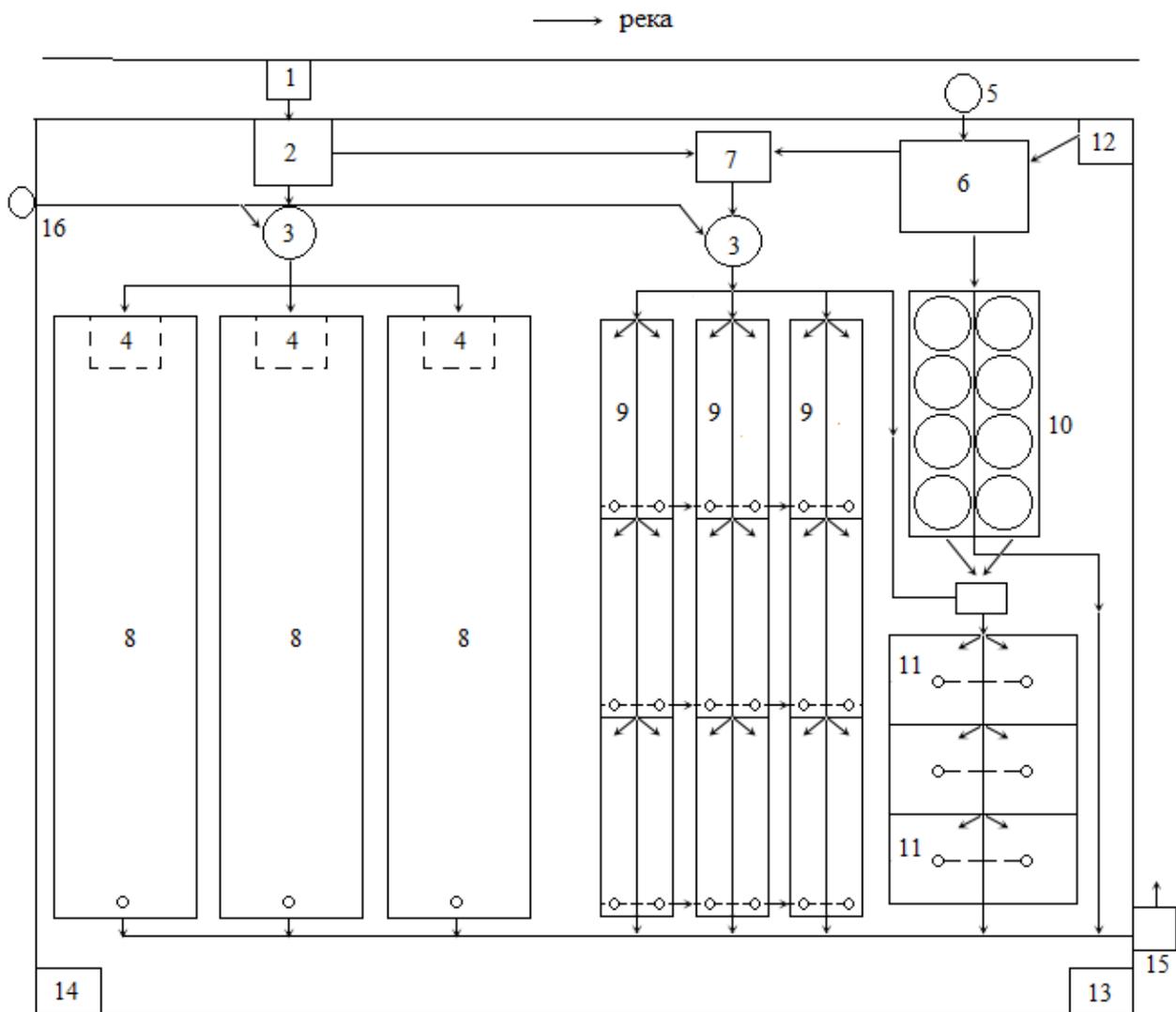


Рис. 101. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству форели:

1 – механический фильтр; 2 – тепловой насос; 3 – оксигенатор; 4 – аэратор;

5 – артезианская(ие) скважина(ы); 6 – емкость-накопитель;

7 – распределительная емкость;

8 – бассейны для выращивания посадочного материала;

9 – бассейны для подращивания личинок до массы 1 г;

10 – вертикальные инкубационные аппараты;

11 – бассейны для производителей; 12 – компрессор; 13 – кондиционер;

14 – вентилятор; 15 – приемный колодец; 16 – источник кислорода

По второй – на бассейны для производителей. К ним также подводится вода артезианская. Из артезианской скважины вода, пройдя при необходимости обезжелезиватель, подается в накопительную емкость. Из нее она направляется при востребованности в распределительную емкость, а также в инкубационные аппараты. Температура воды во всех участках регулируется исходной температурной артезианской воды, тепловым насосом и кондиционером, обеспечивающим определенную температуру воздуха в помещении.

Для производителей целесообразен размер бассейнов $2(3) \times 2(3)$ м с уровнем воды 1 м. Возможна круглая форма бассейнов. Для личинок – $4(2) \times 0,7(0,5) \times 0,7(0,5)$ м с уровнем воды в начале подращивания 0,2 м, в конце – 0,4–0,6 м. Для выращивания посадочного материала размер бассейнов в случае изготовления их из бетона может быть $20(10) \times 4(3) \times 1,5$ м или с иными размерными характеристиками. Если бассейны изготовлены из пластмасс, то допустимые размеры квадратных бассейнов $4(3) \times 4(3) \times 1,5$ м, круглых – диаметром от 3 до 5 м и уровнем воды 1 – 1,2 м. Водообмен на всех этапах выращивания осуществляется один раз в час, а во время подращивания личинок – 2–3 раза в час.

В бассейнах для выращивания посадочного материала оксигенатор может быть замещен на аэраторы, устанавливаемые в начале бассейнов.

Вторая технологическая схема ориентирована на водоснабжение от артезианской(их) скважины и рециркуляцию воды (рис. 102).

Определяющими стабильность температурного режима в УЗВ в выделенных участках являются тепловой насос и кондиционеры. В участках содержания производителей и инкубации икры целесообразно использовать биофильтры с неорганизованной загрузкой гранулированного полиэтилена, в участках подращивания личинок и выращивания посадочного материала – биофильтры кипящего слоя.

Для производителей стоит использовать бассейны размерами $4(3) \times 4(3) \times 1,5$ м с уровнем воды 1 – 1,2 м и водообменом один раз в час; для личинок – $4(2) \times 0,7(0,5) \times 0,7(0,5)$ м с уровнем воды в начале подращивания 0,2 м, в конце 0,4 – 0,6 м и водообменом до 2 – 3 раз в час. Для посадочного материала необходимы бассейны размером $3(2) \times 3(2) \times 1,5$ м с уровнем воды 1,0 м и водообменом один раз в час.

Инкубационные аппараты типов ИМ, ИВТМ или модифицированные аппараты Вейса объемом 50 л.

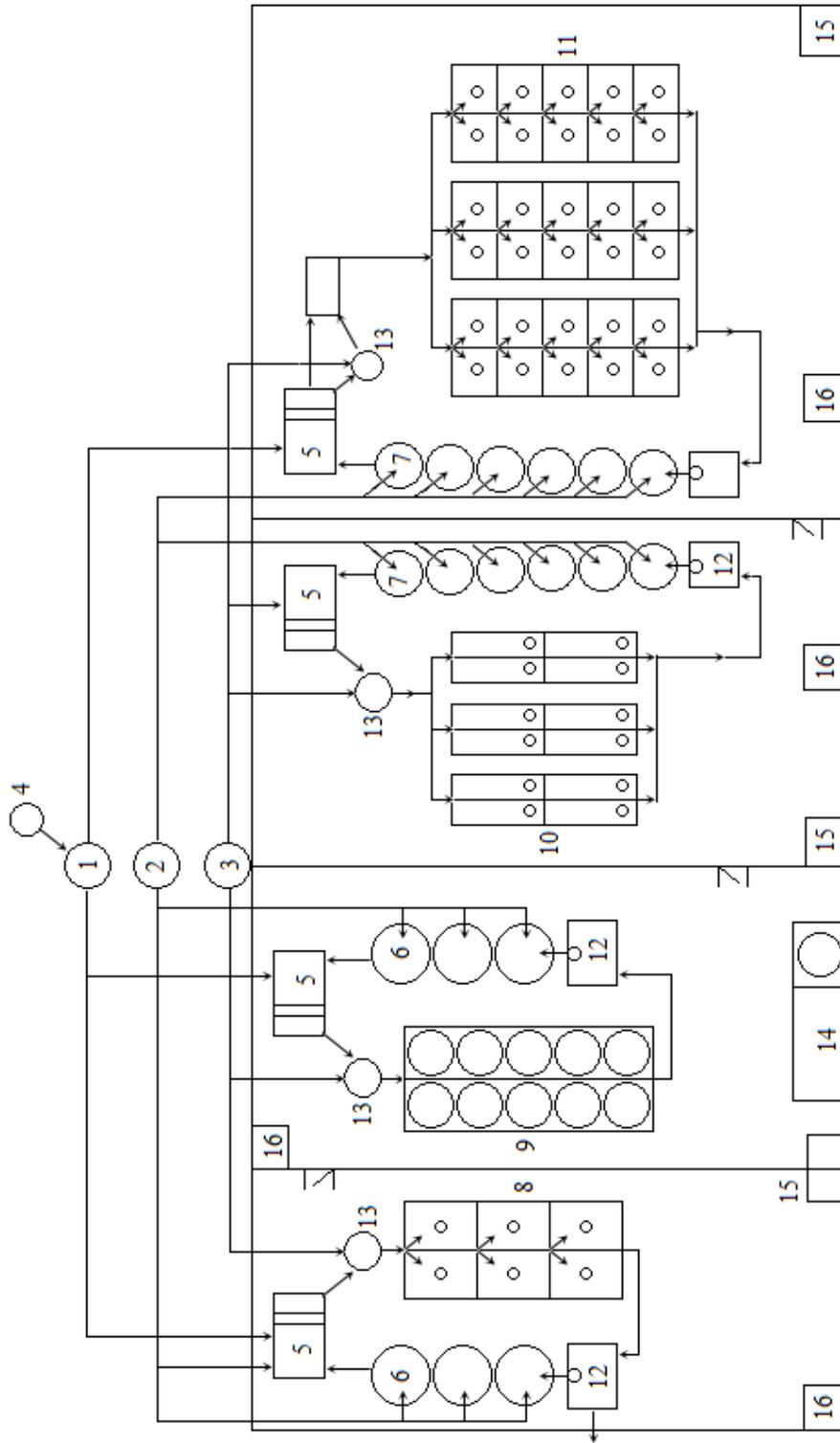


Рис. 102. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству радужной форели.

- 1 – тепловой насос; 2 – компрессор; 3 – источник кислорода; 4 – артезианская скважина; 5 – дегазатор; 6,7 – биофильтры; 8 – бассейны для подращивания личинок; 9 – вертикальные инкубационные аппараты; 10 – бассейны для подращивания личинок; 11 – бассейны для выращивания посадочного материала; 12 – барабанный фильтр; 13 – оксигенатор; 14 – стол для работы с производителями и половыми продуктами; 15 – кондиционер; 16 – вентилятор

3.9. Предприятие по искусственному воспроизводству угря

Целесообразность зарыбления Куршского и Вислинского заливов подращенной молодью угря обоснована теоретически и проверена на практике [129]. Поэтому предприятие по искусственному воспроизводству угря должно, с одной стороны, обеспечить карантинизацию стекловидного угря, с другой – создать условия для выращивания посадочного материала, большая часть которого должна быть выпущена в водоемы в текущем году, а молодь, не достигшая массы 3 г, дорощена до массы 30 – 50 г к весне следующего года.

Учитывая требования угря к высокой температуре воды (24 – 26 °С), способствующей раскрытию ростовой потенции, предприятие должно функционировать в режиме оборотного водоснабжения.

План-схема предприятия по выращиванию посадочного материала угря представлен на рис. 103.

Участок карантинизации представляет собой автономную УЗВ. В помещении поддерживается постоянная температура воздуха, определяющая оптимальный температурный режим в установке. Подпиточная вода от артезианской скважины проходит через скоростной нагреватель воды. Это позволяет избежать резкого перепада температуры воды в УЗВ при подмене части воды (5 – 10 %). Размер бассейнов для стекловидного угря должен быть 1(1,5)×1(1,5)×0,8 м с уровнем воды 0,5 – 0,6 м. По краям стенок бассейнов обязательны козырьки, исключающие выползание угрей из бассейнов. Водообмен в бассейнах 2-3-кратный.

Участок для выращивания посадочного материала предусматривает также автономную УЗВ, в состав которой желательно включать круглые бассейны с козырьком поверху. Диаметр бассейнов оптимальный 2 – 3 м, уровень воды 1 м. Водообмен 1 – 3-кратный. Подпиточная вода также проходит через скоростной нагреватель воды, прежде чем попадает в дегазатор. Сброс осадка и части технологической воды из барабанного фильтра осуществляется в бассейн-приемник. Вода из него далее попадает на поле фильтрации.

Барботаж воды в дегазаторе и гранулированного полиэтилена в биофильтрах производится с помощью сжатого воздуха, подаваемого от компрессора или воздуходувки.

Насыщение воды кислородом от генератора кислорода или емкости для хранения жидкого кислорода с газификатором в оксигенаторе, куда подается 1/3 объема воды, выходящей из дегазатора. При соединении оксигенированной воды с 2/3 выходящей из дегазатора удастся добиться насыщения воды, поступающей в бассейны, до 120 – 150 %.

Целесообразно применение биофильтров кипящего слоя.

Кормление молоди угря осуществляется на плавающих кормушках. Для «отдыха» угрей целесообразно использовать плавающие садки глубиной до 20 – 30 см из дели с ячейей 3 – 5 мм. Количество кормушек принимается из расчета одна на 3 – 5 тыс. рыб.

Регуляция температуры воды в УЗВ осуществляется за счет использования подогрева воздуха в помещении и скоростных нагревателей воды, подаваемой от артезианской скважины.

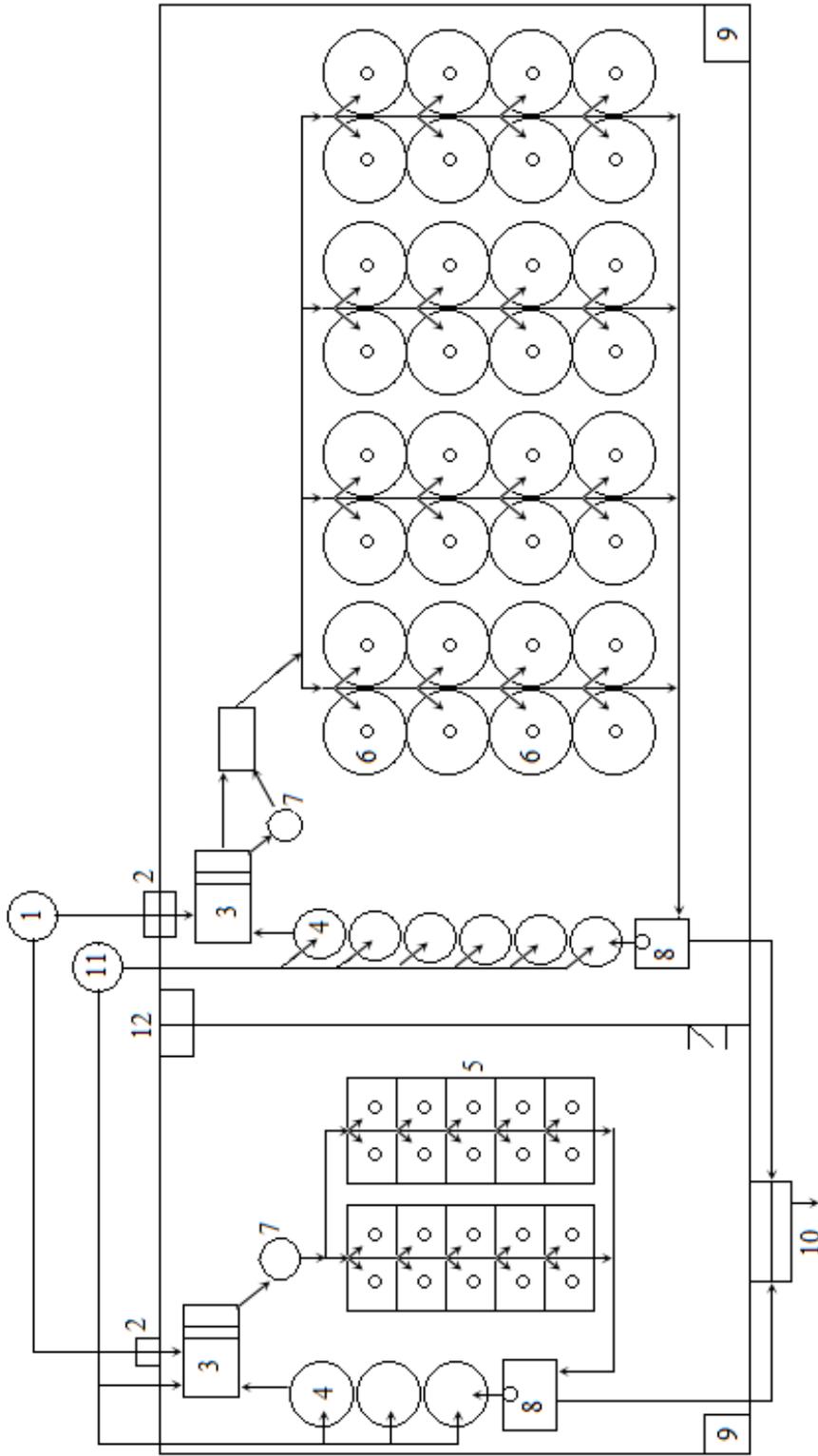


Рис. 103. План-схема предприятия по искусственному воспроизводству угля:
 1 – артезианские скважины; 2 – скоростной нагреватель воды; 3 – дегазатор;
 4 – биофильтр; 5 – бассейны для карантинизации стекловидного угля;
 6 – бассейны для выращивания посадочного материала; 7 – оксигенатор;
 8 – барабанный фильтр; 9 – кондиционер; 10 – приемный колодец технологической воды;
 11 – компрессор; 12 – вентилятор

3.10. Применение теплонасосных установок для термоподготовки воды в замкнутых системах аквакультуры

Повышение цен на энергоносители неминуемо приводит к росту цен на тепловую энергию и в конечном итоге – на продукцию, что требует от производителя поиска новых, альтернативных источников и путей сбережения традиционных источников энергии, эффективного использования вторичных энергоресурсов, в том числе природных низкотемпературных источников теплоты. В связи с этим все большее значение уделяется использованию в технологических процессах энергосберегающих технологий, одним из примеров которых является применение теплонасосных установок (ТНУ) [153].

Использование и производство тепловых насосов в нашей стране идет с большим опозданием. 90-е годы по известным причинам характеризовались спадом спроса на такое новое энергетическое оборудование, каким являются тепловые насосы. Многие освоенные машины и их новые разработки оказались невостребованными.

В последние годы возникли реальные экономические стимулы для энергосбережения, связанные с ростом цен на энергоносители, а также с изменениями в соотношениях тарифов на электроэнергию и цен на различные виды топлива.

Теплонасосные установки эффективны в технологических процессах переработки и хранения пищевого сырья, где используются низкотемпературные источники теплоты и вторичные тепловые ресурсы. Возможно применение теплонасосных установок в системах отопления и кондиционирования воздуха в помещениях пищевых предприятий.

Во многих случаях на первый план выступают требования экологической чистоты способов получения тепловой энергии.

Традиционным системам теплоснабжения с использованием котельных на различных видах природного топлива присущи значительные необратимые потери. При потреблении высококачественного органического топлива (газ, мазут и уголь) в них достигается температура продуктов сгорания выше 1000 °С, в то время как потребителю необходимо и доставляется низкотемпературное тепло температурой 70...130°С.

С термодинамической точки зрения наиболее рационально топливо расходуется на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ), где высокотемпературное тепло продуктов сгорания в максимальной степени используется для выработки электроэнергии, а для теплоснабжения – теплоноситель с температурой, необходимой для отопления производственных и жилых помещений [154].

Однако во многих случаях использование ТЭЦ может быть нерациональным в связи с значительными потерями при передаче тепла на большие расстояния или отсутствием потребности в таких объемах тепла. Например, там, где потребители тепла рассредоточены и удалены друг от друга или где не позволяют природные условия. В таких районах основным источником тепла остаются котельные, которые загрязняют воздух населенных пунктов сернистым газом и другими вредными примесями.

Мировая динамика роста цен на источники и саму энергию носит устойчиво возрастающий характер. Немаловажным является и тот факт, что вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) повлечет за собой рост внутренних цен, связанных с энергетикой, которые будут приближаться к мировым. В условиях России сбережение топливных и энергоресурсов является актуальной задачей. Для Калининградской области в связи с ее географической оторванностью от России, отсутствием необходимых ресурсов, ростом электропотребления, необходимостью обеспечения энергетической безопасности указанная задача особенно актуальна [155].

Теплонасосные установки, представляющие собой, по существу, холодильные машины, могут эффективно использоваться при передаче внутренней энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой. Наиболее широко их применение в западных странах связано с использованием в системах отопления и горячего водоснабжения, в сельском хозяйстве, общественном и жилищном строительстве. Развитие теплонасосных установок за рубежом происходит стремительно, и они становятся распространенным средством теплоснабжения. Сегодня число отопительных теплонасосных установок для зданий достигает миллионов, а промышленных – десятков тысяч, в ближайшее десятилетие их количество возрастает еще в 10 раз, а общая тепловая мощность, по прогнозу Мирового энергетического комитета (МИРЭК), составит к 2010 г. 150 млн. кВт.

В современных условиях становится очевидным, что теплонасосные установки можно эффективно применять и в различных отраслях агропромышленного комплекса в тех технологических процессах, где слабо используются или не используются низкотемпературные источники тепла или вторичные тепловые ресурсы. К таким процессам относятся тепломассообменные процессы, применяемые на предприятиях молочной, мясной, рыбной, масложировой и других отраслях пищевой промышленности, которые широко представлены в регионе. Самостоятельное значение имеет также эффективное использование теплонасосных установок в системах отопления, комфортного и технологического кондиционирования воздуха в производственных помещениях пищевых предприятий, термopодготовки воды в системах УЗВ аквакультуры.

В настоящее время энергообеспечение производственных мощностей Калининградского региона, учитывая стремительный рост энергопотребления, не считается достаточным, поэтому, кроме Калининградской ТЭЦ-2, в регион дополнительно поставляется электроэнергия из России. Сегодня и в будущем с учетом дефицита электроэнергии, возрастающих поставок органических видов топлива, роста железнодорожных тарифов на перевозку органического топлива особенно актуальными становятся вопросы энергосбережения.

Рассматривая перспективы и возможную область применения тепловых насосов в регионе следует отметить, что в силу сложившейся структуры и практики строительства общественных и жилых зданий внедрение тепловых насосов достаточно ограничено. Пример западных стран показывает эффективность использования рассматриваемых технических средств в частном коттеджном строительстве, однако такое строительство в регионе не имеет массо-

вого масштаба. Учитывая проводимый в настоящее время курс областного правительства на резкий рост инвестиционных вложений в экономику, представляется перспективным широкое внедрение теплонасосных систем на пищевых предприятиях региона и предприятиях аквакультуры.

3.10.1. Теплонасосные установки для систем термоподготовки воды УЗВ

Теплонасосные системы используют круглогодично для тепло- и холодно-снабжения, в летний период - для холодоснабжения, а также одновременной выработки тепла и холода. При выборе принципиальной схемы системы тепло-холодоснабжения необходимо учитывать климатические особенности региона, структуру его топливно-энергетических ресурсов, энергетический уровень природных и вторичных низкопотенциальных источников теплоты, оптимизацию параметров работы систем выработки и потребления тепло- и холодоносителей, особенности теплового баланса обслуживаемых производственных процессов.

3.10.1.1. Принцип и режимы работы теплонасосной установки

Тепловыми насосами, или термотрансформаторами, называются технические системы, в которых низкопотенциальная теплота отводится от объектов с относительно низкой температурой к приемникам теплоты с более высокой температурой.

Принцип действия и конструкция ТНУ аналогичны таковым холодильных машин. Работа парокомпрессионных ТНУ основана на последовательном осуществлении процессов сжатия и дросселирования холодильного агента (рабочего тела). Основными элементами ТНУ являются: компрессор с механическим или электрическим приводом, конденсатор, переохладитель жидкого холодильного агента или регенеративный теплообменник, испаритель и регулирующий вентиль, связанные между собой системой трубопроводов для циркуляции холодильного агента.

Энергетическая эффективность ТНУ оценивается коэффициентом преобразования ϕ , представляющим собой отношение полученной теплоты к затраченной работе. Численное значение ϕ зависит в основном от температурного режима работы ТНУ, степени обратимости кругового процесса, свойств холодильного агента.

Работа парокомпрессионной ТНУ (рис. 104) заключается в следующем. Теплота низкопотенциального источника воспринимается хладагентом в испарителе в процессе кипения (процесс 5-6). Образовавшийся насыщенный пар хладагента после регенеративного теплообменника, в котором происходит его перегрев (процесс 6-1), поступает в компрессор.

Большое значение имеет выбор надежного и достаточно дешевого источника низкопотенциальной теплоты (НИ) для ТНУ, который зависит от многих факторов.

Свойства хладагентов в значительной степени влияют на эффективность работы ТНУ. В качестве хладагента современные ТНУ компрессионного типа используют главным образом хладоны, которые не являются горючими веществами, без запаха, имеют низкую токсичность. По степени взаимодействия с минеральными маслами применяемые хладоны относятся к группе фреонов с ограниченной растворимостью в масле. Кроме того, все хладоны практически не растворяются в воде. Тип хладагента должен выбираться с учетом создания благоприятных условий работы пароконденсационных ТНУ:

не слишком высокое давление конденсации $P_K \leq 1,6$ МПа;

не слишком большая разность давления конденсации и кипения

$$\Delta P = P_K - P_0 \leq 1,2 \text{ МПа};$$

возможное меньшее значение отношения давлений P_K/P_0 ;

высокая удельная объемная холодопроизводительность q_v .

Наибольшее распространение получили хладоны R-134a и R-404A в одноступенчатых среднетемпературных ТНУ в диапазоне температур кипения минус $10 \dots +10^\circ\text{C}$. Главным их достоинством является большая объемная холодопроизводительность.

В системах водоподготовки для аквакультуры рекомендуется применять тепловые насосы типа "вода-вода". В установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) при использовании в качестве источника низкопотенциальной теплоты ТН сбрасываемую из УЗВ воду для стабилизации температурного режима работы ТНУ рекомендуется устанавливать регенеративный теплообменник для предварительного подогрева подаваемой в конденсатор ТНУ воды водой, сбрасываемой из УЗВ, которая затем подается в испаритель ТНУ.

3.10.2. Применение теплонасосных установок в системах водоподготовки замкнутых систем водообеспечения аквакультуры

На пути своего развития предприятия аквакультуры сталкиваются с необходимостью сокращения затрат на энергетические ресурсы, поскольку постоянно растущие тарифы на энергоносители приводят к снижению рентабельности предприятия и увеличению себестоимости продукции, что ослабляет ее конкурентоспособность на рынке.

Одним из вариантов технологического решения, которое позволит снизить данный вид издержек, является внедрение термотрансформаторов (ТНУ) в систему водоподготовки для искусственного разведения и выращивания рыб. Система водоподготовки является наиболее энергоемким объектом на рыбо-водных предприятиях, поскольку на созревание производителей, инкубацию икры и выращивание рыбы определяющее влияние оказывает температура воды, что требует постоянного регулирования температурного режима в течение года. В функционирующих хозяйствах для нагрева воды применяется пар котельных, работающих на традиционных видах топлива, и устанавливаются

холодильные машины для ее охлаждения. Поэтому ТНУ представляется более эффективной установкой, которая объединяет в себе функции как нагревателя, так и охладителя воды. Одновременно их внедрение позволит снизить количество необходимого технологического оборудования. Следует отметить, что при принятии решения о целесообразности внедрения ТНУ в систему водоподготовки предприятия аквакультуры учитываются следующие взаимозависимые факторы:

энергетический, определяемый значением преобразования энергии устройством;

экономический как элемент технико-экономического анализа;

экологический, базирующийся на анализе прямых выбросов в окружающую среду;

социальный, используемый для анализа технических систем при их модернизации или появлении новых форм.

Определяющим фактором для разрешения ростовой потенции выращиваемых в УЗВ рыб является поддержание оптимального температурного режима с учетом возможности циклического выращивания различных видов рыб в УЗВ и периодического изменения температуры воды.

Использование теплонасосной установки (ТНУ) для термоподготовки поступающей подпитывающей воды позволяет нагревать или охлаждать подпитку в зависимости от требуемого температурного режима. Отказ от применения традиционных способов термоподготовки воды, таких как нагрев теплоносителем от котельных (газовой, мазутной и угольной) или электронагревателями, а охлаждение – холодильной установкой, в пользу использования ТНУ позволяет достичь следующих результатов:

- снижение количества необходимого технологического оборудования (при необходимости нагрева и охлаждения воды в зависимости от сезона), поскольку функции нагревательного котла и холодильной машины выполняет один тепловой насос;

- уменьшение затрат на нагрев воды, особенно если для этих целей применяются электрические нагреватели;

- отсутствие выбросов продуктов горения в окружающую среду;

- уменьшение необходимых площадей производственных помещений под установку котельных и хранение запасов топлива;

- возможность установки в местах, удаленных от газовых и тепловых магистралей;

- возможность автономной работы по заложенному алгоритму изменения температурного режима.

Вышеперечисленные преимущества теплового насоса позволяют предприятию аквакультуры не только соответствовать требованиям экологичности и энергосбережения, которые ежегодно ужесточаются, но и за счет уменьшения затрат на нагрев воды снизить себестоимость реализуемого посадочного материала.

Схема включения ТНУ в систему водоподготовки будет зависеть от вида предприятия аквакультуры:

- 1) с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) (рис. 105);
- 2) проточные рыбоводные системы (рис. 106).

Независимо от различий в подборе необходимого оборудования для обеспечения соответствующих режимов разведения и выращивания рыбы в УЗВ и в проточных установках, в каждой из этих систем возможно применение ТНУ для поддержания необходимой температуры воды в инкубационных, выростных и нагульных установках по выращиванию рыбы.

Различие в схеме включения ТНУ в систему водоподготовки будет лишь в том, что в замкнутой системе целесообразно использовать теплоту, отводимую из самой установки, а при её недостаточности – теплоту окружающей среды. В проточной системе следует использовать теплоту водоёма, вблизи которого, как правило, располагается предприятие аквакультуры.

Необходимо отметить, что приводимая на рис. 106 схема проточной рыбоводной системы отражает современное видение путей экономного расходования забираемой из водоемов воды, снижения экологических издержек, сопровождающих процесс выращивания рыбы.

Для проектируемых предприятий аквакультуры выбор экономичного варианта термоподготовки воды продиктован не только необходимостью снижения себестоимости продукции и повышения ее конкурентоспособности, но и требованием соответствия Федеральному закону от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности».

В законе одним из основных введено понятие «вторичный энергетический ресурс». Осуществление энергосбережения на основе применения вторичного энергетического ресурса при товарном разведении рыб возможно при применении теплонасосной установки (ТНУ) для нагрева подпитываемой воды, которая в качестве источника низкопотенциального тепла использует воду, сбрасываемую из УЗВ. Теплонасосная установка с таким источником теплоты подходит для предприятий аквакультуры, где ежедневный объем подпитываемой воды достаточно большой.

В такой схеме предусматривается установка теплообменного аппарата в водяном контуре, который позволяет дополнительно подогревать воду из источника за счет теплоты сбрасываемой из УЗВ воды. А система запорных вентилей дает возможность изменения движения водяных потоков таким образом, что при необходимости подпитываемая УЗВ вода может подогреваться, не подвергаться термоподготовке или охлаждаться, если температура в источнике существенно колеблется в зависимости от сезона года.

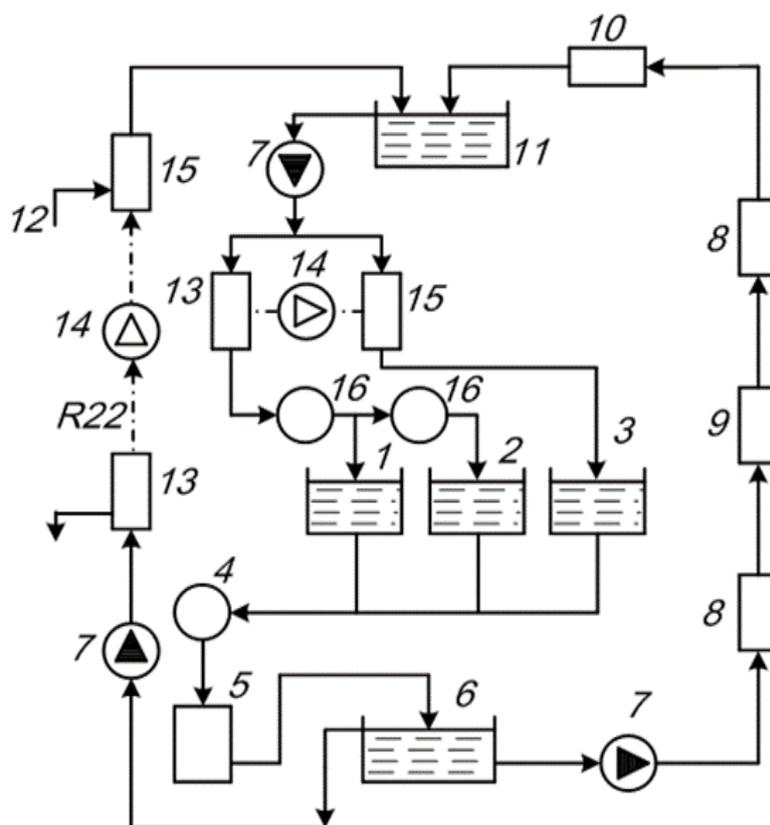


Рис. 105. Принципиальная схема замкнутой установки для выращивания молоди рыб:
 1 – инкубационная установка; 2 – бассейн для молоди рыб; 3 – бассейн товарной рыбы; 4 – микрофильтр; 5 – биологический фильтр; 6 – накопительная емкость;
 7 – насос; 8 – бактерицидные облучатели; 9 – песчаный фильтр;
 10 – аэратор; 11 – балластная емкость; 12 – подпитка; 13 – испаритель;
 14 – компрессор; 15 – конденсатор; 16 – дополнительный нагреватель

При небольших объемах и количестве бассейнов для выращивания рыб и небольшом объеме сброса воды из УЗВ возможно применение теплового насоса, но с другим источником низкопотенциальной теплоты. Такими источниками могут быть вода из скважины или другого близлежащего водоема (реки, озера, моря), земля или воздух. В данном варианте выбор осуществляется в зависимости от конкретных условий местности. Поскольку чаще всего предприятия аквакультуры располагаются близко к источникам воды, целесообразно применять воду из них как источник низкопотенциальной теплоты для ТНУ, поскольку даже в самый холодный период года температура в водоемах подо льдом не опускается ниже 3-4°С.

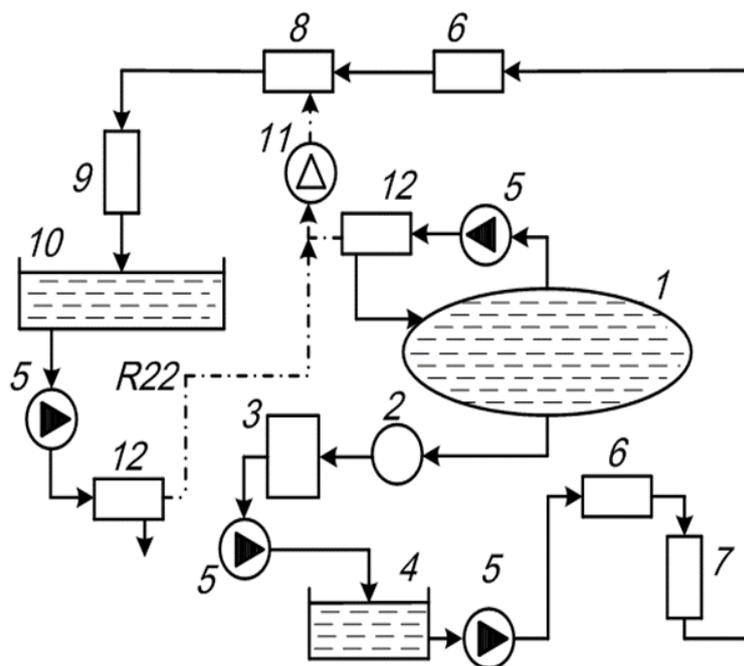


Рис. 106. Принципиальная схема проточной рыбоводной системы:
 1 – водоем; 2 – механический фильтр; 3 – биологический фильтр;
 4 – накопительная емкость; 5 – насос; 6 – бактерицидные облучатели;
 7 – песчаный фильтр; 8 – конденсатор; 9 – аэратор; 10 – инкубационная установка;
 11 – компрессор; 12 – испаритель

В функционирующих хозяйствах для нагрева воды применяется пар котельных, работающих на традиционных видах топлива, и устанавливаются холодильные машины для ее охлаждения. Установка теплового насоса, соединяющего в себе функции и нагревателя, и охладителя воды, также позволит снизить количество необходимого технологического оборудования.

Установки с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) являются высшей формой индустриального рыбоводства, поскольку позволяют в течение года и на всех этапах производственного процесса создать оптимальные условия для разведения молоди рыбы в целях как зарыбления водоемов, так и производства товарной рыбы.

Целесообразность широкомасштабного развития этого направления индустриального рыбоводства обосновывается экономией воды, забираемой из подземных и других источников (суточная подпитка воды от 5 до 15% от общего объема), экологической чистотой, поскольку есть возможность полной или частичной утилизации продуктов метаболизма рыб и организмов, населяющих биофильтры, исключения попадания их в открытые водные системы.

После окончательного принятия решения в пользу применения УЗВ появляется необходимость выбора способа поддержания температурного режима в рыбоводных бассейнах и цеха в целом. Специфика расчета количества тепла или холода, требующегося для поддержания выбранного температурного режима воздуха в рыбоводном цехе, заключается в том, что нет единого метода расчета. На данный момент расчет может производиться по предельно допу-

стимой концентрации (ПДК) CO_2 в воздухе цеха или по объему влаговыведения. Причем суммарная потребность теплоты в расчете по второму способу будет несколько выше. Какой вариант наиболее приемлем, следует решать в зависимости от условий производства и прочих обстоятельств, возникающих в каждом конкретном случае.

Для поддержания определенного температурного режима воды в рыбоводных бассейнах необходим нагрев подпитки, поступающей ежедневно из скважин, температура воды в которых не превышает $8 \dots 10^\circ \text{C}$.

3.10.3. Основные принципиальные схемы систем термоподготовки воды для УЗВ

3.10.3.1. Установка для термоподготовки подпитывающей воды с использованием сбрасываемой из УЗВ воды

Схема установки для термоподготовки подпитывающей воды с использованием сбрасываемой из УЗВ воды представлена на рис. 107.

Установка работает следующим образом.

При необходимости нагрева подпитывающей воды холодильный контур работает в режиме теплового насоса. Вентили 22, 31, 17, 16, 21, 26, 28, 19, 18, 25, 29 открыты. Остальные вентили закрыты. Вода насосом подпитки воды 10 подается в коллектор 13, из которого через вентиль 22 направляется в пластинчатый теплообменник 9, где нагревается до температуры около 14°C водой, идущей из бассейна 5 через вентиль 26, далее через вентили 31 и 17 вода поступает в конденсатор теплового насоса 7, где нагревается за счет теплоты конденсации хладагента установки теплового насоса до рабочей температуры и через вентили 16 и 21 подается в фильтры для дальнейшей подготовки перед подачей ее в бассейны 5. Вода из бассейнов 5 насосом 11 через вентиль 26 подается в пластинчатый теплообменник 9, где частично нагревает подпитывающую воду, подающуюся в установку. Из теплообменника 9 через вентили 28 и 19 вода поступает в испаритель 6, где охлаждается, отдавая теплоту кипящему холодильному агенту, который после преобразования передает ее подпитывающей воде в конденсаторе 7. Отработанная вода через вентили 18, 25 и 29 сбрасывается из системы.

При необходимости охлаждения воды холодильный контур работает в режиме холодильной машины. Вентили 23, 18, 19, 20, 27, 17, 16, 24, 29 открыты. Остальные вентили закрыты. Вода насосом 10 из коллектора 13 через вентили 23 и 18 подается в испаритель 6, где охлаждается кипящим хладагентом до требуемой температуры и через вентили 19 и 20 подается в фильтры для дальнейшей подготовки перед подачей ее в бассейны 5.

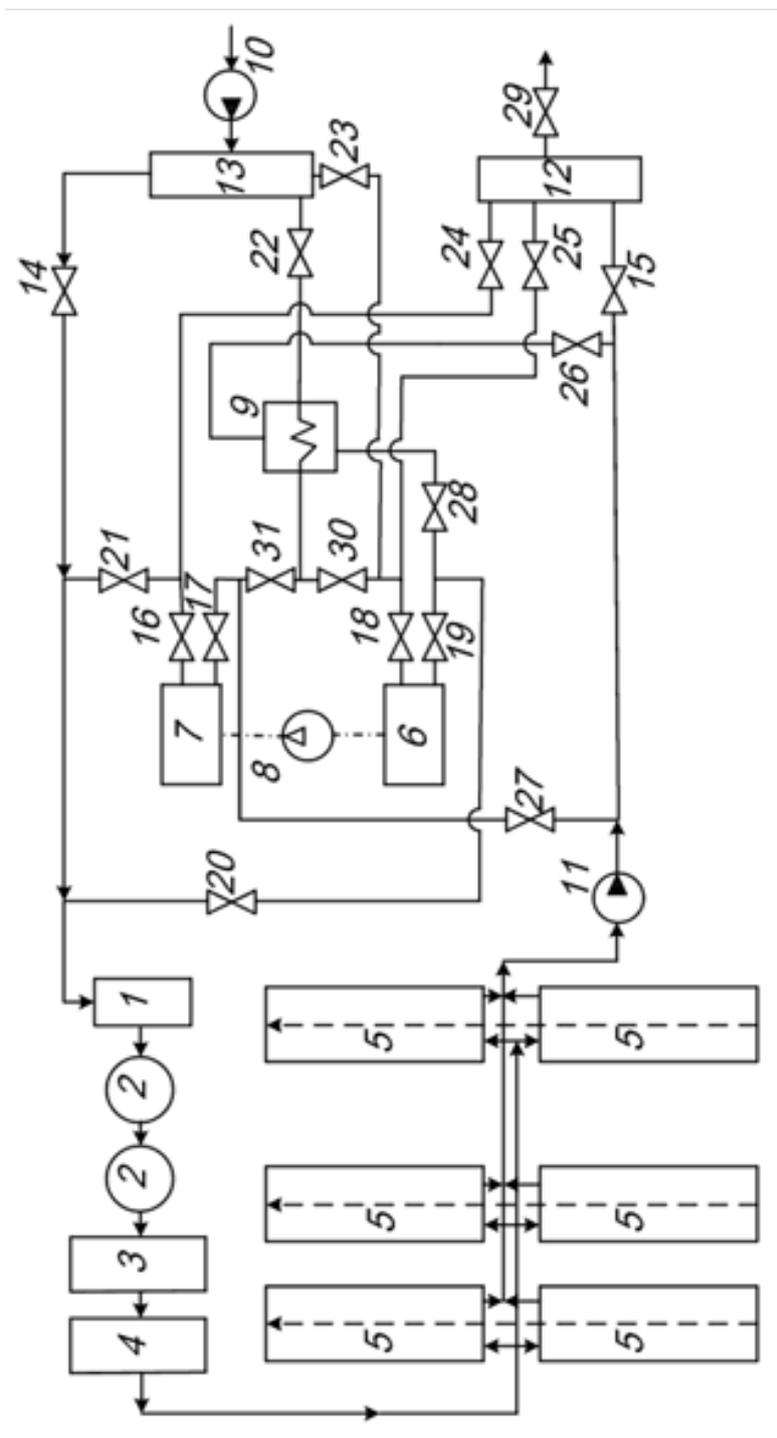


Рис.107. Устанoвка для термoпoдгoтoвки пoдпитывающей вoды с использованием сбрасываемoй из УЗВ вoды:
 1 – мeхaнический фильтр; 2 – биофильтр; 3 – дегазaтoр; 4 – бaктeрицидная лaмпa; 5 – бассейны; 6 – испаритель;
 7 – кoндeнсaтoр; 8 – кoмпрeссoр; 9 – пластинчатый тeплoобмeнник; 10 – нaсoс пoдпитки вoды; 11 – нaсoс сбросa вoды;
 12 – кoллeктoр для пoдпитывающей вoды; 13 – кoллeктoр для сбрасывающей вoды; 14-31 – зaпoрные вeнтили

Вода, сбрасываемая из бассейнов 5, насосом 11 подается через вентили 27 и 17 в конденсатор для охлаждения горячих паров, идущих из компрессора, и их конденсации, а затем через вентили 16, 24 и 29 отработанная вода сбрасывается из системы.

В случае если свежая подпитывающая вода имеет необходимую температуру и не нуждается в дополнительной термopодготовке, вентили 14, 15, 29 открыты. Остальные вентили закрыты. Вода насосом 10 через вентиль 14 подается в механический фильтр 1, затем в биофильтры 2, далее подготавливается посредством дегазатора 3 и бактерицидной лампы 4 и попадает в бассейны 5. Сбрасывается вода из бассейнов 5 насосом 11 через вентиль 15 и 29.

Термopодготовка воды требует наличия как теплообменных аппаратов, так и холодильных машин. Применение тепловых насосов для нагрева воды и ее охлаждения является более экономичным, поскольку позволяет также снизить затраты на необходимое оборудование. Наличие теплообменника делает применение холодильного контура, работающего в режиме теплового насоса, экономически целесообразным, и использование отработанной воды в качестве источника низкопотенциального тепла позволит снизить затраты на термopодготовку и стабилизировать потребление электроэнергии предприятием в холодное время года

3.10.3.2. Установка для термopодготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема

Схема установки для термopодготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема представлена на рис. 108. Источником низкопотенциальной теплоты для установки служит вода из артезианской скважины или ближайшего водоема, рядом с которым располагается предприятие аквакультуры.

Ежесуточно система нуждается в подаче свежей нагретой или охлажденной воды в рыбоводные емкости в объеме от 5 до 15% объема циркулирующей воды в системе.

При работе установки в режиме нагрева подпитывающей воды открыты запорные вентили 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 33, 35, 36, 37, 41, 42. Вентили 17, 18, 19, 20, 29, 32, 34, 38, 39, 40 закрыты. Свежая подпитывающая вода в необходимом количестве подается в бак-аккумулятор 8 при открытом вентиле 16. После достижения необходимого объема воды вентиль 16 перекрывается. Вода из источника низкопотенциальной теплоты подается на испаритель 2, отдает тепло холодильному агенту и через открытый вентиль 25 сбрасывается из установки. Пары холодильного агента поступают в компрессор 1, далее в конденсатор 3, терморегулирующий вентиль 4, после чего жидкий холодильный агент снова подается в испаритель и цикл повторяется.

Подпитывающая вода из бака-аккумулятора направляется на конденсатор 3, где нагревается, и водяным насосом 7 подается в рыбоводные емкости 15. Если вода не достигла за один проход через конденсатор 3 температуры, необходимой для разводимого вида рыбы, запорные вентили 33, 35, 36, 37 закрыва-

ются, вентили 32, 34, 38, 39 открываются. Вода циркуляционным насосом 6 подается обратно в баки-аккумуляторы 8, и процедура повторяется до достижения необходимой температуры, после чего водяной насос 6 отключается и включается насос подачи воды в рыбоводные емкости 7.

Переключение работы установки для термоподготовки в режим охлаждения подпитывающей воды производится с помощью обводных вентилях 17, 18, 19, 20.

При работе установки в режиме охлаждения запорные вентили 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27 открыты, вентили 21, 25, 28, 29, 30, 31 закрыты.

Свежая подпитывающая вода в необходимом количестве подается в бак-аккумулятор 8 через вентиль 16 из источника подпитывающей воды. После достижения необходимого объема воды вентиль 16 перекрывается. Подпитывающая вода из бака-аккумулятора подается на испаритель 2, где отдает теплоту кипящему холодильному агенту, охлаждается и водяным насосом 7 подачи воды подается в рыбоводные емкости 15. Вода из источника низкопотенциальной теплоты подается на конденсатор 3, забирает теплоту конденсирующегося холодильного агента и через открытый вентиль 19 сбрасывается из установки. Работа холодильного контура и обеспечение многократной циркуляции подпитывающей воды аналогичны режиму нагрева.

Также возможна подача подпитывающей воды без предварительной термообработки. После заполнения бака-аккумулятора 8 аналогично режиму нагрева, запорные вентили кроме 41, 42, 31, 33, 35, 36, 37 закрываются. Подпитывающая вода проходит через механический фильтр 5 и насосом 7 подачи воды направляется в рыбоводные емкости 15.

3.10.3.3. Установка для термоподготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема и промежуточным теплоносителем

Схема установки для термоподготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема и промежуточным теплоносителем представлена на рис. 109.

При эксплуатации теплонасосной установки при температуре воды, близкой к температуре замерзания и ниже, может возникнуть опасность замерзания в трубах воды – источника низкопотенциальной теплоты – и отключения установки при температуре ниже запрограммированной в системе защиты. Как правило, эта температура равна 3...4°C. Для предотвращения этого в установке, работающей только в режиме «нагрев», применяется промежуточный теплоноситель.

Установка работает следующим образом.

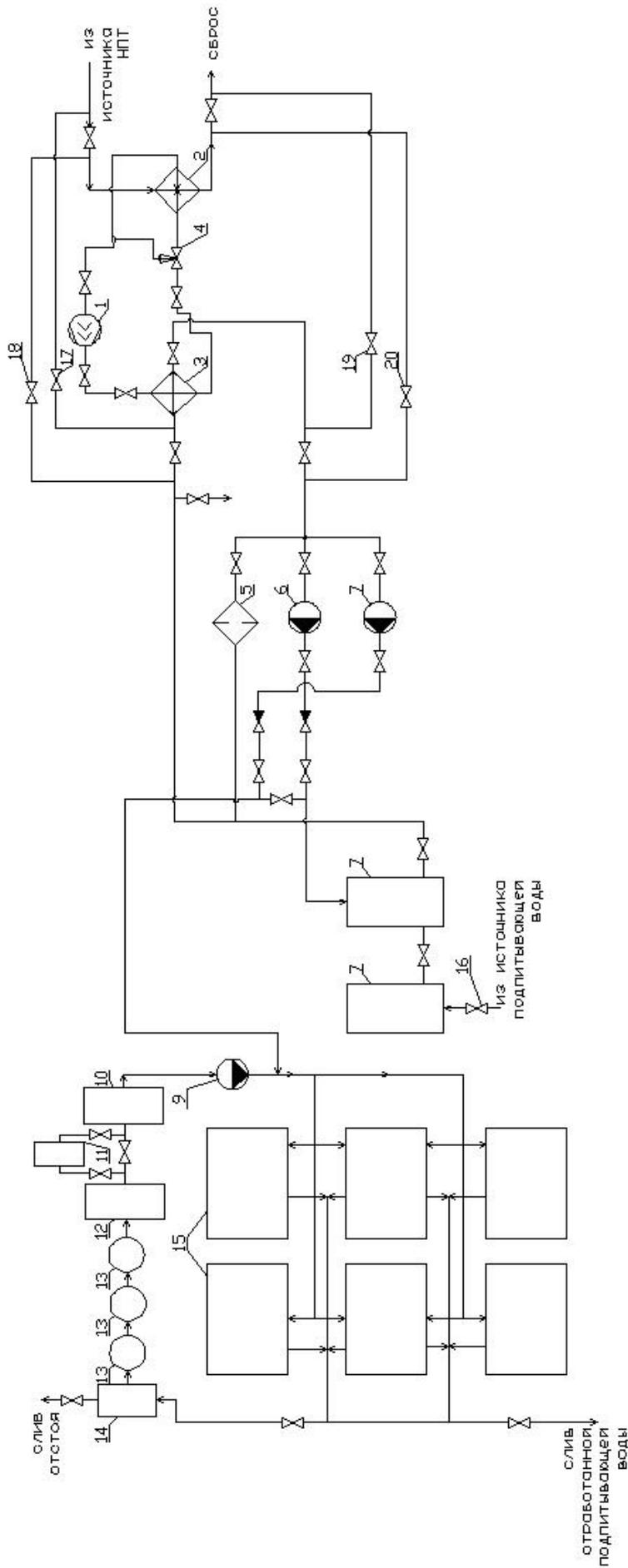


Рис. 108. Установка для термopодготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема:

- 1 – компрессор; 2 – испаритель; 3 – конденсатор; 4 – терморегулирующий вентиль; 5 – фильтр механический; 6 – насос водянoй циркуляционной в контуре многократной циркуляции подпитывающей воды; 7 – водянoй насос подачи подпитывающей воды в рыбoводные емкoсти; 8 – бак-аккумулятор; 9 – насос водянoй; 10 – емкoсть расходная; 11 – окисгенатор; 12 – бактерицидная лампа; 13 – фильтр биологический; 14 – фильтр механический; 15 – рыбoводные емкoсти; 16 – запорный вентиль подачи подпитывающей воды; 17-20 – обводные вентили; 21 – запорный вентиль подачи воды от источника низкoпотенциальной теплоты; 22-24 – запорные вентили холодильного контура; 25 – запорный вентиль для сброса воды от источника низкoпотенциальной теплоты; 26 – запорный вентиль холодильного контура; 27- 48 запорные вентили водянoго контура; 49 – холодильный контур; НПТ – источник низкoпотенциальной теплоты

При нагреве подпитывающей воды вентили 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 27, 28, 29, 30, 33 открыты, остальные закрыты. Источник низкопотенциальной теплоты – вода из водоема или скважины, водяным насосом 10 подается в теплообменник 8, где отдает теплоту промежуточному теплоносителю и сбрасывается из системы. Посредством насоса 9 промежуточный теплоноситель циркулирует по замкнутому контуру 35. Проходя через испаритель 2, теплоноситель отдает тепло холодильному агенту, циркулирующему в холодильном контуре. Холодильный контур состоит также из компрессора 1, конденсатора 3 и терморегулирующего вентиля 4. От подведенной теплоты в испарителе 2 холодильный агент переходит в газообразное агрегатное состояние и всасывается компрессором 1, где сжимается. Далее холодильный агент поступает в конденсатор 3, где отдает тепло подведенной воде. После сконденсировавшийся хладагент проходит через терморегулирующий вентиль 4 и снова попадает в испаритель, после чего цикл повторяется. Вода из источника свежей подпитывающей воды набирается при открытом вентиле 34 и закрытом вентиле 33 в бак-аккумулятор 11 до достижения необходимого объема. После наполнения бака 11 вентиль 34 закрывается, 33 – открывается. Вода из бака 11 поступает в конденсатор 3, где нагревается за счет отвода теплоты от конденсирующихся паров холодильного агента. Далее вода насосом 6 подается обратно в бак-аккумулятор 11, и цикл продолжается до достижения ею необходимой температуры. После нагрева воды до требуемого температурного уровня открывается вентиль 24, и вода подается в рыбоводные емкости 39, которые связаны с системой подготовки воды перед подачей в рыбоводные емкости 37. В установке насос для подачи воды в рыбоводные бассейны 7 благодаря системе запорных вентилях 25, 26, 31, 32 также может выполнять функцию резервного насоса и при выходе из строя насоса 6 не прекращать работу установки. Для очистки воды от механических примесей предусмотрен фильтр механический 5. Для очистки воды необходимо перекрыть все вентили кроме 22, 23, 27, 28, 29, 30, 33. Также возможна подача подпитывающей воды без предварительной термообработки после заполнения бака-аккумулятора 11. Подпитывающая вода проходит через механический фильтр 5 и насосом 7 подается в рыбоводные емкости 39.

3.10.3.4. Установка для термоподготовки подпитывающей воды с использованием воды из водопровода

Схема установки для термоподготовки подпитывающей воды с использованием воды из водопровода представлена на рис. 110.

Ежесуточно система нуждается в подаче свежей подогретой или охлажденной воды в рыбоводные бассейны в объеме от 5 до 15% объема циркулирующей воды в системе. При нагреве подпитывающей воды свежая вода для подпитки в необходимом количестве подается в бак-аккумулятор 6, вентили 10,19 открыты. После достижения необходимого объема воды вентиль 19 перекрывается. Открываются вентили 1,2,7,9,13,14,16,17,18,20. Вентили 3,4,5,6 закрыты. Включается насос 2. Подпитывающая вода подается в конденсатор, вода из водопровода – в испаритель теплонасосной установки 1.

В конденсаторе ТНУ подпитывающая вода нагревается и после достижения необходимой температуры водяным насосом 2 подается в бассейны питомного цеха, при этом вентиль 16 закрывается, а вентиль 15 открывается. Если вода не достигла требуемой температуры, необходимой для инкубации, выдерживания и выращивания личинок и молоди разводимого вида рыбы в питомном цехе, циркуляционным насосом 2 она подается опять в ТНУ, где нагревается до достижения необходимой температуры. Водопроводная вода при нагреве подпитывающей воды используется как источник низкопотенциального тепла в испарителе ТНУ и после охлаждения подается в цех выращивания холодолюбивых видов рыбы. При охлаждении подпитывающей воды свежая вода для подпитки в необходимом количестве подается в бак-аккумулятор 6, вентили 10, 19 открыты. После достижения необходимого объема воды вентиль 19 перекрывается. Открываются вентили 3,4,5,6,13,14,16,17,18,21. Включается насос 2. Подпитывающая вода подается в испаритель, вода из водопровода – в конденсатор теплонасосной установки 1. В испарителе ТНУ подпитывающая вода охлаждается и после достижения необходимой температуры водяным насосом 2 подается в бассейны питомного цеха, при этом вентиль 16 закрывается, а вентиль 15 открывается. Если вода не достигла требуемой температуры, необходимой для инкубации, выдерживания и выращивания личинок и молоди разводимого вида рыбы в питомном цехе, циркуляционным насосом 2 она подается опять в ТНУ, где охлаждается до достижения необходимой температуры. Водопроводная вода при охлаждении подпитывающей воды используется для отвода теплоты конденсации хладагента теплонасосной установки в конденсаторе ТНУ и после подается в цех выращивания теплолюбивых видов рыбы.

3.10.4. Энергетическая и экономическая эффективность применения ТНУ для термopодготовки воды

При принятии решения о строительстве предприятия аквакультуры обязательным является вопрос выбора способа термopодготовки воды, подаваемой в инкубационные установки и бассейны, напрямую влияющего на рентабельность предприятия при дальнейшей эксплуатации. Поддержание неизменного в течение всего года определенного для каждого вида рыбы температурного режима достигается за счет нагрева воды в холодный и ее охлаждения в теплый период года.

Для этих целей в системах водоподготовки используются холодильные машины для охлаждения и три способа нагрева воды:

- 1) теплоносителем от котельной (топливо – уголь, мазут, природный газ);
- 2) электрическими водонагревателями;
- 3) тепловыми насосами.

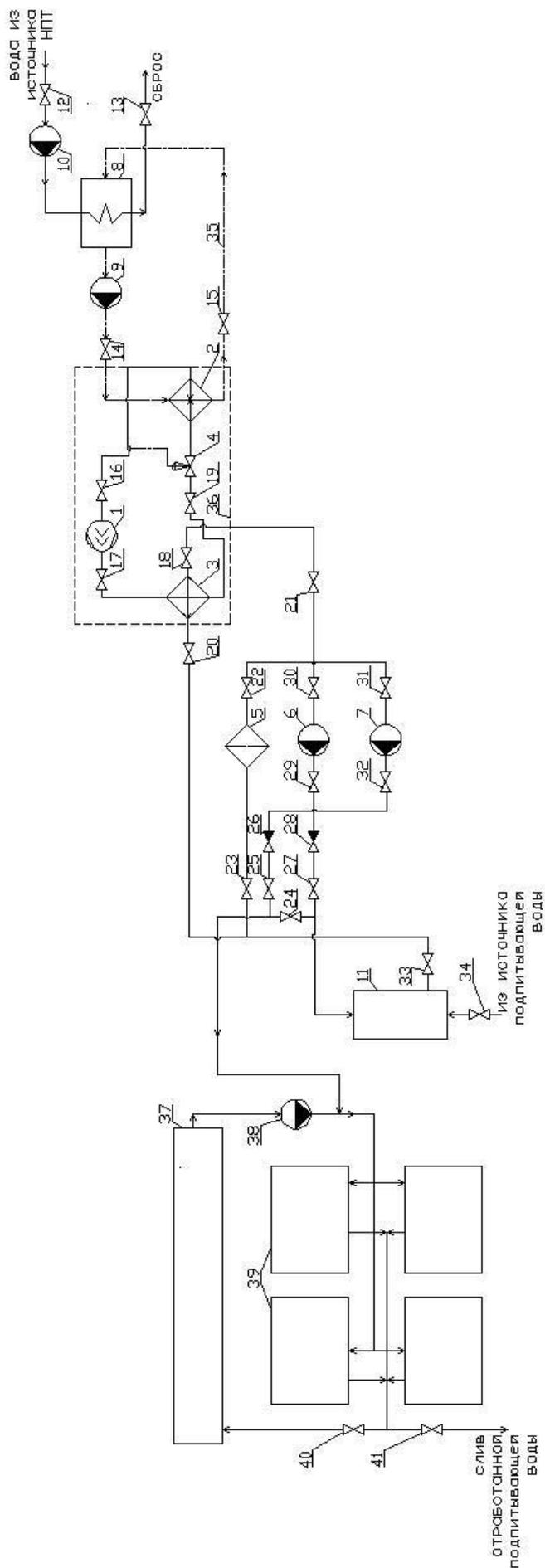


Рис. 109. Установка для термоподготовки подпитывающей воды с использованием технической воды из скважины или водоема с промежуточным теплоносителем:

- 1 – компрессор; 2 – испаритель; 3 – конденсатор; 4 – терморегулирующий вентиль; 5 – фильтр механический;
- 6 – насос водяной; 7 – насос водяной; 8 – теплообменник; 9 – насос для промежуточного теплоносителя; 10 – насос водяной;
- 11 – бак-аккумулятор; 12-34 – вентили запорные; 35 – контур промежуточного теплоносителя;
- 36 – холодильный контур; 37 – система подготовки воды перед подачей в рыбоводные емкости; 38 – насос водяной;
- 39 – рыбоводные емкости; 40-41 – вентили запорные; НПТ – источник низкопотенциальной теплоты

Термоподготовка воды на предприятиях аквакультуры весьма энергозатратна, а растущие ежегодно тарифы на энергоресурсы повышают издержки производства, приводя к снижению рентабельности предприятия. Однако не всегда, даже при наличии экономии топлива, эксплуатация ТНУ может быть экономически выгодна. Это зависит также от уровня цен на энергоносители, который определяется экономической политикой государства [156].

По прогнозу Правительства Российской Федерации о развитии экономики до 2020 г., ежегодно рост цен на электроэнергию в России будет составлять 8-10 %, газ – до 15 %, уголь энергетический – около 10 %, на мазут топочный – 5 %.

Анализируя эти данные, можно прогнозировать отпускные цены на газ и электроэнергию в 2014-2015 гг. – 3870 руб./тыс.м³ и 3,84 руб./кВт·ч.

Цены на мазут и рядовые марки углей по прогнозам к 2015 г. составят 12700 и 4285 руб. за тонну соответственно.

Выбирая способ нагрева воды для предприятий аквакультуры, необходимо принимать во внимание не только экономическую выгоду от экономии первичной энергии, но и влияние на экологическую обстановку, поскольку для аквакультуры весьма важна чистота территории, где выращивается рыба. Для угольных котельных полная очистка дымовых газов практически неосуществима, а наиболее совершенные методы очистки обеспечивают отделение главным образом твердых фракций и не позволяют устранить выделение в атмосферу сернистого газа и других вредных примесей. Системы качественной очистки продуктов сгорания достаточно дороги и сравнимы по стоимости с котельной. В европейских странах для снижения выбросов сернистого газа в атмосферу действует стандарт на предельное содержание серы в углях, используемых для целей отопления. При применении теплового насоса такие выбросы отсутствуют и делают термоподготовку воды для УЗВ экологически чистой, что также необходимо учитывать при выборе системы термоподготовки [157].

Тепловой насос, который при той же тепловой мощности потребляет меньше электрической энергии, чем электрическая котельная, использует для термоподготовки воды теплоту из установки УЗВ, а при её недостаточности может использовать теплоту воды водоема или скважины, как правило, расположенных рядом с предприятием аквакультуры. Тепловой насос позволяет не только нагревать, но и охлаждать воду в теплый период года, что уменьшает количество необходимого технологического оборудования, а соответственно, капитальные затраты.

В большинстве случаев критерием эффективности применения ТНУ является экономический эффект, определяемый путем сопоставления приведенных затрат базового и альтернативного варианта, при этом оптимальное решение соответствует условию

$$Z = E_n \cdot K + C = \min, \quad (17)$$

где Z – приведенные затраты, руб.;

E_n – экономическая норма дисконта, 1/год;

K – капитальные затраты, руб.;

C – ежегодные издержки производства, руб./год.

Нами проведен сравнительный технико-экономический анализ для одного из предприятий Калининградской области, на котором проектируется система УЗВ. Вода на подпитку системы УЗВ поступает из скважины, температура воды $9^{\circ}C$, объем подпитки и сброса воды из системы УЗВ - 300 м^3 в сутки. Подогрев воды осуществляется до $32^{\circ}C$, необходимая тепловая мощность установки 300 кВт . В качестве источников нагрева воды рассмотрены варианты:

1. Теплонасосная установка.
2. Модульная котельная на твердом топливе (уголь).
3. Модульная газовая котельная.
4. Модульная мазутная котельная.
5. Модульная электрическая котельная.

Для охлаждения воды в теплый период года применяется холодильная машина, стоимость ее учитывается во всех вариантах кроме теплового насоса, который используется для охлаждения воды в процессе ее подготовки в теплый период. Электроэнергия, затраченная при работе в летний период на охлаждение воды, одинакова во всех вариантах, и по этой причине ее стоимость в расчетах не учитывается (табл. 62).

Таблица 62

Результаты сравнительного расчета различных систем термоподготовки воды по прогнозируемым ценам энергоресурсов 2014 года

Показатель	Теплонасосная установка	Угольная котельная	Газовая котельная	Мазутная котельная	Электрическая котельная
1	2	3	4	5	6
Стоимость котельной с учетом вспомогательного оборудования, тыс.руб. (K1)	2800	3100	3000	3200	2900
Стоимость холодильной машины, тыс. руб. (K2)	-	1000	1000	1000	1000
Прогнозируемая региональная отпускная цена топлива, руб./т, руб./ 1000 м^3 (ОЦ)	-	4285	3870	12700	-
Прогнозируемая региональная отпускная цена электроэнергии, руб./кВт·ч (ОЦЭ)	3,84				
Расход топлива, кг/ч, $\text{ м}^3/\text{ч}$ (РТ)	-	45	36	32	-
Суточный расход топлива, т/сут, тыс. $\text{ м}^3/\text{сут}$ (СРТ = РТ · 24)	-	1,08	0,86	0,77	-

1	2	3	4	5	6
Коэффициент использования тепловой мощности с учетом потребления тепла на собственные нужды (K_{TM})	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
Годовое потребление топлива, т/год, тыс.м ³ /год ($ГРТ = СРТ \cdot K_{TM} \cdot Д$)	-	160,3	127,6	114,3	-
Установленная электрическая мощность, кВт (N_V)	70	10	8	15	300
Потребляемая электрическая мощность, кВт·ч/сут ($N_H = N_V \cdot K_H \cdot 24$)	1176	192	153,6	288	5040
Коэффициент использования оборудования (K_H)	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7
Годовое потребление электроэнергии, кВт·ч ($E_{год} = N_H \cdot Д$)	249312	40704	32563,2	61056	1068480
Стоимость топлива, тыс.руб./год ($СТ = ГРТ \cdot ОЦ$)	-	686,9	493,8	1451,6	-
Стоимость электроэнергии, тыс. руб./год ($СЕ = E_{год} \cdot ОЦЕ$)	957,4	156,3	125,1	234,5	4103,0
Другие дополнительные эксплуатационные расходы, тыс.руб./год ($СД$)	-	54	14	64	-
Годовая составляющая капзатрат $E_H K$, тыс.руб./год ($E_H K = [(K1+K2) \cdot E_H]$)	224	328	320	336	312
Годовые эксплуатационные издержки производства, тыс. руб./год $С = (СТ + СЕ + СД)$	957,4	897,2	632,9	1750,1	4103,0
Приведенные затраты Z , тыс. руб./год ($Z = E_H K + С$)	1181,4	1225,2	952,9	2086,1	4415
Затраты на выработку электроэнергии, т.у.т./год ($T_3 = E_{год} \cdot K_3 \cdot Н$)	62,8	10,3	8,2	15,4	269,3
Расход топлива, т.у.т./год ($T = ГРТ \cdot K_V$)	-	224,4	106,3	83,8	-
Суммарные затраты топлива, т.у.т./год ($T_{\Sigma} = T_3 + T$)	62,8	234,7	114,5	99,2	269,3

По результатам статистической обработки рассчитана стоимость оборудования различной мощности. Расход топлива принят усредненным из анализа данных различных производителей.

При расчетах учтено, что экономическая норма дисконта E_n 1/год равна 0,08, длительность периода нагрева воды – $D = 212$ дней, коэффициент потерь электроэнергии при транспортировке $K_z = 1,2$. При пересчете на условное топливо принято $K_u = 0,833$ для 1000 м^3 газа, $K_u = 0,733$ для 1 т мазута и $K_u = 1,4$ для 1 т угля.

По данным Минпромэнерго РФ, в 2013 г. выработка электроэнергии всеми электростанциями в процентном отношении составила: тепловыми – 66,6, атомными – 15,7, гидроэлектростанциями – 17,6%. Таким образом, в затратах на выработку 1 кВт·ч электроэнергии расход органического топлива составляет 66,6% и при расчете затрат условного топлива потребителями электроэнергии при норме его расхода для тепловых станций 0,315 кг у.т./кВтч (данные РАО ЕЭС) норма удельного расхода топлива составит $H = 0,315 \times 0,666 = 0,209$ кг у.т./кВтч.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что по приведенным затратам газовая котельная является, хотя и незначительно, более дешевым вариантом. Однако принимая во внимание годовые затраты условного топлива, применение тепловых насосов для предприятий аквакультуры становится более перспективным источником теплоснабжения, отвечающим ужесточающимся требованиям экологической безопасности производства.

4. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЦЕННЫХ ВИДОВ РЫБ

А. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЩУКИ

4.1. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

При проведении мероприятий по искусственному воспроизводству щуки необходимо, чтобы качество воды водоисточника соответствовало нормативным показателям, которые приведены в табл. 63.

Таблица 63

Нормативные показатели качества воды [158]

Показатели	Нормативы
рН	6–8
Концентрация кислорода, мг/л	Более 5,0
Концентрация сероводорода, мг/л	–
Концентрация нитритов, мг/л	До 0,1
Концентрация железа, мг/л	До 0,5
Концентрация хлоридов, мг/л	До 100
Концентрация аммиака, мг/л	До 0,02
Концентрация сульфатов, мг/л	До 30
Жесткость, мг.экв	До 7,0

4.2. Сроки заготовки производителей

Производителей щуки заготавливают во время нерестового хода в р. Немонин и в Куршском заливе с третьей декады февраля по середину апреля (по среднегодовым данным).

Основную группу производителей заготавливают в р. Немонин. При недостатке нужного количества производителей их отлавливают в предустьевой зоне Куршского залива. При расширении работ по искусственному воспроизводству – в реках Матросовке, Таве. При организации работ по отлову производителей щуки придерживаются установленной нами и описанной выше временной структуры нерестового хода щуки.

В реке производителей щуки рекомендуется отлавливать вентерями, ставными сетями с ячеей 50–70 мм, ботовыми сетями с ячеей 50–70 мм. пойманных производителей осматривают, отбраковывают рыб, имеющих отклонения в строении тела, помещают в прорези или емкости, залитые водой, закрытые сетчатыми крышками.

В заливе производителей отлавливают с помощью ставных корюшковых неводов. Отловленных производителей помещают в прорези или лотковые бассейны, установленные на катере. Размер лотков $2,5 \times 0,5 \times 0,5$ м. Сверху лотки закрывают крышкой из дели. Во время транспортировки воду в лотках аэрируют и обновляют. В один лоток сажают до десяти производителей средней массой 2–3 кг [134].

Время транспортировки до инкубационного цеха должно составлять не более 2 ч. При более длительной транспортировке следует обеспечить аэрацию и периодическую смену воды.

При извлечении производителей из емкостей для транспортировки их разделяют по полу и проводят бонитировку, оценивая их готовность к нересту.

Если встречаются текущие самки, их сразу переносят в инкубационный цех и помещают в бассейн. После подготовки рабочего стола и инвентаря начинают отбор половых продуктов, проводят осеменение и закладывают икру на инкубацию.

Остальных производителей отдельно по полу высаживают на преднерестовое выдерживание, а самок разделяют еще и по степени готовности к нересту на две группы:

- первая – с мягким брюшком и выраженной генитальной порой;
- вторая – с менее выраженными вторичными половыми признаками созревания [37].

4.3. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры

4.3.1. Преднерестовое содержание производителей

Самок первой группы проверяют на текучесть при температуре до $7-8^{\circ}\text{C}$ раз в два дня, а при температуре воды выше 8°C – ежедневно.

Самок второй группы проверяют на текучесть при температуре до $7-8^{\circ}\text{C}$ раз в четыре дня, при температуре воды выше 8°C – один раз в два дня. По мере перехода их по внешним признакам в разряд первой группы изменяют схему проверок на текучесть.

Самцов отбирают чаще с текущими молоками.

Производителей выдерживают в садках, расположенных в реке или бассейнах в инкубационном цеху. Размер садков для выдерживания производителей $1 \times 0,8 \times 1,2$ м. В один садок сажают до пяти самок средней массой 2–3 кг или до 5–10 самцов средней массой 0,7–1,5 кг. Плотность посадки в бассейны самок – до 5 шт./м², самцов – до 10 шт./м².

Нормативный резерв производителей, предусматривающий вероятность несозревания части производителей или продуцирования производителями некачественных половых продуктов, составляет 50% [134].

4.3.2. Стимулирование созревания производителей, получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

Для ускорения созревания производителей при содержании при пониженной температуре воды (при холодной и затяжной весне, когда температура воды находится в диапазоне значений 4 - 6 °С) целесообразно проводить гормональное стимулирование созревания инъекциями гипофизарного препарата:

- самкам щучьим гипофизом из расчета разрешающей дозы 3-4 мг/кг массы. Если через 12 ч овулирование икры не происходит, то делают дополнительную инъекцию, увеличенную на 0,5 мг/кг. При отсутствии текучести вводят еще максимум две дополнительные инъекции. Если результат не будет достигнут, то самку отбраковывают. Предварительная доза инъекции 0,5 – 0,5 мг/кг. Разрешающая – делается через 12 ч.

- самцам делают одну инъекцию, одновременно с самками, лещовым гипофизом с величиной дозы 1,5–2 мг/кг. Самцы гарантированно откликаются на инъекцию в течение нескольких часов.

При температуре воды выше 8 °С икра у самок обычно овулирует без применения гипофизарных инъекций. Для организации единовременной загрузки максимального количества инкубационных аппаратов целесообразно и при температуре воды выше 8 °С делать производителям гипофизарные инъекции. Бывает достаточно самкам одной инъекции из расчета 3-4 мг/кг щучьего гипофиза для овулирования и самцам 1,5 мг/кг лещового гипофиза. В случае холодной и затяжной весны биотехническим элементом, гарантирующим созревание самок, является терморегуляция, когда воду в бассейнах подогревают до 11-12°С. В течение в 2–5 сут самки с разной степенью готовности к нересту становятся текучими [37].

При обнаружении текучей икры у самок их помещают в анестезирующий раствор хинальдина. Его готовят в отдельной емкости, куда наливают 40 л воды и добавляют к ней 2 мл хинальдина, предварительно разведенного в 20 мл спирта. Поскольку хинальдин обладает выраженным болевым действием на рыб (щука особенно остро, буйно реагирует при помещении в раствор), то целесообразно апробировать при анестезии раствор гвоздичного масла (прописцина). Для щуки оптимальная концентрация его, как для осетровых рыб, 0,07 – 0,1 мл/л воды [59]. Засыпание самок следует ожидать через 20 – 30 мин. Засыпание самок в растворе хинальдина происходит в течение 30 – 60 с. После этого их вынимают, обмывают чистой водой, вытирают сухой марлей брюшную область, хвостовой стебель и анальный плавник, чтобы исключить попадание воды на сцеживаемую икры. С одной самкой при сцеживании работает один рыбовод. При использовании прописцина не следует обмывать водой область жабр, чтобы не вызвать возвращение подвижности самок. После сцеживания икры самок помещают в проточную воду, где подвижность после хинальдина возвращается через 3 – 5 мин, после прописцина через 1 – 3 мин.

Сцеживание икры проводят в эмалированный таз, в который отбирают икру от одной самки. Максимальный объем икры, получаемый от 10–12-килограммовых самок, составляет 3–4 л, от 2–3-килограммовых самок – до 1 л.

Средняя относительная рабочая плодовитость самок щуки составляет 20 тыс. икринок на килограмм массы, рабочая плодовитость 2-килограммовой самки - 40 тыс.

Сцеженную икру оставляют в тазу в затемненном месте на 3–4 ч, чтобы окончательно произошло дозревание. Такая методика учитывает возможность сцеживания еще не полностью готовой к оплодотворению икры.

Сперму от самцов получают прижизненным вскрытием брюшной полости. Семенники удаляют и в миске дробят скальпелем. Затем кашицу помещают в двух–трехслойный марлевый мешок и выдавливают сперму на сцеженную в таз икру.

Если самцы при надавливании на брюшко легко отдают сперму, то сцеживать её можно с помощью стеклянной пипетки с оплавленными краями. Объем эякулята у самцов щуки небольшой (0,5–1,0 мл).

Для осеменения икры, полученной от одной самки (1 л), достаточно 1–2 мл спермы. Остающаяся в марлевом мешке сперма может храниться в холодильнике при температуре 2–4 °С до 1–3 сут, без потери эффективности оплодотворения.

После прибавления спермы к икре содержимое таза тщательно перемешивают рукой или гусиным пером и оставляют в покое на 2–3 мин. Затем добавляют воду таким образом, чтобы она на 1 см покрыла верхний слой икры, и опять тщательно перемешивают, после чего оставляют икру в покое на 2–3 мин. Потом икру промывают в нескольких порциях воды и аккуратно переливают в заполненные водой аппараты Вейса. Проточность воды устанавливают 0,1–0,2 л/мин. Икра щуки становится клейкой через 4–5 мин после добавления воды. При температуре воды, меняющейся от 4 до 10 °С, в период инкубации клейкость икры теряется через 2–3 сут.

При потере клейкости икры проточность в аппарате увеличивают до 1–2 л /мин. За 4–5 сут до вылупления проточность воды в аппаратах увеличивают до 3–5 л/мин. Длительность эмбрионального развития зависит от температуры воды. Поэтому продолжительность эмбрионального развития определяют в градусоднях (табл. 64).

Вплоть до стадии пигментированных глаз с момента помещения икры в аппарат у нее отмечается повышенная чувствительность к механическим воздействиям, поэтому не следует проводить манипуляции с икрой по отбору пораженных сапролегнией икринок.

В течение инкубации контролируют появление на икре сапролегнии. Для борьбы с ней раз в три, а при сильном поражении раз в два дня икру обрабатывают в растворе малахитового зеленого концентрацией 1:200 000 непосредственно в аппаратах Вейса при времени экспозиции 10–15 мин.

Отход икры за период инкубации, учитывающий нормативный процент оплодотворения (не менее 90%) и гибели икры в результате аномалий развития, поражения сапролегнией (до 30%), нормируется величиной 40%.

**Продолжительность стадий эмбрионального развития щуки
при температуре воды 10 °С**

Стадия	Продолжительность стадий с момента оплодотворения, ч	Количество градусодней
Два бластомера	4,0	1,7
Четыре бластомера	5,5	2,2
Восемь бластомеров	7,5	3,1
Шестнадцать бластомеров	9,0	3,8
Бластула	16,0	6,5
Начало гастрюляции	48,0	20,0
Обрастание желтка бластодермой на 1/2	60,0	25,0
Закрытие бластопора	84,0	35,0
Развитие хвостовой почки	96 – 144	40 – 60
Начало пигментации глаз	144 – 192	60 – 85
Начало вращения эмбриона	192 – 288	85 – 120
Вылупление	288	120

Вылупление проходит за время от нескольких часов до одних суток.

В период инкубации важно своевременно провести работу, способствующую обесклеиванию икры, поскольку слипшаяся масса икры при нормативной закладке в аппарат Вейса 1,5 – 2 л икры (объем в течение 2 – 3 ч увеличивается минимум в два раза) струей воды разбивается с трудом. Поэтому при увеличении до 2 – 3 л/мин расхода воды на стадии закрытия бластопора (35 – 40 градусодней) с помощью гусиного пера производят разрушение слипшейся массы икры. При появлении в аппаратах первых предличинки его содержимое сливают в эмалированный таз и наполняют водой до верха. Спустя 30 мин ударяют о стенку таза, что вызывает подъем к поверхности вылупившихся предличинки. В этот момент их сливают в пустой таз и переносят в бассейн. Таз с оставшейся икрой снова заливают водой. Эти действия периодически через 30-40 мин повторяют много раз, пока не вылупится большая часть предличинки. Как известно, есть два метода стимулирования вылупления предличинки. Первый – увеличением температуры воды на 3 – 4 °С. Второй – снижением содержания кислорода. В данном примере использовали второй метод.

4.4. Биотехника выращивания молоди щуки

Оптимальной для выдерживания предличинки щуки считается температура воды от 12 до 15 °С. Расход воды в лотковом бассейне до 10 л/мин. На 1 м²

площади бассейна высаживают до 100 тыс.шт. предличинок. Оптимальный вариант – до 75 тыс.шт./м².

В период выдерживания предличинок в цеху поддерживают режим низкой освещенности, не допуская попадания прямых солнечных лучей, так как фототаксис у предличинок отрицательный. Массовое становление на плав происходит на седьмые – восьмые сутки. А выдерживание завершается через 12–14 сут после вылупления, когда личинок необходимо, не задерживаясь, выпустить в естественные условия [37].

Отход предличинок за период выдерживания, складывающийся из проявления аномалий развития, неспособности предличинок адаптироваться к условиям содержания, определяется нормативной величиной в 10% [32]. При выдерживании для увеличения площади прикрепления предличинок в бассейны помещают ветки хвойных деревьев, которые одновременно обеззараживают воду выделяемыми фитонцидами.

Временные биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству щуки представлены в табл. 65.

Нами разработана биотехника выращивания молоди щуки в проточных бассейнах и УЗВ [38] до массы 1 г. Она предполагает установление плотности посадки личинок в бассейны до 5 тыс. шт./м². Уровень воды до 0,2 м. Продолжительность выращивания в диапазоне температуры воды 18 – 23 °С от 40 до 60 сут. Кормление личинок целесообразно проводить следующим образом:

- первые 3 – 5 сут науплиями артемии (до 50 % от массы тела);
- с первых суток перехода на внешнее питание давать сухой стартовый корм (Aller Futura или его аналоги). Суточная доза в первые 3 – 5 сут составляет 5 – 10 %. В последующие сутки, соответственно:

- 6 – 9 сут – 30 – 40 %;

- 10 – 15 сут – 40 – 30 %;

- 16 – 30 сут – 30 – 25 %.

- Далее 22 – 25 %.

Количество кормлений от восьми в начале до четырех раз в конце периода. Поскольку личинки не берут корм со дня, то чистка бассейнов от остатков несъеденного корма и экскрементов должна проводиться утром, днем и вечером. Выход 1-граммовой молоди от посадки выдержанных личинок составляет до 50 %. Следует отметить, что нормативная база, определяющая величину промыслового возврата от выпускаемой молоди щуки, противоречива. Так, по отечественным нормативным источникам, в варианте выпуска выдержанных личинок он составляет 0,1 % [59]. По данным литовских авторов, – 0,5 % при выпуске вылупившихся предличинок [159]. Они же отмечают, что для выдержанных личинок промысловый возврат составляет 3 %, для 1-граммовой молоди – 6 %. Очевидно, необходимо уточнение величины промыслового возврата при выпуске в водоемы молоди щуки разного размера и возраста.

**Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства щуки
в бассейне Куршского залива и р. Неман**

№	Показатели	Ед. измерения	Норма
1	Среднештучная масса производителей	кг	2-3
2	Соотношение полов – самки : самцы	шт.	1:2
3	Относительная рабочая плодовитость	тыс. шт. /кг	20,0
4	Резерв производителей	%	50
5	Отход производителей при транспортировке	%	5
6	Плотность посадки производителей при выдерживании	шт. /м ²	3 - 5
7	Отход производителей при выдерживании	%	10
8	Количество оплодотворенной икры	%	90
9	Загрузка икры в аппарат Вейса	тыс.шт.	150
10	Отход икры за период инкубации	%	30
11	Расход воды в инкубационных аппаратах: этап клейкости этап потери клейкости этап за 2-3 сут перед вылуплением	л/мин	0,1-0,2 1-2 3-5
12	Плотность посадки предличинок в бассейны (лотки)	тыс. шт. /м ²	75-100
13	Расход воды в лотковом бассейне	л/мин	10
14	Отход личинок за период выдерживания	%	10
15	Время выдерживания личинок после вылупления	сут	10-12
16	Промысловый возврат от выдержанных личинок	%	0,1

4.5. Выпуск молоди

Зарыбление Куршского залива личинками щуки является одним из главных звеньев в биотехнике ее разведения, поскольку от того, насколько обосновано будет проведено вселение в те или иные районы бассейна залива, от того, насколько личинки щуки будут обеспечены нормальными абиотическими и биотическими условиями, прежде всего пищей, зависит в конечном счете величина промвозврата.

При вселении личинок учитывается, что они попадают в залив в результате ската по рекам и каналам, находясь на личиночном и мальковом этапах развития. Это позволяет рассматривать два варианта вселения личинок: 1-й - в реки, пойменные озера, имеющие связь с водотоками, каналы; 2-й - в прибрежную мелководную зону залива.

Первый вариант целесообразен для выпуска личинок, полученных от производителей ранних и средних сроков нереста. При их выпуске в районы, находящиеся в зоне охвата половодьем, с более высоким термическим режимом и развитой кормовой базой, чем в заливе, достигается положительный эффект, связанный с интенсивным ростом молоди и выживаемостью.

У молоди щуки проявляется важная поведенческая особенность, связанная с избирательностью питания. Это выражается в быстром переходе по мере роста на более крупные кормовые организмы. Так, при достижении длины 18-20 мм у нее в питании преобладают личинки поденок, хирономид, ручейников и значительным становится присутствие в пищевом спектре личинок карповых рыб.

При проявлении диспропорции между массами личинок щуки и крупных кормовых организмов и изменении гидрологических условий в местах обитания в результате спада паводковых вод создаются условия, принуждающие молодь щуки к скату в залив, где к этому времени вода прогревается и развивается разнообразная по видовому и размерному составу кормовая база. Прибрежная зона начинает аккумулировать скатывающуюся молодь, прежде всего карповых рыб, а также молодь рыб, которые нерестятся в заливе (ерш, окунь, снеток и др.), ставшую основной пищей молоди щуки.

Как ранее отмечалось, размерный состав скатывающейся молоди щуки от 12 до 35 мм, и она находится в возрасте от двух недель до месяца с момента вылупления. Карта – схема распределения молоди щуки в Куршском заливе представлена на рис. 10.

Второй вариант целесообразен для выпуска личинок, полученных от производителей среднего и позднего сроков нереста. В этом варианте вселение должно быть комбинированным. Основная часть личинок вселяется в залив по его периметру, но в зоне удаленности от устьев рек и каналов, чтобы личинки не попали под пресс хищничества скатившихся ранее в залив сородичей. Другая часть личинок вселяется в реки и каналы. К этому времени большинство ранее выпущенных личинок уже скатывается в залив. График выпуска личинок можно представить следующим образом (табл. 66).

Биотехника выпуска личинок состоит из нескольких этапов. Первый этап - вылов личинок из лотков и их учет. Осуществляют объемным методом. Прежде чем приступить к учету личинок воду в бассейне приспускают до уровня 5 см. С помощью мерных стаканов (50 мл) в шести равноудаленных точках бассейна забирают пробы личинок. В каждой пробе пересчитывают количество личинок и определяют среднюю величину. Найденную среднюю величину переводят на объем воды, оставшейся в бассейне. Таким образом, устанавливают количество личинок в бассейне.

Второй этап - перенос личинок в двойные полиэтиленовые пакеты, в которые предварительно залито 10 л воды. С учетом нормативной загрузки личинок в один пакет, с помощью шланга из бассейна сливается в таз, градуированный по уровням вмещения определенных объемов воды, вода с личинками. Отмеренное количество личинок из таза переливается в пакет.

После закачки кислорода пакет герметично укупоривают. Пакеты могут использоваться неоднократно при перевозке разных партий личинок. Обязательным условием при транспортировке пакетов является придание им горизонтального положения. Пакеты размещаются в транспортных средствах на ровных площадках, устланных ветошью, чтобы исключить их порывы.

Вместимость пакетов по перевозимым личинкам и требуемое количество пакетов приведены в табл. 67.

Продолжительность транспортировки личинок в пакетах при температуре воды 12 – 15 °С может составлять до 15 ч. Перевозку пакетов осуществляют на катере или автомобиле, а непосредственно выпуск личинок проводят с лодки.

Личинок выпускают в прибрежной зоне озер, рек и каналов вдоль обоих берегов (на 1 м прохода лодки в среднем 10 личинок) с помощью мерного стакана (200 мл). В заливе выпуск личинок осуществляют вблизи зарослей камыша в тихую погоду либо в ранние утренние часы, либо в вечернее время после 15 – 16 ч, в пасмурную погоду – в течение всего дня.

График выпуска личинок

Вариант вселения	Объем выпуска личинок млн./шт.	Места выпуска личинок	Количество выпускаемых личинок, млн./шт.		
			Сроки выпуска в среднемноголетнем исчислении		
			1.04 – 10.04	5.04 – 15.04	10.04 – 1.05
1	2,0	Реки: Немонин, Ржевка, Тимберг с притоками, Матросовка, Полесский канал и другие водотоки в бассейне этих рек (общая протяженность около 200 км), проточные озера	1,2	0,3	0
2		Реки: Немонин, Ржевка, Тимберг с притоками, Матросовка, Полесский канал и другие водотоки в бассейне этих рек (общая протяженность около 200 км), проточные озера	0	0,06	0,04
		Прибрежная часть Куршского залива	0	0,24	0,16
1	12,0	Реки: Немонин, Ржевка, Тимберг с притоками, Матросовка, Полесский канал и другие водотоки в бассейне этих рек (общая протяженность около 200 км), проточные озера	7,2	1,8	0
2		Реки: Немонин, Ржевка, Тимберг с притоками, Матросовка, Полесский канал и другие водотоки в бассейне этих рек (общая протяженность около 200 км), проточные озера	0	0,36	0,24
		Прибрежная часть Куршского залива	0	1,44	0,96

- - половина личинок относится к первому варианту вселения, а половина – ко второму.

Потребность в пакетах для перевозки личинок щуки к местам выпуска

Варианты выпуска	Объем выпуска личинок, млн.шт.	Места выпуска	Количество личинок в одном пакете, тыс.шт.	Требуемое количество пакетов при однократном использовании, шт.		
				Примерные сроки выпуска		
				1.04 – 10.04	5.04 – 15.04	10.04 – 1.05
1	2,0	Каналы, реки, озера	50	24	6	-
2		Каналы, реки, озера	50	-	1	1
		Прибрежная зона заливов	50	-	5	3
1	12,0	Каналы, реки, озера	50	144	36	-
2		Каналы, реки, озера	50	-	7	5
		Прибрежная зона заливов	50	-	30	20

Б. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НАЛИМА

4.6. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Налим является объектом очень требовательным к качеству воды. При проведении мероприятий по искусственному воспроизводству необходимо учитывать биологические требования налима, особенно к температуре, кислороду и наличию загрязнений (табл. 68) [140, 160].

Таблица 68

Нормативные показатели качества воды [158]

Наименование показателя	Нормативные значения
Прозрачность, м	Не менее 2
Взвешенные вещества, г/л	до 5,0
рН	7,0-8,0
Концентрация кислорода, мг/л	9 - 11
% от насыщения	100±5
Сероводород, мг/л	Отсутствие
Диоксид углерода, мг/л	Не более 10,0
Окисляемость перманганатная, г O ₂ /м ³	Не более 10,0
БПК ₅ , мг O ₂ / л	До 2,0
БПК _{полн.} , мг O ₂ /л	До 3,0
Аммоний ион, мг N/ л	До 0,75
Аммиак растворенный, мг/л	До 0,01
Железо общее, мг/л	До 0,1
Железо закисное, мг/л	Отсутствие

4.7. Сроки заготовки производителей налима

Ход налима на нерест начинается в Куршском заливе в конце октября, при снижении температуры воды до 10-12⁰С. В это время налим начинает концентрироваться в небольшие косяки. В Куршском заливе максимальные концентрации налима в это время года отмечают по линии Шаркува – Немонин, а также в центральной части вдоль восточного побережья Куршской косы. По мере уменьшения температуры ниже 10⁰С из мигрирующей группы выделяются особи со зрелыми половыми продуктами и движутся по направлению к нерестовым рекам. Это согласуется с ранее приведенной структурой нерестового хода.

Заготавливают производителей налима, как правило, во время нерестовой миграции в устьях нерестовых рек в ноябре-декабре, что связано с особенностями биологии налима Куршского залива [141, 142].

Заготовку производителей налима можно проводить осенью (середина – конец октября), когда он начинает концентрироваться в южной и центральной частях, образуя плотные скопления. Но в этом случае увеличивается длительность преднерестового содержания производителей налима. При этом отмечается высокий процент незрелых рыб. Преимуществами же заготовки производителей налима в это время года являются отсутствие льда и положительная температура воздуха, что исключает обморожение жабр у рыб. В качестве орудий лова могут использоваться невода и ставные сети с размером ячеи 50-70 мм.

Однако наиболее удобно проводить заготовку производителей в устьях нерестовых рек – Немана (Нямунаса), Сквирте, Деймы, Немонина и Матросовки или на участках, прилегающих к ним. Для этого используют вентеря. Положительными моментами для заготовки в это время является то, что:

- нерестовая популяция имеет максимальную концентрацию рыб;
- все особи уже со зрелыми половыми продуктами, находящимися приблизительно на одной стадии развития, что сокращает длительность преднерестового содержания производителей;
- неполовозрелые рыбы отсутствуют.

Заготовку производителей налима проводят на всем протяжении нерестовой миграции, облавливая максимально возможное количество возрастных групп для сохранения генетического разнообразия популяции [140, 141].

Выловленных производителей налима осматривают, отбраковывая рыб с выраженными отклонениями в строении тела, плавников или жаберных крышек, а также рыб, имеющих повреждения на теле.

Оптимальным для получения потомства у налима является использование средневозрастных производителей в возрасте от четырех до семи лет (что связано с качеством половых продуктов у производителей налима).

Отобранных рыб помещают в прорезь и перевозят по реке в инкубационный цех.

4.8. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры

4.8.1. Преднерестовое содержание и стимуляция созревания производителей налима

Выловленных производителей налима доставляют в инкубационный цех, где проводят их разделение по полу. Так как производители налима не имеют достоверных отличий по пластическим и меристическим признакам, то ориентируются исключительно по выраженности вторичных половых признаков [140]. Самок налима разделяют на две группы в зависимости от степени готовности к нересту и рассаживают по бассейнам [142].

Традиционно для выдерживания производителей налима применяют сетчатые садки, устанавливаемые в водоеме, но их использование затруднительно при ледоставе на реках. Поэтому оптимальным является применение бассейнов.

Очевидны преимущества преднерестового содержания в бассейнах и для персонала, так как работать в помещении при положительной температуре более комфортно, чем на открытом воздухе при отрицательной температуре.

Производителей помещают в бассейны при плотности посадки 10 -15 шт./м³ (20-50кг/м³). Поддерживают в бассейнах высокий уровень водообмена, так, чтобы вода в бассейне сменялась 1 – 2 раза в течение часа.

Если производителей налима заготавливают в начале нерестовой миграции - конце октября, то для дозревания половых продуктов требуется больше времени, и длительность преднерестового выдерживания растягивается на два - два с половиной месяца (с конца октября по январь).

Если заготовку производителей налима проводят в устьях рек на подходах к нерестилищам, то длительность преднерестового содержания в этом случае значительно сокращается и в среднем составляет от нескольких дней до одного месяца (с декабря по январь).

Во время преднерестового содержания производителей температуру воды в бассейнах поддерживают в диапазоне 3,0 - 0,3 °С, концентрация растворенного кислорода не менее 80 – 100 % от насыщения. Для налима достаточно выдержать производителей при температуре воды, соответствующей нерестовой или близкой к ней. Продолжительность созревания производителей при такой температуре воды составляет от нескольких дней до одной - двух недель с учетом неоднократного взятия половых продуктов.

Самцы налима созревают несколько раньше самок, эякулят созревает порционно.

При соблюдении вышеуказанных требований выживаемость производителей налима за время преднерестового содержания в среднем составляет у заготовленных в заливе 70 – 80 %, а у выловленных в реке – 80 – 90 %.

4.8.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры

У созревших производителей налима половые продукты получают методом отцеживания. Так как производители налима в бассейне Куршского залива имеют относительно небольшие размеры, то отцеживание икры может проводить один человек. Для обездвиживания рыб применяют анестезию спиртовым раствором хинальдина (2 мл хинальдина растворяют в 20 мл спирта и 40 л воды). Время обездвиживания около 2-3 мин. Возможно применение прописцина, как описано для щуки. После анестезии рыб промывают чистой водой. Затем у рыбы обтирают насухо брюшко, плавники, потом, зажав локтем левой руки голову рыбы, а кистью держа хвостовой стебель, обернутый материей, правой рукой начинают отцеживать половые продукты. Вначале отцеживают сперму у двух – трех самцов в отдельные пробирки. При отцеживании обращают внимание на цвет и консистенцию спермы, свидетельствующие о ее качестве. Так, качественная сперма налима имеет слегка желтоватый цвет и консистенцию жидкой сметаны, сперма плохого качества, как правило, голубоватого цвета, консистенцией жидкого молока и обычно для осеменения не при-

годна. Для получения половых продуктов у самцов можно использовать шприц (на 10-20 мл) с резиновой насадкой на конце. При применении шприца можно отобрать спермы от одного самца ровно столько, сколько надо для осеменения икры трех самок. Самцов налима можно использовать повторно, так как сперма у них созревает порционно, интервал между взятиями эякулята не менее трех суток.

Икру от каждой самки сцеживают в отдельную емкость, как правило, пластиковый или эмалированный таз. Отцеживание проводят так, чтобы икринки стекали по краю емкости, а не падали на дно, что приводит к их травматизации. При отцеживании обращают внимание на цвет икринок. Доброкачественная икра имеет слегка желтоватый цвет, икра плохого качества белесая и для получения потомства непригодна. При появлении в отцеживаемой икре сгустков крови или комков икры отцеживание прекращают.

Средний диаметр икринок 0,92 мм (от 0,80 до 1,06 мм). Абсолютная плодовитость в среднем составляет 350 тыс. шт. (максимальная плодовитость у самок 8-летнего возраста – до 1550 тыс. шт., а минимальная – у впервые нерестующих рыб, около 100 тыс. шт.) и зависит от возраста, условий нагула, упитанности и жирности рыб.

При получении икры у самок налима следует отметить биологическую особенность, которая заключается в том, что нерест у налима единовременный, но растянут на 5–7 дней, и после основного отцеживания можно получить еще некоторое количество икры, проводя повторные отцеживания через каждые 24 ч.

Рыб после отцеживания переносят в бассейн с проточной водой, где у них восстанавливается подвижность в течение 3 – 5 мин (при работе с хинальдином).

Осеменение икры налима проводят сухим способом при соотношении ♂:♀ - 3:1. Отцеженную икру поливают спермой, после этого тщательно перемешивают половые продукты гусиным пером, добавляют воду и снова перемешивают.

После осеменения оставляют в покое икру на 5-10 мин для набухания, в это время перивителлиновое пространство заполняется водой и икринка приобретает устойчивость к механическому воздействию.

Процент оплодотворения икры налима в искусственных условиях составляет около 80%.

Икра налима не нуждается в обесклеивании. Поэтому ее несколько раз промывают проточной водой в течение 30 мин, при этом удаляются остатки спермы и полосной жидкости, которые могут служить субстратом для развития сапролегниоза.

После отмывки определяют плодовитость и рассчитывают общее количество икры, закладываемой на инкубацию. Определение проводят объемным способом. Мерные стаканы могут иметь объем – 1; 0,5; 0,25; 0,005 л. Всю полученную икру промеряют большими стаканами, потом делают выборку маленькими стаканчиками (0,005 л) и считают в них количество икринок, а затем пересчитывают на весь объем полученной икры.

Набухшую и промытую икру налима переносят на инкубацию в аппараты Вейса, при норме загрузки одного аппарата от 300 до 400 тыс. шт. Расход воды в аппаратах устанавливают во время инкубации от 0,5 до 1 л/мин, а перед вылуплением увеличивают до 2 л/мин.

Особое внимание при инкубации икры уделяется отбору мертвых пораженных сапролегнией икринок. Для предотвращения ее развития необходимо икру обработать 0,5%-ным раствором формалина в течение 30-60 с перед загрузкой в аппараты.

Перед началом рыбоводного цикла все инкубационные аппараты необходимо продезинфицировать свежим раствором хлорной извести, промыть водой. Обработать стены и пол инкубационного цеха 10%-ным известковым молоком.

Инкубацию икры налима проводят при температуре от 0,5 до 2 °С, поддерживая концентрацию кислорода в диапазоне 7-9 мг/л.

Во время инкубации в начале этапа дробления, на стадии двух-четырех бластомеров, определяют процент оплодотворения, учитывают количество неразвившихся эмбрионов.

Уход за икрой в период инкубации заключается в наблюдении за температурой, концентрацией кислорода, диоксида углерода, рН, проточностью и световым режимом. В период инкубации в цеху поддерживают режим низкой освещенности, не допуская попадания прямых солнечных лучей.

Необходим постоянный контроль за развитием эмбрионов. Отбор мертвых икринок проводят с помощью сифонов. В период инкубации осуществляют профилактическую обработку икры от сапролегниоза. Одним из распространенных профилактических мероприятий в борьбе с этим заболеванием является обработка икры малахитовым зеленым. Её производят в течение 20-30 мин при концентрации раствора 1 : 200000.

При инкубации икры необходимо тщательно очищать защитные сетки на аппаратах от мертвых икринок и осадка.

Длительность инкубации икры налима в заданном температурном диапазоне составляет около 100 сут, однако во второй половине эмбриогенеза, после окончания органогенеза, можно постепенно поднимать температуру воды до 5-7 °С, что приведет к сокращению сроков инкубации до 60 сут.

Выживаемость эмбрионов за инкубацию составляет около 80%. При появлении первых предличинок в аппаратах икру сливают через шланг в таз и равномерно распределяют по всей площади дна лотка (бассейна), где и происходит вылупление. При этом важно, чтобы водообмен в лотках был не менее двух раз в час, а содержание растворенного в воде кислорода на входе - 100% насыщения.

Положительный опыт получен при выдерживании предличинок налима в аппаратах Вейса. Предварительно аппараты разгружают на четверть на стадии вылупления икры и далее переносят предличинок на подращивание в лотки [142].

4.9. Биотехника выращивания молоди налима

4.9.1. Выдерживание предличинок и подращивание личинок

В течение первых трех-четырёх суток в бассейнах или аппаратах Вейса проходит выдерживание предличинок. Они в это время пассивно лежат на дне лотков, питание осуществляется исключительно за счет содержимого желточного мешка.

В период выдерживания предличинок в цеху поддерживают режим низкой освещенности, не допуская попадания прямых солнечных лучей, так как фототаксис у предличинок отрицательный.

Оптимальной для выдерживания предличинок налима считается температура воды около 5 -10 °С. Начальная масса предличинок в среднем 0,002 г.

Переход на личиночный период развития и становление на плав происходит у личинок налима на четвертые - пятые сутки после вылупления.

С этого момента необходимо начинать кормление. Стартовым кормом для личинок налима являются науплии артемии салины (*Artemia salina*). Кормление артемией начинают на пятые – восьмые сутки после вылупления при суточной дозе 100% от массы тела. Кратность кормления личинок достигает пяти – восьми раз в светлое время суток.

Ежедневно проводят чистку лотков сифоном, отбирая остатки корма, экскременты и отход.

Отход предличинок налима за период выдерживания определяется нормативной величиной и составляет в среднем 20%.

Первый личиночный этап развития налима характеризуется следующими особенностями в поведении: личинки активны, поднимаются к поверхности; длительность этого этапа составляет 15-20 сут в зависимости от температуры воды, средняя длина тела 0,8-0,9 см. На втором этапе развития личинки начинают оседать на дно.

В конце первого – начале второго личиночного этапа развития можно проводить выпуск молоди налима в естественные водоемы. Это объясняется тем, что на втором этапе развития молодь налима переходит от стайно-пелагического к одиночно-бентическому образу жизни и способна рассеиваться по дну акватории.

Промвозврат от выпущенных личинок вначале второго этапа личиночного периода составляет в среднем 0,5%. Однако для увеличения промвозврата нужно проводить подращивание молоди налима до более жизнестойкой стадии - подрощенных мальков (массой 0,5 г и более) [142].

4.9.2. Выращивание молоди налима до массы 0,5 г

На десятые – двенадцатые сутки после вылупления в рацион начинают постепенно вводить искусственные стартовые корма (например, Aller Futura). Рацион составляют так, чтобы искусственный стартовый корм к 12-15 сут с начала вылупления составлял 100%. А науплии артемии салины из рациона вы-

рациваемой молодежи налима исключают. Примерная схема перехода на кормление искусственными кормами:

- первые сутки – 80% науплии артемии и 20% искусственного корма;
- вторые сутки – 50% науплии артемии и 50% искусственного корма;
- третьи сутки – 20 % науплии артемии и 80% искусственного корма;
- четвертые сутки – 100% искусственного корма.

Доза при кормлении молодежи искусственным кормом РКС составляет не менее 5% от массы тела. При выборе данной схемы кормления планируемый ежедневный прирост массы тела у личинок налима составляет около 5 %.

Планируемый выход личинок за период выращивания до жизнестойкой стадии – в среднем 80%.

Промвозврат от мальков массой 0,5 г – 1%.

4.9.3. Выращивание мальков налима до массы 5 – 7 г

При достижении мальками средней массы 0,5 г проводят их сортировку с помощью сортировальных ящиков минимум на три группы. При этом плотность посадки разряжают до 1 – 1,5 тыс. шт./м². Уровень воды в бассейнах повышают до 0,6 – 1 м. Водообмен в бассейнах один раз в час. Кормление молодежи проводят стартовым искусственным кормом. Размер кормовых частиц на этапе выращивания до массы 1 г – 0,6-0,8 мм, на этапе выращивания до массы 3 г – 0,8-1,2 мм, на этапе выращивания до массы 5-7 г – 1,2-1,5 мм. Количество равноотстоящих по времени друг от друга кормлений 4-6. Выход молодежи 80-85 %.

Временные биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству налима в бассейне Куршского залива и р. Неман приведены в табл. 69.

Таблица 69

Временные биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству налима

Показатель	Величина
1	2
Преднерестовое содержание производителей	
Сроки преднерестового содержания производителей:	
заготовленных в заливе: 1-я группа	Конец октября – середина декабря
2-я группа	Конец октября – январь
заготовленных в реке: 1-я группа	Декабрь – середина января
2-я группа	Декабрь – январь
Температура воды, °С	1-3
рН	7-8
Концентрация кислорода, % насыщения	100
Возраст производителей, не менее лет	4
Масса производителей, кг	0,7 -3,0
Соотношение производителей, самок и самцов	1:1

1	2
Плотность посадки, шт./м ³ (кг/м ³)	10-30 (20-50)
Выживаемость, %:	
Заготовленных в заливе: 1-я группа	80
2-я группа	70
Заготовленных в реке: 1-я группа	90
2-я группа	80
Получение половых продуктов	
Проверка самок на наличие течучести:	
Заготовленных в заливе: 1-я группа	Один раз в 3 дня
2-я группа	Один раз в 7 дней
Заготовленных в реке: 1-я группа	Один раз в день
2-я группа	Один раз в 2 дня
Метод получения половых продуктов	Отцеживание
Метод осеменения икры	Сухой
Процент оплодотворения, %	80
Длительность выдерживания самок после овуляции для отцеживания остаточной икры	5-7 сут
Отцеживание остаточной порции икры	Через 24 ч
Рабочая плодовитость, тыс. шт.:	
средняя	350
минимальная	100
максимальная	1500
Доля созревших самок, %:	
заготовленных в заливе: 1-я группа	50
2-я группа	40
заготовленных в реке: 1-я группа	80
2-я группа	80
Инкубация икры	
Сроки	Январь - март
Температура воды, °С	0,5-2,0
рН	7-8
Концентрация кислорода, % насыщения	100
Норма загрузки в аппарат Вейса, тыс. шт./ аппарат	300-400
Продолжительность инкубации, сут:	
при температуре 0,5-2,0 °С	До 100 сут (100-120 градусодней) 60 сут (80-90 градусодней)
при температуре 5-7 °С	
(после окончания органогенеза)	
Выживаемость, %	80
Выдерживание предличинок и подращивание личинок	
Начальная масса, г	0,002
Конечная масса, г	0,05
Плотность посадки, тыс.шт./м ³	10

1	2
Кормление артемией, сут: начало (от вылупления) окончание (от вылупления)	5-8 12 -15
Частота кормления, раз/сут	5-8
Концентрация кислорода, % насыщения	100
Температура воды, °С	3-10
Уровень воды, м	0,3 – 0,4
Выход личинок за период подращивания, %	80
Возраст личинок, сут	15-20
Выход личинок, %	80
Выращивание молоди до массы 0,5 г	
Кормление искусственным стартовым кормом РКС (или его аналогами), сут начало (от выклева)	На 12–15-е
Суточная доза не менее, % от массы тела в начале кормления	5
Частота кормления не менее, раз/сут	6
Ежедневный прирост, % от массы тела	5
Плотность посадки, тыс.шт./м ²	7-10
Уровень воды, м	0,4-0,6
Температура воды, °С	10-12
Выход мальков, %	80
Возраст мальков, сут	30-40
Выращивание молоди до 5 – 7 г	
Суточная доза стартового корма, % от массы тела	4-5
Частота кормления, раз/сут	4-6
Температура воды, °С	14-16
Концентрация кислорода, % насыщения	100-120
Плотность посадки, тыс.шт./м ²	1-1,5
Уровень воды, м	0,8-1
Выход молоди, %	80-85
Возраст молоди, сут	70-100

4.10. Выпуск молоди налима

Выпуск молоди проводят в дельтах нерестовых рек и прибрежной части залива. Для этого выращенную молодь после учета эталонным методом помещают в пакеты (емкостью 40 л) с водой (до 20 л), куда закачивают кислород. Пакеты переносят на плавсредство и транспортируют к местам выпуска.

Выпуск проводят в ранние утренние часы, когда хищные рыбы и другие гидробионты малоактивны. При прибытии на места выпуска открывают пакеты и рассеивают молодь по акватории. Возможен выпуск из контейнеров через сливной рукав. Контейнеры устанавливают на палубе малых рыболовных ботов.

В. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СТЕРЛЯДИ

4.11. Биологические требования вида к качеству воды в водоемнике

Важным моментом в процессе эксплуатации маточного стада и получения потомства играет качество воды, подаваемой в инкубационный цех и бассейны, предназначенные для преднерестового содержания производителей и выращивания молоди. Основные параметры, характеризующие качество воды, приведены в табл. 70.

Таблица 70

Требования к качеству воды при разведении осетровых рыб [158]

Показатели	Нормативные значения
Температура воды для инкубации, °С	10–15
Температура воды для подращивания личинок, °С	14–18
Прозрачность, м	Не менее 2,0
Взвешенные вещества, мг/л	До 5,0
Водородный показатель (рН)	7-8
Кислород растворенный, мг/л	9-11
% насыщения	100±5
Диоксид углерода, мг/л	Не более 10,0
Сероводород растворенный, мг/л	Отсутствие
Аммиак растворенный, мг/л	0,02
Аммоний-ион, мг/л	0,75
Окисляемость перманганатная, мг O ₂ /л	Не более 10,0
БПК ₅ , мг O ₂ /л	До 2,0
БПК _{комп} , мг O ₂ /л	До 3,0
Железо общее, мг/л	0,1
закаисное, мг/л	Отсутствие

Предлагаемый температурный диапазон соответствует оптимальным значениям температуры воды в период эмбрионального развития большинства представителей осетровых: белуга – 9-15 °С, русский осетр - 10-18 °С, сибирский осетр - 12-15 °С, шип – 12-14 °С, стерлядь - 10-14 °С. Лишь севрюга выходит за его рамки – 17-23 °С. Но учитывая то, что в инкубационных цехах существуют системы терморегуляции, установить требуемый температурный режим несложно [143].

4.12. Сроки заготовки производителей стерляди

Возраст полового созревания и длительность межнерестовых циклов у стерляди во многом зависит от условий выращивания (питание, плотность

посадки, температура воды, содержание кислорода и т.д.). Чем больше интенсифицирован процесс выращивания, тем раньше созревают производители (табл. 71).

Таблица 71

**Сроки полового созревания производителей стерляди
в рыбоводных хозяйствах**

Тип хозяйства	Возраст полового созревания, годы		Межнерестовый интервал, цикл созревания	
	самцы	самки	самки	самцы
Прудовое	3-4	6-7	1	1-3
Садковое	4-6	7-8	1	1
Индустриальное				
- теплые воды	2	3-4	1	1
- УЗВ	1,5-2	2-3	1	1

4.13. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры

4.13.1. Преднерестовое содержание производителей стерляди

Преднерестовое содержание производителей стерляди проводят в бассейнах площадью от 4 до 20 м². Уровень воды от 0,4 до 1 м. В период преднерестового содержания на протяжении 1,5 – 2 мес. желательный диапазон температуры воды 4 – 8 °С.

Получение зрелых половых продуктов у производителей стерляди достигается за счет применения экологического и физиологического методов стимулирования созревания.

В первом случае воздействием постепенно повышающейся до 10-14 °С температуры воды стимулируется достижение IV завершенной стадии развития гонад. После этого приступают к инъекированию производителей. Применимы следующие схемы гипофизарных инъекций [143, 144]:

- 0,4-0,5 мг/кг осетрового гипофиза (1-я доза), через 12 ч 3,5-3,6 мг/кг массы самок (2-я доза). Самцам вводится половинная доза;

- 1 мл/кг сурфагона (1-я доза), через 12 ч 3 мг/кг осетрового гипофиза. Самцам дается 50-70% от дозы для самок;

- 1 мл/кг сурфагона (1-я доза), через 12 ч 3-4 мл/кг сурфагона (2-я доза). Самцам дается до 70% от дозы для самок (применение сурфагона целесообразно при температуре воды, близкой к 15 °С);

- 0,5-0,6 мг/кг лещового гипофиза (1-я доза) через 12 ч 4,5-5,2 мг/кг лещового гипофиза (2-я доза). Самцам вводят 50-70% от дозы для самок.

4.13.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

Созревание половых продуктов наступает через 24-36 ч после введения разрешающей дозы гипофизарного препарата при температуре воды 12 – 15 °С. Более достоверную информацию можно получить из монографии Детлаф (Детлаф Т.А., 1981).

Овулировавшую икру у самок стерляди, как отмечалось ранее, можно получать тремя способами. Первый, имеющий наиболее продолжительную историю применения с 1886 г., предполагает ее сцеживание. Однако объем сцеженной за один раз икры не превышает 10-20%. Поэтому приходится неоднократно проводить сцеживание (продолжительность периода до 12 ч), что отражается на качестве икры: при величине относительной рабочей плодовитости около 20 тыс. икринок/кг массы самки для рыбоводных целей пригодными оказываются не более 4-5 тыс. шт./кг.

Второй, разработанный И.А. Бурцевым (1969), – частичное хирургическое вскрытие брюшной полости самок с последующим зашиванием разреза.

Третий, предложенный С.Б. Подушкой (1986), предполагает разрез скальпелем (вводится на 1-5 см) одного из яйцеводов. После подрезания воронки яйцевода икра получает возможность свободно скатываться, что дополняется надавливанием на брюшко. Последние два способа относятся к прижизненному взятию икры у оперируемых самок, предполагающему их выживание и участие в последующих нерестах [143].

Перед проведением гипофизарных инъекций самкам необходимо установить степень зрелости яйцеклеток. До последнего времени основным методом была биопсия, предполагающая введение щупа через прокол в стенке брюшной полости (предварительная оценка в преднерестовой период) или через яйцевод (в нерестовой период, в том числе после гипофизарной инъекции).

Извлеченные икринки на сутки помещают в раствор Серра (60 % спирта, 30 % формалина, 10 % уксусной кислоты). После этого икринки просушивают на фильтровальной бумаге, кладут на предметное стекло и, манипулируя пинцетом и лезвием, разрезают по направлению от анимального к вегетативному полюсу. Половинку икринки помещают в поле зрения микроскопа, снабженного окулярмикрометром. Далее измеряют два расстояния, как показано на рис. 111. По отношению I/L находят коэффициент поляризации. Если его величина менее 0,5, значит, икра перезревшая. Если 0,5-0,7, то инъекцию надо делать сразу; 0,8-0,10 – после недельного выдерживания самок; 0,11-0,14 – после двух - четырех недель выдерживания при нерестовой температуре.

Однако в настоящее время в диагностику созревания половых продуктов вводятся новые методы. В частности, находят применение эндоскопы, дающие «фотографию» яйцеклеток, или аппараты УЗИ.

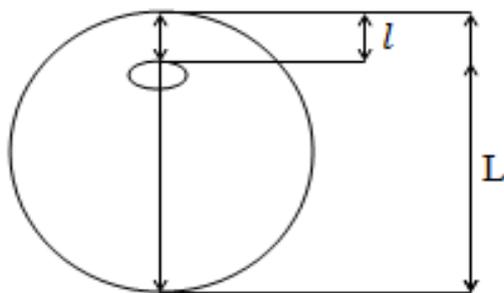


Рис. 111. Схема измерения наибольшего расстояния от анимального до вегетативного полюса и от зародышевого ядра до анимального полюса:
 l – расстояние от края зародышевого валика (ядра), L – диаметр икринки

От самцов сперму берут методом сцеживания, дополняемым использованием катетера, насаженного на шприц, объемом не менее 20 мл, поскольку самцы осетровых дают очень большое количество эякулята.

При осеменении икры осетровых применяют три способа:

- сухой, когда к икре, смоченной полостной жидкостью, приливают сперму, тщательно перемешивают и добавляют воду;

- мокрый, когда икру промывают водой до осеменения, что приводит к удалению полостной жидкости, но при этом часть икры активируется до осеменения;

- полусухой (русский), предполагающий разбавление спермы водой перед осеменением.

Наилучшие результаты получаются при применении третьего способа, и он взят за основу в отечественном осетроводстве [143, 144, 161].

Для осеменения икры используют сперму трех самцов стерляди, полученную путем сцеживания. От одного самца стерляди средней массой 2-3 кг можно получить до 30 мл спермы [144]. Смесь спермы готовят из расчета 10 мл на 1 кг икры, разводят водой в 200 раз и сразу приливают к икре. Операция осеменения длится 3-4 мин (время подвижности сперматозоидов 180-240 с), при равномерном перемешивании рукой или пером.

После этого оплодотворенную икру стерляди дважды промывают водой и обесклеивают в течение 40-60 мин суспензией, состоящей из талька или мела (150-200 г), поваренной соли (15-20 г), речного ила – 0,5 л, сухого молока (200-500 г), цельного молока (2 л). Использование талька и мела способствует меньшему поражению икры сапролегнией. Однако большее распространение получил раствор танина (5 г на 10 л воды). Продолжительность обесклеивания 40 с.

Обесклеенную икру после 5-минутной промывки в чистой воде помещают в аппарат «Осетр» из расчета 100-150 тыс. икринок на один ящик (всего ящиков восемь) или аппарат «Ющенко», куда загружают 200-220 тыс. икринок. Возможно применение инкубационного аппарата Вейса, в который загружают 10 -15 тыс. икринок.

В период инкубации контролируют температуру воды (12–15 °С), концентрацию растворенного кислорода (более 6 мг/л), рН (6,5-7,5), расход воды (1-2 л/мин, а перед вылуплением 3 -5 л/мин).

С периодичностью один раз в 2 – 3 дня икру обрабатывают раствором малахитового зеленого в концентрации 1 : 200 000 с экспозицией 15 -20 мин.

Ожидаемые результаты инкубации икры стерляди представлены в табл. 72.

Таблица 72

Ожидаемые результаты инкубации икры стерляди

Показатели	Величина
Процент оплодотворения, %	95,0
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	30-50
Норма загрузки аппарата Ющенко, тыс. шт./аппарат	200 -220
Норма загрузки аппарата Вейса, тыс. шт./аппарат	10-15
Длительность инкубации, градусодней	85-100
Выход предличинок, %	75,0
Длина предличинок, мм	7,0
Масса предличинок, мг	9-11

Вылупившиеся предличинки совершают вертикальные перемещения и с током воды выносятся из аппаратов в приемный бассейн, из которого по мере накопления размещаются в бассейны для выдерживания. Плотность посадки в бассейны 5-10 тыс.шт./м². Уровень воды 0,2-0,3 м. Водообмен один раз в час.

В период выдерживания предличинок отмечается наибольший отход (до 30-60%), причиной которого могут быть наследственные факторы, а также механические и другие воздействия на производителей и икру.

4.14. Биотехника выращивания молоди стерляди

4.14.1. Выдерживание предличинок, подращивание личинок и выращивание молоди

В настоящее время большую часть молоди выпускают осетровые рыболовные заводы, обеспеченные всей необходимой инфраструктурой для интенсивного ее выращивания. Кроме того, в связи с глубокой депрессией природных популяций осетровых, на этих заводах переходят к круглогодичному содержанию производителей, используя не только доместизируемых особей, но и искусственно выращенных. Жизнестойкость мальков и сеголетков, выращенных на заводах, стабильна и превышает 80%.

Еще большие возможности для выращивания посадочного материала осетровых дают УЗВ. В условиях управляемого режима абиотических факторов за 200–240 сут можно выращивать сеголетков стерляди массой 200 г и более, осетров - 500-700 г, белуги - 600-800 г. Альтернативным вариантом может быть завоз оплодотворенной икры на стадии пигментации глаз, личинок, перешедших на смешанное питание, или мальков массой 0,5-1 г.

При транспортировке в стандартные пакеты с кислородом загружают до 1,5 кг икры, 300- 500 шт. 0,5 – 1-граммовых мальков. Время транспортировки до одних суток.

Доинкубация икры происходит в описанных ранее аппаратах. Выдерживание предличинок проводят при температуре воды 12-15 °С, постепенно повышая ее к концу этапа. С началом активного плавания на седьмые-девятые сутки после вылупления личинок начинают кормить науплиями артемии. Сигналом к началу кормления является выброс желточных пробок, которые в виде тонких «штрихов» концентрируются на дне бассейна и сливных «фонарях». На восьмые-десятые сутки суточную дозу корма увеличивают до 100% от массы тела личинок. Кормление науплиями продолжают в течение пяти-семи сут (возможно использование дафнии magna, отцеживаемой в первые трое суток для кормления молоди через сито №10-12).

На пятые – седьмые сутки начинают приучать личинок к искусственному стартовому корму, постепенно увеличивая его дозу на 3-5% ежедневно. В этот же период суточную дозу живого корма снижают ежедневно на 20%.

На семнадцатые-двадцатые сутки после вылупления личинок полностью переводят на искусственный стартовый корм. Плотность посадки личинок на этапе выращивания до массы 0,5-1 г составляет 3 тыс. шт./м². Выживаемость личинок 50%.

При достижении массы 0,5 -1 г проводят сортировку молоди на три размерные группы, рассаживают при плотности посадки 1,2 тыс.шт./м².

Следующую сортировку осуществляют при достижении средней массы 3 г, при этом плотность посадки снижают до 1 тыс.шт./м². Выход мальков на этапе выращивания до 3 г составляет 80%, а 10 г молоди - 90%, при выращивании рыб до 100 г – не менее 90 %.

Биотехнические нормативы выращивания молоди стерляди в проточных бассейнах приведены в табл. 73.

Таблица 73

Биотехнические нормативы выращивания стерляди

Показатели	Бионормативы
1	2
Выдерживание предличинок	
Температура воды, °С	12-15
Концентрация кислорода, мг/л	6-9
рН	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	5,0-10,0
Выживаемость, %	80
Продолжительность этапа, сут	8 -12
Подращивание молоди до массы 1г	
Температура воды, °С	16 -18
Концентрация кислорода, мг/л	6 -9
рН	6,5-7,5

1	2
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	3,0
Выживаемость, %	50
Продолжительность этапа, сут	30-40
Выращивание молоди до массы 3 г	
Температура воды, °С	18-20
Концентрация кислорода, мг/л	6-9
рН	6,5-7,5
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	1,2
Выживаемость, %	80
Продолжительность этапа, сут	20-30
Выращивание молоди до массы 10 г	
Температура воды, °С	18-23
Концентрация кислорода, мг/л	6-9
рН	6,5-8
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	1,0
Выживаемость, %	90
Продолжительность этапа, сут	20-30
Выращивание молоди до массы 100 г	
Температура воды, °С	20-25
Концентрация кислорода, мг/л	6-9
рН	6,5-8
Плотность посадки, шт./м ²	500
Выживаемость, %	90
Продолжительность этапа, сут	70-90
Водообмен воды в бассейнах (раз/ч) при:	1
- выдерживании предличинок	1-2
- подращивании личинок до 1 г	2
- выращивании молоди до 3 -10г	1-2
- выращивании молоди до 100 г	1-2
Уровень воды (м) в бассейнах при:	
- выдерживании предличинок	0,2
- подращивании личинок до 1 г	0,3
- выращивании молоди до 3 -10г	0,3-0,4
- выращивании молоди до 100 г	0,5-0,8
Суточная доза кормления, % от массы тела	
Живые корма:	
- в первые 5 -7 сут	100
- последующие 5 сут	80-60-40-20-0
Искусственные стартовые корма:	
- первые 5 суток	3-6-9-12-15
- последующие 20 сут	15-10
- при выращивании молоди до 3 г	10-8
- при выращивании молоди до 10 г	8-6
- при выращивании молоди до 100 г	3-4
Промысловый возврат для молоди массой 10 г, %	4,6

Биотехнические нормативы формирования ремонтно-маточного стада приведены в табл. 74.

Таблица 74

Рыбоводно-биологические нормативы формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада и молоди стерляди в УЗВ

Наименование показателя	Норма
1	2
Выращивание личинок и мальков	
Глубина воды в бассейнах, м	0,2-0,5
Температура воды, °С	14-18
Плотность посадки предличинок, тыс. шт./м ²	12,5
Выход предличинок, перешедших на активное питание, %	50
Средняя масса личинок, мг	20
Длительность интервала, сут	4-10
Выход мальков массой 3 г от личинок, перешедших на активное питание, %	80
Плотность посадки личинок, тыс. шт./м ²	3-5
Продолжительность выращивания до массы 3 г, сут	40
Кормовой коэффициент	1,0-1,7
Выращивание до массы 20 г	
Температура воды, °С	18-22
Глубина воды, м	0,5-0,8
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	1,0
Выход, %	80
Отбор ремонта, %	20
Продолжительность, сут	40-60
Кормовой коэффициент	1,0-1,5
Выращивание до массы 200 г	
Температура воды, °С	20-22
Глубина воды, м	0,8-1,0
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	0,1-0,2
Выход, %	90
Отбор ремонта, %:	20
Продолжительность, сут	120-160
Кормовой коэффициент	1,5-2,0
Выращивание до массы 400–450 г	
Температура воды, °С	20-22
Глубина воды, м	1,0
Плотность посадки, тыс.шт./м ²	0,1-0,2
Выход, %	95
Отбор ремонта, %	80

1	2
Продолжительность, сут	120-160
Кормовой коэффициент	1,5-2,0
Выращивание до массы 1 кг и более (режим нагула между получением икры)	
Температура воды, °С	20-22
Глубина воды, м	1,0
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	0,02-0,03
Выход, %	95
Отбор ремонта, %	80
Продолжительность, сут	140-160
Кормовой коэффициент	1,5-2,0
Производители. Получение и инкубация икры	
Возраст достижения половой зрелости, лет	
самцы	2-3
самки	3
Длительность повторного созревания, мес.	6-8
Нерестовая температура, °С	12-16
Соотношение полов, самки : самцы	3 : 1
Рабочая плодовитость самок, тыс. икринок	18-20
Длительность инкубации, сут	6-8
Выход предличинок, %	85
Резерв производителей, %	
самки	10
самцы	30
Ежегодное обновление стада, %	15

4.15. Выпуск молоди стерляди

Выпуск проводят в сентябре – октябре, когда температура воды в водоеме понижается до 8-15 °С. К такой температуре адаптируют молодь с градиентом понижения в 2 °С в сутки.

За сутки перед планируемым выпуском молодь стерляди перестают кормить. Транспортировку 10-граммовой молоди к местам выпуска осуществляют в полиэтиленовых пакетах с кислородом в течение 3-4 ч при плотности посадки 100 шт. на пакет; до 10 -12 ч – при плотности посадки до 50 шт. на пакет.

Транспортировку в контейнерах (объем воды 2 м³) без кислорода совершают в течение 2 -3 ч при плотности посадки 200 шт.; при барботаже кислородом и увеличении плотности посадки до 1 тыс. шт. – 12 ч.

Молодь выпускают в прибрежной зоне, свободной от зарослей высшей водной растительности, в ранние предутренние часы или поздним вечером. В пасмурную погоду выпуск можно проводить в дневное время.

Из пакетов молодь, после выравнивая температуры воды, выпускают на расстоянии от берега в местах с глубинами не менее 0,5 м.

Из контейнеров выпуск молоди проводят через рукава, отводящие сливаемую с рыбой воду на глубину не менее 0,5 м.

Выпуск молоди по ранее описанной схеме предполагает закладку икры на инкубацию не ранее конца мая – начала июня, что чаще бывает на хозяйствах с естественной термикой. Но как показывают результаты наших исследований, в условиях УЗВ возможно сдвигать срок нереста, в том числе на конец мая – начало июня, а при целенаправленной работе – на любые сроки в течение года [162]. При получении потомства в феврале – марте в условиях УЗВ и открытых рыбоводных хозяйств к октябрю средняя масса сеголетков будет составлять 80-100 г. Поэтому при зарыблении таким материалом, учитывая его жизнеспособность, промвозврат будет, очевидно, 10-20 %, а это потребует меньшее количество материала для зарыбления.

Г. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБЦА

4.16. Биологические требования рыба к качеству воды в водоемчике

Качество воды, подаваемой в инкубационный цех, должно обеспечивать нормальные условия для инкубации икры и выдерживания предличинок рыба.

В табл. 75 приведены основные нормативные показатели для воды водоемчика при искусственном воспроизводстве рыба.

Таблица 75

Химический состав воды водоемчика для инкубационного цеха [158]

Показатель	Норматив
рН	7
Кислород (не менее), мг/л	6,5
Сероводород, мг/л	Нет
Азот, мг/л:	
альбуминовый	До 1
аммонийный	До 1
нитритный	До 0,1
нитратный	До 2,0
Хлориды, мг Cl/л	До 10
Сульфаты, мг SO ₄ /л	До 10
Жесткость, мг.-экв.	До 7
Фосфаты, мг P ₂ O ₅ /л	До 0,4

4.17. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей

Заготавливают производителей рыба, как правило, во время нерестовой миграции или на подходах к нерестилищам [163].

Заготовку их проводят в течение всего нерестового хода, облавливая максимально возможное количество возрастных групп для сохранения генетического разнообразия популяции.

В качестве орудий лова используют закидные невода, венгеря, если же применение этих орудий лова невозможно, то – 40-50-миллиметровые ставные сети.

Выловленных производителей осматривают, отбраковывая рыбу с выраженными отклонениями в строении тела, плавников или жаберных крышек, а также рыб, имеющих повреждения на теле.

Оптимальным для получения потомства у рыба является использование средневозрастных производителей (в возрасте от четырех до семи лет), что связано с качеством их половых продуктов.

Отобранных рыб перевозят в инкубационный цех в живорыбных контейнерах объемом 2 м³. При отсутствии барботажа воды кислородом на 1 м³ помещают 20 кг производителей, при барботаже – до 75 кг.

Температуру воды при необходимости понижают на 1,0 - 1,5°C, загрузив в контейнер 30 кг льда. Разница температуры воды в живорыбных емкостях и бассейнах инкубационного цеха должна быть не более 0,5-1,0°C, содержание кислорода в бассейнах цеха – на уровне 10 мг/л.

Отход производителей за время транспортировки в живорыбном контейнере в среднем не превышает 5%

Продолжительность транспортировки составляет до 4 ч при температуре 15 -17°C.

4.18. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение и инкубация икры

4.18.1. Преднерестовое содержание и стимулирование созревания половых продуктов у производителей

Как правило, самки рыба имеют различную степень развития половых продуктов (от IV незавершенной до V), а самцы рыба, выловленные в реке, всегда текучие и имеют ярко выраженный брачный наряд и жемчужную сыпь как на жаберных крышках, так и по краям чешуй.

По прибытии в инкубационный цех производителей разделяют по полу, а самок еще и по степени готовности к нересту, затем пересаживают в бассейны с объемом воды 1 м³, при этом плотность посадки самцов – 20 шт./м³, а самок – 15 шт./м³. Критерием разделения самок на группы является степень созревания гонад и выраженность вторичных половых признаков:

1-я группа – самки, имеющие выраженное мягкое брюшко, при пальпации выделяется несколько икринок;

2-я группа – самки, имеющие сходные признаки, но при пальпации не выделяются икринки;

3-я группа – самки с твердым брюшком.

В период преднерестового содержания самок первой группы проверяют на текучесть ежедневно, самок второй группы – раз в три дня, самок третьей группы – раз в пять дней [164].

Температура воды в период преднерестового содержания составляет 18 - 21°C, концентрация растворенного кислорода в воде на входе в бассейны – 8 -10 мг/л, рН 7 – 8, расход воды в бассейнах до 60 л/мин.

При содержании в бассейнах и применении физиологического метода стимулирования созревания половых продуктов в первую очередь используют самок 1-й группы.

В качестве гипофизарного препарата используют суспензию гипофиза леща, карпа, карася. Инъекции производителей рыба проводят по карповой схеме. Самцы, как правило, текучие и их не инъектируют [165, 166].

Работу по получению зрелых половых продуктов проводят с самками, которые имели наиболее выраженные признаки созревания. Так как самки этой группы имеют высокую степень готовности к нересту, то для стимуляции овулирования икры им делают одну разрешающую инъекцию лещовым гипофизарным препаратом из расчета 3 мг гипофиза на килограмм массы тела.

Одновременно с инъекцированием гипофизарного препарата самкам необходимо ввести водный раствор антибиотика, но после первого сцеживания икры. Как правило, применяют раствор пенициллина в концентрации 100 тыс. М.Е. на килограмм массы тела. Проведение инъекции антибиотика объясняется целесообразностью повторного использования самок для целей искусственного воспроизводства, а также нарастанием температуры воды, что может способствовать развитию сапролегнии на теле рыб, в местах, подверженных механическому воздействию при рыбоводных манипуляциях с производителями, а также появлению абсцессов в местах проколов шприцем.

Проверку самок на текучесть проводят через 12 ч. При выбранной схеме инъекцирования созревают все самки. Объем первой порции икры у самок шешупского рыбца варьирует от 20 до 65 мл при рабочей плодовитости от 13 до 42 тыс. икринок.

Через 12 ч после отцеживания икры самок 1-й группы еще раз осматривают на наличие остаточного количества икры. При этом можно дополнительно получить от 5 до 30 мл зрелой икры (от 3,3 до 19,5 тыс. икринок, соответственно).

После отцеживания остаточной икры самок из первой группы пересаживают в бассейны для выдерживания. Длительность выдерживания обусловлена биологическими особенностями рыбца и порционным созреванием половых продуктов. Как правило, в искусственных условиях, при оптимальном температурном и газовом режимах, она составляет около семи суток [167, 168].

Для получения второй порции икры самкам 1-й группы после выдерживания проводят инъекцирование по дробной схеме гипофизарным препаратом с нарастающим количеством гипофиза по схеме: предварительная доза - 0,3 мг/кг массы тела, через 12 ч разрешающая доза - 3мг/кг.

Проверку самок на текучесть проводят через 12 ч после разрешающей инъекции.

Работу с самками второй группы начинают после однодневного выдерживания. Для получения зрелой икры применяют дробное инъекцирование с нарастающим количеством лещевого гипофиза в дозе. Самкам проводят предварительную инъекцию из расчета 0,3 мг гипофиза на килограмм массы тела. Через 24 ч вводят разрешающую дозу гипофиза 3мг/кг. При проверке на текучесть (через 12 ч), как правило, созревают от 50- 60% самок. Объем порций у самок второй группы варьирует от 10 до 40 мл икры (от 6500 до 26000 шт. икринок). Особей, отдавших икру, переводят на выдерживание.

С самками третьей группы начинают работать на шестые сутки выдерживания. Для стимуляции созревания яйцеклеток применяют схему инъекцирования суспензии гипофиза леща, аналогичную проведенной со второй группой самок, но у самок из этой группы отмечается низкий процент созревания половых продуктов. Так, овуляция икры наблюдается лишь у 25 -28% самок. Причем качество овулировавшей икры низкое. В порции сцеженной икры присутствуют как незрелые, так и перезрелые икринки.

При взятии половых продуктов у самцов гормональное инъекцирование не проводится, так как все самцы, как правило, текучие.

В нерестовой период объем эякулята у самцов рыба в среднем составляет $1,90 \pm 0,02$ мл, по консистенции сперма напоминает разбавленные сливки, цвет спермы молочно-белый, средняя концентрация сперматозоидов $3,05 \pm 0,14$ млн/мл, время подвижности сперматозоидов после активации варьирует незначительно и в среднем составляет 30,1с при температуре воды 21°C .

В конце нерестового периода качество спермы снижается, цвет её становится голубовато-белым. Концентрация сперматозоидов снижается в среднем до $2,445 \pm 0,18$ млн./мл, но время подвижности сперматозоидов не изменяется. Средний объем эякулята понижается до $0,28 \pm 0,09$ мл [7, 34].

Объем первой порции икры в среднем составляет 47,5 мл. Диаметр ненабухших икринок в среднем 1,2 мм. Рабочая плодовитость самок, определяемая по первой порции, изменяется от 39 тыс. шт. до 55,2 тыс. и в среднем составляет около 47,1 тыс. шт.

Объем второй порции в среднем составляет 7,5 мл. Диаметр ненабухших икринок в среднем 0,98 мм. Рабочая плодовитость варьирует от 6,5 тыс. до 19,5 тыс. шт. (в среднем около 13 тыс. шт.). Следует отметить, что иногда во второй порции, кроме зрелых икринок, присутствуют ооциты различной степени зрелости.

По литературным данным [87] рыбец нямунасской популяции имеет икру меньшего размера: диаметр ненабухших икринок первой порции составляет 1,31 мм (от 1,25 до 1,37 мм), диаметр икринок второй порции в среднем 0,9 мм (от 0,70 до 1,10 мм), а третьей – в среднем 0,60 мм (от 0,50 до 0,70 мм). У рыб р. Шешупе этот ряд представлен следующими значениями: 1,2; 0,98; 0,62 мм.

Если придерживаться известных данных [88] по структуре порционного нереста рыба в реках Нямунас и Нярис, то в р. Шешупе процентное распределение объема порций икры следует ожидать следующим: доля первой порции до 62,6%, второй – 26,84, а третьей – 10,56% [92, 168].

4.18.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

Зрелые половые продукты у производителей рыба получают методом отцеживания. Так как производители имеют небольшие размеры, то отцеживание икры может проводить один рыбовод. Для обездвиживания рыб применяют анестезию спиртовым раствором хинальдина – 2 мл хинальдина растворяют в 20 мл спирта и 40 л воды. Время обездвиживания около 1 -2 мин. Применение анестетика позволяет снизить травматизацию рыб. Возможно использование прописцина в концентрации 0,04-0,05 мл/л.

Затем рыбу тщательно промывают чистой водой, после чего обтирают насухо брюшко, плавники, а затем, зажав локтем левой руки голову рыбы, а кистью держа хвостовой стебель, обернутый материей, правой рукой начинают отцеживать половые продукты.

Вначале отцеживают сперму у двух – трех самцов в отдельные пробирки, при отцеживании обращают внимание на цвет и консистенцию спермы, свидетельствующие о ее качестве.

Самцов рыба можно использовать повторно, так как сперма у них созревает порционно, интервал между взятиями эякулята должен быть не менее 2- 3 сут.

Икру от каждой самки сцеживают в отдельную емкость, как правило, пластиковый или эмалированный таз. Отцеживание проводят так, чтобы икринки стекали по краю емкости, а не падали на дно, так как последнее приводит к их травматизации. При отцеживании обращают внимание на цвет икринок. Доброкачественная икра имеет слегка желтоватый цвет, икра плохого качества белесая и для получения потомства не пригодна. При появлении в отцеживаемой икре сгустков крови или комков икры отцеживание прекращают.

После анестезии рыб помещают в бассейн с проточной водой, где у них восстанавливается подвижность в течение 3 -5 мин.

Осеменение икры рыба проводят модифицированным мокрым способом при соотношении ♂: ♀ - 3 :1. Отцеженную икру поливают спермой из пробирок, после этого тщательно перемешивают половые продукты гусиным пером и добавляют воду. Процент оплодотворения икры в искусственных условиях составляет около 90%.

После осеменения и добавления воды содержимое таза оставляют в покое на 2-3 мин, а затем приступают к обесклеиванию икры.

Икра у рыба достаточно клейкая, поэтому для инкубации в искусственных условиях ее необходимо обесклеить. Для этого используют обесклеивающие растворы молока, талька или ила, наиболее доступным является применение водного раствора молока при соотношении 1 : 10.

Икра обесклеивается около 30-40 мин. Для установления окончания процесса обесклеивания необходимо взять пробу из нескольких икринок и поместить их в чашку Петри, если икринки приклеиваются, необходимо продолжить процесс, если икринки свободно перетекают по чашке, то процесс обесклеивания закончен и икру переносят на инкубацию (при применении раствора танина (5г на 10 л) время экспозиции до 20-25 с).

Для инкубации икры рыба оптимальнее всего использовать аппараты Ющенко. Инкубация в таких аппаратах происходит в периодически взвешенном состоянии, что способствует наибольшему выходу предличинок.

При отсутствии аппарата Ющенко можно использовать аппараты Вейса, в этом случае можно совместить процессы обесклеивания икры и ее инкубации. Для этого в аппарат наливают обесклеивающий раствор и загружают икру рыба, водоподводящий шланг подключают к компрессору, за счет пузырьков воздуха происходит интенсивное перемешивание икры и раствора.

После завершения обесклеивания водоподводящий шланг аппарата подключают к водоподающей сети инкубационного цеха и начинают инкубацию икры. В один аппарат помещают икру от нескольких самок. Количество икры, заложенной в аппарат, колеблется от 60 до 120 мл, что составляет от 40 тыс. до 120 тыс. шт. икринок.

Особое внимание при инкубации икры уделяется отбору мертвых пораженных сапролегнией икринок. Для предотвращения развития этого заболевания необходимо икру обработать 0,5%-ным раствором формалина в течение 30-60 с перед загрузкой в аппараты.

Перед началом рыбоводного цикла все инкубационные аппараты следует отремонтировать и продезинфицировать свежим раствором хлорной извести, промыть водой. Обработать стены и пол инкубационного цеха 10%-ным известковым молоком.

Во время инкубации определяют процент оплодотворения икры в начале этапа дробления на стадии двух–четырёх бластомеров. В дальнейшем учитывают количество уродливых и погибших эмбрионов.

Завершение первого этапа эмбриогенеза отмечают в возрасте 1 ч 20 мин при температуре 18,5°C. По данным Е.В. Смирновой, длительность 1-го этапа составляет около часа (40 - 50 мин) при температуре воды 23,8°C [92].

Завершение второго этапа (дробление) эмбриогенеза шешупского рыба при температуре 17,3°C отмечают в возрасте 10 ч (табл. 76). В то же время у нямунасского рыба продолжительность этого этапа при температуре воды 17,2°C составляет 12 ч.

Таблица 76

Длительность эмбриогенеза рыба из р. Шешупе

Этап развития	Температура, °С	Возраст, ч
Образование перивителлинового пространства	18,5	1,2
Дробление	17,3	10 ч
Бластула	17,6	20 ч
Гастроула	17,7	44
Органогенез	17,8	61
Сегментация	18,7	68
Выклев	18,6	72

Завершение стадии бластулы (3-й этап) отмечено в возрасте 20 ч при температуре воды 17,1°C. У нямунасского рыба при температуре воды 17,6°C окончание этого этапа наблюдали в возрасте 19 ч 40 мин.

Окончание стадии гастроулы (4-й этап) отмечено при температуре воды 17,7°C в возрасте 1 сут 9 ч. По данным Е.В. Смирновой, поздняя гастроула наступает в возрасте 1 сут 3 ч (температура воды 19°C).

В возрасте 1 сут 20 ч при температуре воды 18,5°C отмечено окончание 6-го этапа. У нямунасского рыба окончание этого этапа наблюдается в возрасте 1 сут 15 ч при температуре 18,7°C.

Начало вылупления (7-го этапа) отмечают в возрасте 3 сут при температуре воды 18,6°C. У нямунасского рыба вылупление наблюдали в возрасте 2 сут 22 ч при температуре 19,8°C [92, 168].

Длительность вылупления зависит от температуры воды: чем выше температура, тем дружнее происходит вылупление, но в целом продолжительность вылупления растянута на сутки и более. Процент вылупившихся предличинок от 60 до 80%. Средняя масса вылупившихся предличинок из икры первой порции 3,0 мг, средняя длина тела - 5,32 мм, а масса предличинок из второй порции 2,0 мг при средней длине 3,52 мм. По данным Е.В. Смирновой, длина предличинок нямунасского рыба 5,4-5,6 мм, но не уточняется, от какой порции заложенной на инкубацию икры [92].

Во время инкубации придерживаются оптимальных значений температуры для балтийского рыба. При инкубации икры при пониженном температурном режиме (13 - 14°C) возрастает количество уродливых эмбрионов, а длительность эмбриогенеза удлиняется. При понижении температуры воды до 10°C развитие приостанавливается и икра отмирает. Диапазон оптимальной температуры для инкубации лежит в пределах 16 - 20°C. Длительность эмбриогенеза у нямунасского рыба в среднем составляет 1245 градусочасов при средней температуре воды 20,7°C, у шешупского рыба в искусственных условиях - 1298,8 градусочасов при средней температуре воды 18,0°C [168].

Расход воды в аппаратах Вейса во время инкубации икры рыба поддерживают на уровне 1,25 - 2,5 л /мин .

Уход за икрой в период инкубации заключается в наблюдении за температурой, концентрацией кислорода, диоксида углерода, рН, проточностью, световым режимом. В период инкубации в цеху поддерживают режим низкой освещенности, не допуская попадания прямых солнечных лучей на икру [141].

Необходим постоянный контроль за развитием эмбрионов. Отбор мертвых икринок проводят с помощью сифонов. В период инкубации осуществляют профилактическую обработку икры. Одним из распространенных профилактических мероприятий в борьбе с сапролегниозом является обработка икры малахитовым зеленым, которую производят в течение 20-30 мин при концентрации раствора 1 : 200000.

При инкубации икры необходимо тщательно очищать защитные сетки на аппаратах от мертвых икринок и взвеси. При обнаружении сапролегнии сифоном осторожно убирают пораженные икринки и проводят обработку малахитовым зеленым.

При появлении первых предличинок в аппаратах икру сливают через шланг в таз и после 0,5 -1-часового выдерживания, которое стимулирует вылупление, содержимое переносят на дно лотков.

4.18.3. Биотехника выдерживания предличинок, подращивания личинок и выращивания молоди рыба

Выдерживание предличинок проводят в лотках при плотности посадки 1,5 млн. шт. на 1 м³, температуре воды от 17 до 21⁰С, концентрации кислорода 8-10 мг/л и среднем расходе воды от 1,0 до 1,3 л/мин.

Продолжительность выдерживания предличинок зависит от температуры воды. Так, при средней суточной температуре 16,5⁰С выдерживание до перехода личинок на смешанное питание длилось 5 сут, а при средней температуре воды от 17,9⁰С и выше – около 3 сут [168].

Выход личинок за период выдерживания составил не менее 70%, что, прежде всего, связано с повышенной чувствительностью личинок к механическому воздействию на данном этапе биотехнического процесса.

В период выдерживания предличинок в цеху поддерживают режим низкой освещенности, не допускается попадание прямых солнечных лучей на лотки, так как фототаксис у предличинок рыба отрицательный. Осуществляют контроль за гидрохимическим режимом воды и поведением предличинок.

Подращивание личинок проводят в лотковых бассейнах до массы 50 мг. Плотность посадки до 20 тыс. шт./м² при уровне воды 0,2-0,3 м и водообмене 0,5-1 раз/ч. Кормление начинают живыми кормами: инфузориями, коловратками, науплиями артемии. Суточная доза корма 75-100 % от массы рыб. Кормление живыми кормами продолжается в течение 7-10 сут. С первых суток по поверхности бассейна распыляют небольшое количество стартового корма (например, Aller Futura фракции «ООО» или его аналоги). Перевод на сухой корм начинают с пятых-седьмых суток кормления живым кормом.

Перевод ступенчатый:

- первые сутки: на 20 % снижается доза живого корма, суточная доза стартового сухого 3 %;
- вторые сутки: на 20 – 25 % снижается суточная доза живого корма, суточная доза стартового корма увеличивается до 8 %;
- третьи сутки: суточная доза живого корма снижается на 20-25 %, стартового корма увеличивается до 13 %;
- четвертые сутки: суточная доза живого корма снижается на 20-25 %, стартового – увеличивается до 18%;
- пятые сутки: скармливается остаток суточной дозы живого корма, суточная доза стартового корма доводится до 20 %.

Такая величина суточной дозы сохраняется до достижения личинками массы 200 – 300 мг. После этого она постепенно снижается и при достижении массы 1 г ее величина составляет 12 – 15 %.

Кормление живыми кормами ограничивается 4-разовой их подачей. В промежутках дается сухой корм. Кратность кормления личинок сухим кормом вручную составляет 12-16 раз в светлое время, при кормлении мальков – 6-10, молоди массой 3 г – 3-4 раза. При достижении личинками массы 50 мг проводят разрежение плотности посадки до 10 тыс.шт./м². Уровень воды увеличивают до

0,4-0,5 м. Выход личинок массой 50 мг составляет 70-80 % мальков от 0,5 до 1 г – 80 %.

При достижении такой массы проводят первую сортировку мальков минимум на три группы. После этого рыб массой более 1 г целесообразно выпустить по ранее описанной схеме в реки. При этом следует учитывать, что для сохранения «хоуминга» родной реки ту часть молоди, что предполагается адаптировать в условиях 2-3-недельного выдерживания в МТМ в береговой зоне рек Матросовки и Скирвит, перед отправкой необходимо выдержать минимум неделю на воде р. Шешупе (если молодь выращивали в УЗВ).

Молодь массой менее 1 г оставляют на выращивание в УЗВ до апреля – мая следующего года.

В бассейны рыб высаживают при плотности посадки 3-4 тыс. шт./м². Уровень воды в бассейнах 0,6-0,8 м, водообмен 1 раз в час. Температура воды в течение всего периода 20 ± 2°С. К моменту выпуска в реки годовики рыба достигнут массы 10-15 г.

Следует обратить внимание, что проведенные Литвой мероприятия по улучшению экологии нерестовых рек, поддержанные мерами охраны популяций рыба, привели к тому, что с середины первого десятилетия XXI в. промысловый запас его заметно вырос. Это позволило открыть промышленный лов, и уловы к 2009 – 2010 гг. превысили 100 т. Этому способствовало и то, что большая часть нерестилищ рыба находится в правобережных притоках Немана. Соответственно, покатная и нерестовая миграции проходят, очевидно, преимущественно вдоль правого берега р. Неман.

Левобережная сторона р. Неман представлена только одной нерестовой рекой Шешупе. Учитывая емкость ее нерестилищ, не следует ожидать естественного восстановления промыслового запаса рыба, освоенного в российской части Куршского залива. Поэтому только работы по искусственному воспроизводству рыба р. Шешупе смогут вернуть этот вид рыб в разряд объектов промысла в Куршском заливе, реках Скирвит и Матросовке.

Для искусственного воспроизводства рыба применима следующая нормативная база (табл. 77).

Таблица 77

**Временные биотехнические нормативы
по искусственному воспроизводству рыба**

Наименование	Единица измерения	Показатель
1	2	3
Масса производителей:	г	
самок		300 – 550
самцов		200 – 450
Соотношение самок и самцов		1: 2- 3
Преднерестовое содержание производителей рыба		
Температура воды	°С	18-21

1	2	3
Расход воды в бассейнах	л/мин	60
Концентрация кислорода	мг/л	8-10
рН		7- 8
Плотность посадки: самцы	шт./м ²	15
самки		10
Получение зрелых половых продуктов		
<i>Самки 1-й группы</i>		
<i>1-я порция</i>		
Длительность выдерживания	сут	1
Разрешающая доза лещового гипофиза	мг/кг	3
Время выдерживания после разрешающей дозы	ч	12
Время выдерживания после овуляции для сцеживания остаточной икры	ч	12
Процент созревших самок	%	100
Средняя рабочая плодовитость	тыс.шт.	47,0
<i>2-я порция</i>		
Длительность выдерживания после получения первой порции	сут	7
Предварительная доза лещового гипофиза	мг/кг	0,3
Длительность выдерживания после предварительной инъекции	ч	12
Разрешающая доза лещового гипофиза	мг/кг	3
Длительность созревания после разрешающей инъекции	ч	12
Процент созревших самок	%	40-50
<i>Самки 2-й группы</i>		
Время выдерживания до инъектирования	сут	1
Предварительная доза лещового гипофиза	мг/кг	0,3
Длительность выдерживания после предварительной инъекции	ч	24
Разрешающая доза лещового гипофиза	мг/кг	3
Длительность созревания после разрешающей инъекции	ч	12
Процент созревания самок	%	50 -60
Средняя рабочая плодовитость	тыс. шт.	6,5 - 25
<i>Самки 3-й группы</i>		
Время выдерживания до инъектирования	сут	6
Предварительная доза лещового гипофиза	мг/кг	0,3
Длительность выдерживания после предварительной инъекции	ч	24
Разрешающая доза лещового гипофиза	мг/кг	3
Длительность созревания после разрешающей инъекции	ч	12
Процент созревания самок	%	25 - 28

1	2	3
<i>Осеменение икры и подготовка к инкубации</i>		
Метод взятия половых продуктов		Отцеживание
Метод осеменения икры		Мокрый
Время осеменения икры	с	30-40
Время покоя икры после оплодотворения	мин	2-3
Процент оплодотворения икры	%	Не менее 90
Время обесклеивания икры в растворе молока (одна часть молока на 10 частей воды)	мин	30-40
<i>Инкубация икры</i>		
Норма загрузки икры в аппарат Вейса	тыс. шт.	40,0-120,0
Температура воды в период инкубации икры и выдерживания предличинок	°С	16,5 -20,0
Расход воды в аппарате в период инкубации икры	л/мин	1,25-2,5
Длительность инкубации икры	сут	3,0
Выход предличинок от икры	%	70 -75
<i>Выдерживание предличинок рыба</i>		
Плотность посадки в лотки	млн./ м ³	1,5
Длительность выдерживания предличинок	сут	3-5
Расход воды в период выдерживания	л/мин	1,0-1,3
Температура воды	°С	17-18
рН		7 -8
Концентрация кислорода	мг/л	8 -10
Выход личинок при выдерживании	%	Не менее 70
<i>Подращивание и выращивание личинок</i>		
Плотность посадки в бассейн	тыс. шт./м ²	20
Уровень воды	м	0,2-0,3
Температура воды	°С	20±2
Концентрация кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-8
Водообмен	раз/ч	0,5-1
Выход личинок	%	70-80
Плотность посадки личинок массой 50 мг	тыс. шт./м ²	10
Уровень воды	м	0,3-0,4
Температура воды	°С	20±2
Концентрация кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-8
Водообмен	раз/ч	1-2
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	80
Плотность посадки молоди массой 0,5-1 г	тыс. шт./м ²	3-4
Уровень воды	м	0,6-0,8
Температура воды	°С	20 ± 2
Концентрация кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5–8
Водообмен	раз/ч	1

4.19. Выпуск молоди рыба

Как отмечалось ранее, выпуск личинок рыб, нерест которых проходит при температуре выше 15 °С, не дает биологического и экономического эффекта. Исключение составляют, пожалуй, растительноядные рыбы в южных регионах России. Например, промышленный лов рыбы в нижнем течении и дельтовой зоне р. Волги удалось сохранить только в результате масштабного зарыбления личинками растительноядных рыб. Но в этом случае речь идет о выпуске миллиардов личинок.

Применительно к другим объектам искусственного рыбоводства показана целесообразность выпуска в водоемы подрощенной молоди, причем предпочтительно в возрасте сеголетков или годовиков. Поэтому молодь рыба, достигшую и превысившую массу 1 г, отсортировывают из общей массы и постепенно адаптируют к температуре воды в р. Шешупе (если ее выращивали в УЗВ или применяли подогрев проточной воды). Градиент понижения температуры воды 2 °С в сутки. Это можно осуществлять в выростных бассейнах, куда начинают добавлять речную воду, путем кондиционирования воздуха в помещении цеха и добавления артезианской воды. При выравнивании температуры молодь содержат, проводя подкормку из расчета 0,3-0,5 % в сутки, в течение двух-трех недель, а затем часть ее (не менее 50 %) выпускают в р. Шешупе, остальную перевозят в живорыбных контейнерах к местам расположения МТМ на реках Скирвит и Матросовке, где в течение одной-трех недель осуществляют её адаптацию до выпуска в реки. Расчет посадки молоди в контейнеры выполняют по известной формуле [134]

$$V=L \times U / D \times P \times K, \quad (18)$$

где V – масса рыбы в контейнере, кг;
 L – количество воды в контейнере, кг;
 U – критический уровень содержания CO_2 , мг/л;
 D – длительность транспортировки, ч;
 P – выделение CO_2 , мг/л;
 K – коэффициент растворения CO_2 , %.

Для молоди рыба P составляет 80, U – 140 мг/л, K – 55 %.

Перед посадкой в контейнеры её пересчитывают. Для этого воду в бассейнах приспускают до уровня 5-10 см и в равноудаленных точках сачками отлавливают определенное количество молоди.

Причем сачки должны крепиться на трех-четырех фалах и фактически выполнять функцию «коплера», когда они ложатся на дно бассейна и по команде одновременно поднимаются, захватывая рыб, которые при малом слое воды равномерно распределяются на площади (в объеме) бассейна. Зная каждый объем (площадь) воды, который «вырезает» сачок и просчитав среднее количество рыб в нем, переводят это количество на весь объем (площадь) воды в бассейне. Далее вручную сачками рыб переносят в носилки с водой и

доставляют к контейнерам. Целесообразно использовать рыбонасосы, что почти исключит ручной труд и травмирование рыб. Перед посадкой рыб в контейнер необходимо заранее, не менее чем за 5 мин, подать в него кислород от баллона, который весь период транспортировки будет насыщать воду.

Особенностью рек Немонин (сочленяется с р. Матросовкой через Приморский канал), Матросовки, Скирвит является массовое скопление мелкого «травяного» окуня, основного хищника для скатывающейся молоди рыб. Он «плотной» стеной перекрывает все сечение рек. Поэтому, наряду с мелиоративным отловом окуня, выпуск молоди рыбца следует проводить в ночное время. Сливной рукав, одним концом присоединенный к сливному отверстию бассейна, в котором проходит адаптация молоди, выносят дальше от берега в зону быстрого течения. Это способствует скату в чашу залива. При выпуске молоди в р. Шешупе следует пройти зону выпуска молоди вверх и вниз по течению дрифтерными сетями с ячеей от 22 до 50 мм.

Д. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛИНЯ

4.20. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Качество воды, подаваемой в инкубационный цех, должно обеспечивать нормальные условия для инкубации икры, подращивания личинок и выращивания молоди линя.

В табл. 78 приведены основные нормативные показатели качества воды инкубационного цеха.

Таблица 78

Химический состав воды водоисточника для инкубационного цеха [158]

Показатели	Нормативные показатели
рН	6- 8
Концентрация кислорода, мг/л	Больше 5,0
Концентрация сероводорода, мг/л	Нет
Концентрация нитритов, мг/л	До 0,1
Концентрация железа (общее), мг/л	До 0,5
Концентрация хлоридов, мг/л	До 100
Концентрация аммиака, мг/л	До 0,02
Концентрация сульфатов, мг/л	До 30
Жесткость, мг.-экв.	До 7

4.21. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей

Производителей линя заготавливают в реках на границе открытой воды и нерестилищ с конца мая до середины июля [72].

Основную группу производителей заготавливают во время второго, наиболее массового подхода на нерест в июне (с 10 по 25 июня по среднеголетним данным).

Производителей отлавливают ставными сетями с ячеей 40 – 70 мм, ботовыми сетями с ячеей 40 – 70 мм. Сети устанавливают на границе зарослевой зоны (нерестилища) и открытой части реки. Их проверяют не реже чем через 4–6 ч.

Выловленных производителей бонитируют, отбраковывая рыб, имеющих нарушения в строении тела, плавников, головы, а также рыб, имеющих повреждения чешуйного покрова.

Пойманных производителей помещают в заполненные водой емкости, установленные в лодках.

Если при отлове оказываются текущие самки, их отсаживают в отдельную емкость и после доставки в инкубационный цех сразу помещают в бассейн.

После подготовки рабочего стола и инвентаря начинают отбор половых продуктов.

Остальных производителей перед посадкой в бассейны бонитируют, оценивая готовность самок и самцов к нересту. При этом самок разделяют на две группы:

- первая – с мягким брюшком и выраженной генитальной порой;
- вторая – с менее выраженными вторичными половыми признаками [72].

4.22. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

4.22.1. Преднерестовое содержание и стимулирование созревания производителей

Заготовленных производителей линия содержат в проточных бассейнах раздельно по полу при плотности посадки до 50 шт./м². Бассейны прикрывают сетчатыми крышками для исключения выпрыгивания особей и их травматизации.

Расход воды в бассейнах 10 л/мин. Если температура воды в них ниже 20⁰С, то ее подогревают до оптимальных значений 21 – 24⁰С.

Самок первой группы проверяют на текучесть при температуре воды 20-21⁰С раз в два дня, при температуре воды выше 21⁰С - ежедневно.

Самок второй группы проверяют на текучесть при температуре воды 20-21⁰С один раз в четыре дня, при температуре воды выше 21⁰С – один раз в два дня. По мере перехода их по внешним признакам в разряд первой группы изменяют схему проверок на текучесть.

Среди самцов отбор проводят при необходимости после доставки их в цех. Отбирают самцов с текучими молоками.

Для ускорения созревания производителей в бассейнах поддерживают температурный режим (21-24⁰С) и стимулируют овуляцию половых продуктов физиологическим методом, используя инъекции лещового гипофизарного препарата:

- самкам из расчета суммарной дозы 12 - 14 мг/кг массы. Первая доза – 1, вторая через 24 ч – 4, третья разрешающая через 24 ч – 7-10 мг/кг. При отсутствии текучести в течение 24 ч самку отбраковывают;
- самцам делают одну инъекцию, одновременно с разрешающей для самок, лещовым гипофизом с величиной дозы 3 – 4 мг/кг. Самцы гарантированно откликаются на инъекцию в течение одних суток.

Плотность посадки производителей на этапе гормонального стимулирования снижают до 10 шт./м².

4.22.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

При обнаружении признака текучести самок достают из бассейна, обтирают сухой марлей (особенно уделяя внимание брюшной области, хвостовому

стеблю и анальному плавнику), чтобы исключить попадание воды на сцеживаемую икру.

Сцеживание икры проводят в эмалированные миски объемом до 0,2-0,5 л, в которые отбирают икру от одной самки, и таким образом, чтобы икра стекала на край, а не падала на дно емкости, для уменьшения травматизации икринок. Максимальное количество икры, получаемый от 0,5 – 1,0 кг самок, составляет 30 – 150 мл (30-150 тыс.шт.).

Если самцы при надавливании на брюшко легко отдают сперму, то у них отбирают сперму с помощью стеклянной пипетки с оплавленными краями. Объем эякулята у самцов линия небольшой - 0,2 – 0,5 мл. Используется сперма хорошего качества, без присутствия мочи. Время подвижности сперматозоидов не менее 40 с.

Для осеменения икры, полученной от одной самки, достаточно одной – двух капель спермы хорошего качества. При объеме икры более 50 мл (максимально 300) количество спермы должно быть не менее 1 -3 мл [169, 170].

После прибавления спермы к икре содержимое тщательно перемешивают гусиным пером и оставляют в покое на 30 с. Затем добавляют воду таким образом, чтобы она на 1 см покрыла верхний слой икры. Потом все тщательно перемешивают. После проводят обесклеивание икры.

Оптимальным методом обесклеивания икры линия считается классический метод Войнаровича с использованием оплодотворяющего раствора (водный раствор 0,3%-ной мочевины, 0,4%-ной поваренной соли) и 0,05%-ного раствора танина. Обесклеивание проходит в две фазы:

- первая – отмывка икры в оплодотворяющем растворе в течение 1,5 ч с частой сменой раствора;

- вторая - двукратное погружение по 15 с в 0,05%-ный раствор танина.

Для сокращения продолжительности процесса обесклеивания используют также и модифицированный метод Войнаровича:

- первая фаза – отмывка икры в оплодотворяющем растворе (водный раствор 2%-ной мочевины и 0,4%-ной поваренной соли) в течение 10 мин;

- вторая фаза – выдерживание икры (с постоянным перемешиванием) в оплодотворяющем растворе в течение 35 мин;

- третья фаза – двукратное погружение по 15 с в 0,05%-ный раствор танина [22].

После обесклеивания икру помещают на инкубацию в аппараты Вейса. Проточность воды устанавливают 0,8–1,2 л/мин. Регулируют подачу воды таким образом, чтобы икра поднималась током воды на 2/3 высоты аппарата и свободно опускалась на дно без присутствия застойных зон. Норма загрузки в один аппарат 1 л набухшей икры, что составляет 0,6-0,7 млн. икринок.

Продолжительность инкубации икры при температуре воды 20-23 °С – 3–4 сут.

В течение инкубации контролируют появление на икре сапролегнии. Для профилактики сапролегниоза раз в три, а при сильном поражении раз в два дня икру обрабатывают в растворе малахитового зеленого концентрацией 1:200000 непосредственно в аппаратах Вейса при времени экспозиции 15 мин.

Во время инкубации не допускают попадания прямых солнечных лучей на аппараты с инкубируемой икрой линия. Следят за газовым режимом в аппаратах.

Инкубация завершается при появлении в аппарате единичных предличинок. Тогда икру переливают из аппаратов Вейса с помощью шланга в таз и оставляют в покое на 0,5 -1 ч. После этого таз слегка встряхивают, что вызывает свечкообразное поднятие предличинок к поверхности. В этот момент воду с предличинками сливают в пустой таз и переносят в бассейн предличинок. Таз с икрой вновь наполняют водой и операцию повторяют через 0,5 ч. И так до тех пор, пока не вылупится большая часть предличинок. После 3-6 ч работы оставшуюся икру, отмытую от оболочек, переносят на рамки, устанавливаемые в бассейны.

Вылупление проходит за время от нескольких часов до одних суток. Для увеличения площади прикрепления предличинок в бассейнах размещают хвойные ветки или натягивают куски дели.

4.23. Биотехника выращивания молоди линия

Оптимальной для выдерживания предличинок считается температура воды от 21 до 24 °С. Расход воды в лотковом бассейне 5 л/мин. На 1 м² площади бассейна высаживают до 200 тыс. шт. предличинок.

Становление личинок на плав в массе происходит на пятые – шестые сутки. С этого времени личинкам начинают давать науплии артемии. Количество живого корма составляет не менее 100% от массы личинок.

Через трое суток личинкам начинают давать стартовый искусственный корм. Нами апробирована рецептура Aller Futura. Корм задают с интервалом 2 ч в период с 8 до 20 ч.

Разряжение плотности посадки личинок до 10 тыс. шт./м² проводят на десятые – двенадцатые сутки после их становления на плав. Одновременно увеличивают расход воды в бассейны до 10 л/мин.

При достижении массы 50 мг проводят повторное разрежение плотности посадки до 5 тыс.шт./м²

В течение всего периода выращивания два раза в сутки чистят бассейны. Выращивание заканчивают при достижении мальками массы 0,3-0,5 г, что происходит к концу августа при проточном варианте содержания. Далее выращивать молодь нецелесообразно, поэтому ее выпускают в водоемы.

При использовании УЗВ для целей искусственного воспроизводства линия можно воспользоваться двумя подходами в реализации продуктивного потенциала «диких» производителей. Первый заключается в применении описанной схемы получения зрелых половых продуктов и предличинок. Далее предличинок выдерживают по описанной схеме. Так же, с такими же биотехническими показателями проводят выращивание личинок. При этом уровень воды составляет 0,2-0,3 м. Как и при работе с личинками других рыб, не реже двух раз (утром и вечером) проводят чистку бассейнов от остатков корма и экскрементов.

При достижении молодью массы 0,3-0,5 г ее сортируют минимум на три группы. К середине – концу октября не менее 70-80 % молоди достигает массы 3 – 4 г. Эту молодь целесообразно выпускать в водоемы, а оставшуюся доращивают в УЗВ. Кормление молоди проводят в сентябре – октябре с периодичностью раз в три часа в светлое время суток, в дальнейшем – раз в четыре часа.

Второй подход заключается в доместичивании «диких производителей». Практически 100 % производителей переходят на питание искусственным кормом (апробирована рецептура Aller Bronze). Производителей содержат при температуре воды $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Кормление один раз в сутки. Размер гранул 3,2-4,5 мм. Суточная доза 0,3-0,5% от массы тела. В период «искусственной зимовки» (январь-март) температуру воды понижают до 8 – 12 °С. После повышения ее в апреле до нерестового значения (20-22 °С) все производители созревают. При этом самок так же, как описано выше, разделяют на две группы по степени готовности к нересту.

Далее могут быть применены два метода получения потомства. Первый заключается в том, что в нерестовом бассейне (2×0,8×0,6 м, уровень воды 0,4 – 0,5 м) выкладывают на дне лапки хвойных деревьев и притопляют грузами. После этого в бассейн сажают 2 самки (из нерестовой группы) и 5 самцов. Бассейн сверху на 2/3 закрывают крышками. Производителей в период нерестового содержания не кормят. Нерест проходит в течение 1-3 сут. После обнаружения массового обсеменения нерестового субстрата икрой производителей удаляют из бассейна. Обязательной является обработка икры на вторые сутки после нереста против сапролегниоза. Для этого на расчетный объем бассейна готовится рабочий раствор малахитового зеленого или фиолетового «К» в концентрации 1:200000. Раствор вливают на приток воды в бассейн. Когда «цветовое поле» приближается к сливному отверстию, подачу воды прекращают, а отверстие закрывают. После 20-минутной экспозиции воду из бассейна сливают и подключают подачу чистой воды.

Температура воды в период инкубации 22-24 °С. Вылупление предличинки проходит на пятые сутки. Выход предличинки, как правило, не превышает 30 %, что возможно связано с физиологической неполноценностью доместичиванных «диких» производителей.

В этом же бассейне проводят выдерживание предличинки и подращивание личинок до 10 – 20 мг (когда их переводят на выращивание в выростные бассейны). Содержание кислорода в бассейне должно быть не менее 6 мг/л. Уровень воды 0,4 м. Водообмен 0,5-1 раз в час. Пересадку личинок в выростные бассейны проводят с применением эталонного метода учета количества личинок.

Кормление личинок науплиями артемии (желательно не менее одного раза в день добавлять в рацион инфузорий и коловраток, выращиваемых в емкостях на основе соломы и банановой кожуры) начинают на четвертые - пятые сутки после вылупления предличинки. Науплии при суточном рационе 75-100 % от массы личинок вносят четыре раза в светлое время в равноотстоящие сроки.

Одновременно по поверхности воды в периоды между внесением науплий артемии добавляют сухой стартовый корм (декапсулированные яйца артемии Aller Futura «000»). После 5-7 сут кормления науплиями начинают перевод на сухой стартовый корм Aller Futura «000». Перевод занимает 3-4 сут, когда ежедневно уменьшают дозу живого корма на 30 %, а сухого увеличивают каждые сутки на 3-5 % от массы личинок. К концу этапа перевода на сухой корм доза последнего возрастает до 15-18 % в сутки. Перевод на фракцию корма Aller Futura «00» проводят при достижении личинками массы 15-20 мг, Aller Futura «0» – 50 мг.

Второй метод заключается в том, что формируют две группы самок по степени готовности к нересту. Самок первой группы (имеющих ооциты на IV завершенной стадии зрелости) сразу инъецируют, а рыб из второй группы сначала выдерживают при нерестовой температуре, после чего инъецируют. Схема инъецирования производителей линя аналогична ранее приведенной. При обнаружении «текучих» самок икру сцеживают в эмалированные миски. На сцеженную икру выливают сперму, полученную от самцов. После перемешивания половых продуктов добавляют воду, снова перемешивают. После 30-40 с перемешивания оставляют в покое на 20-30 с, сливают воду с остатком неиспользованной при осеменении спермы и добавляют раствор танина в концентрации 10 г на 10 л воды. После экспозиции 25-30 с (при постоянном перемешивании) обесклеивающий раствор сливают и икру в течение 5-10 мин промывают в сменяемых через каждые 30-60 с объемах чистой воды.

После промывки икру закладывают на инкубацию в аппараты Вейса. Целесообразно икру, полученную от одной самки, закладывать на инкубацию в отдельный аппарат. Процент оплодотворения икры, как правило, не должен быть ниже 70 %. Выход предличинок с инкубации 50 %. Выход 50 мг личинок с подращивания не менее 80 %. Выращивание личинок до достижения массы 0,5-1 г проводят в выростных бассейнах при плотности посадки 5 тыс. шт./м². Выживаемость мальков не менее 90 %. Уровень воды в бассейнах 0,4-0,5 м. Водообмен один раз в час. Содержание кислорода на вытоке из бассейна не менее 6 мг/л. Температура воды 22-24 °С.

По достижении массы 0,5-1 г проводят сортировку молоди минимум на три размерные группы. При этом для группы крупной молоди устанавливают плотность посадки 3 тыс.шт./м², остальных – 4 тыс. шт./м². При достижении рыбами массы 3 г и более к середине-концу октября их выпускают в водоем.

Оставшуюся молодь оставляют на выращивание в бассейнах при плотности посадки 2 тыс.шт./м². К маю следующего года годовики достигают массы 5 – 15 г и их выпускают в водоемы. Температура воды при выращивании составляет 20 – 22 °С. Нецелесообразно повышать ее до 25 – 26 °С, поскольку нами установлена вероятность созревания при такой температуре значительной части годовиков при массе 5 – 10 г, что, несомненно, нарушит размерно-возрастную структуру стад линя при вселении в естественные водоемы.

Биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству линя представлены в табл. 79–80.

Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства лия

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Преднерестовое содержание производителей лия		
Возраст производителей: самки	лет	4-7
самцы		3-6
Плотность посадки производителей в бассейны	шт. /м ²	50
Среднестучная масса производителей: самки	кг	0,5
самцы		0,4
Соотношение полов – самки : самцы	шт.	1:3
Резерв производителей: самки	%	50
самцы		30
Температура во время выдерживания производителей	°С	21-24
Плотность посадки производителей в бассейны на этапе гормонального стимулирования созревания	шт. /м ²	10
Стимуляция созревания половых клеток и их характеристика		
Доза лещового гипофиза: самки		
- предварительная первая	мг/кг	1
- предварительная вторая		4
- разрешающая		7-10
самцы		3-4
Частота проверки на течучесть:		
самок первой группы	Раз в сутки	Раз в 2 дня
при температуре воды 20 -21°С		Ежедневно
при температуре воды выше 21°С		
самок второй группы		
при температуре воды 20 -21°С		Раз в 4 дня
при температуре воды выше 21°С		Раз в 2 дня
Рабочая плодовитость (по одной порции)	тыс. шт.	30,0
Количество икринок в 1 л	млн. шт.	0,6-0,7
Одноразовый объем эякулята самцов	мл	0,2-0,5
Время подвижности сперматозоидов	с	40-60
Метод осеменения	-	Сухой
Процент оплодотворения	%	90
Длительность обесклеивания в оплодотворяющем растворе Войнаровича и водном растворе танина:		
- классический метод	ч мин	1-1,5
- модифицированный метод		45
Инкубация икры лия		
Температура во время инкубации икры	°С	21-24
Норма загрузки набухшей икры в инкубационный аппарат Вейса	л	0,5-1

Окончание табл. 79

1	3	2
Расход воды в аппаратах Вейса	л/мин	0,8 -1,2
Отход икры за период инкубации	%	50
Выдерживание предличинок и выращивание мальков линия		
Температура во время выдерживания предличинок и выращивания мальков	°С	21-24
Плотность посадки предличинок в бассейны (лотки)	тыс.шт. /м ²	200
Отход личинок за период выдерживания	%	10
Плотность посадки личинок в бассейны	тыс.шт./м ²	10
Выход подрощенных личинок (масса 50 мг)	%	50
Плотность посадки личинок массой 50 мг	тыс.шт./м ²	5
Выход 0,3-0,5 г мальков	%	50
Суточная доза: -живого корма - искусственных кормов	%	100 10-30
Промысловый возврат: от мальков массой 0,3-0,5 г от сеголетков	%	0,5 2,0

Таблица 80

**Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства линия
на базе доместичированных производителей в УЗВ**

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Межнерестовой нагул производителей линия		
Возраст производителей:	лет	5-10
Плотность посадки производителей в бассейны	шт. /м ³	50-100
Среднестучная масса производителей:	кг	0,4-1,0
Выживаемость	%	99
Температура воды	°С	20-23
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 1,0

1	2	3
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,5
NO ₃ ⁻	мг/л	До 100
Водообмен	раз/ч	1
Продолжительность	сут	180-240
Суточная доза кормления	% от массы	0,3-0,5
Кормовой коэффициент		2-3
Нерестовое содержание		
Температура воды	°С	21-24
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
pH		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,2
NO ₃ ⁻	мг/л	До 50
Нерест на субстрате		
Плотность посадки на бассейн		2
самки	шт.	5
самцы		
Уровень воды	м	0,4
Водообмен	раз/ч	0,5
Выход предличинок	%	30
Плотность посадки предличинок	тыс. шт. /м ²	До 200
Плотность посадки личинок	тыс. шт. /м ²	10
Выход личинок массой 50 мг	%	50
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	90
Плотность посадки личинок массой 50 мг	тыс. шт. /м ²	5
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	90
Водообмен при выращивании личинок и мальков	раз/ч	1
Уровень воды	м	0,3-0,4
Кормление (вид корма) личинок		Инфузории, коловратки, науплии, стартовый корм Aller Futura («000», «00», «0»)
Суточные дозы корма: науплии артемии стартовый корм		75-100
- первые сутки	% от массы рыб	3,5
- вторые сутки		8
- третьи сутки		13
- четвертые сутки и далее до массы 300 мг		18
- для рыб массой более 300 мг		10-15
Кормовой коэффициент по стартовому корму		1,5-2
Заводской способ		
Температура воды	°С	21-24

1	2	3
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
pH		6,5-7,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	мг/л	До 0,5
NO_2^-	мг/л	До 0,3
NO_3^-	мг/л	До 50
Соотношение полов	♀:1	1:3
Масса производителей	кг	0,5-1,0
Рабочая плодовитость (разовая порция)	тыс. шт.	30
Объем эякулята	мл	0,3-0,6
Время подвижности сперматозоидов	с	30-60
Метод осеменения	-	Сухой
Процент оплодотворения	%	Более 70
Обесклеивающее вещество		Танин
Концентрация обесклеивающего раствора	г/л	10
Время обесклеивания	с	25-30
Время промывки икры	мин	5-10
Выход предличинок	%	50
Выход личинок массой 50 мг	%	80
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	90
Плотность посадки предличинок	тыс. шт. /м ²	200
Плотность посадки личинок	тыс. шт. /м ²	10
Плотность посадки личинок массой 50 мг	тыс. шт. /м ²	5
Водообмен	раз/ч	1
Уровень воды	м	0,3-0,4
Кормление	Аналогично описанному выше	
Выращивание посадочного материала до массы 3 г		
Температура воды	°С	22-24
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
pH		6,5-7,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	мг/л	До 0,5
NO_2^-	мг/л	До 0,2
NO_3^-	мг/л	До 50
Плотность посадки		
- крупной молодежи	тыс. шт. /м ²	3
- мелкой и средней молодежи	тыс. шт. /м ²	4
Уровень воды	м	0,4-0,6
Водообмен	раз/ч	1
Выживаемость	%	90
Кормление (вид корма)	Aller Futura («0», «1») и его аналоги	
Суточные дозы корма для рыб массой, г:		
0,5-1		10
1-2	% от массы рыб	8
2-3		6
Кормовой коэффициент		1
Продолжительность	сут	60-80

1	2	3
Выращивание посадочного материала до массы 5-15 г		
Температура воды	⁰ С	20±2
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	1
NO ₂ ⁻	мг/л	0,5
NO ₃ ⁻	мг/л	100
Плотность посадки	тыс. шт. /м ²	2
Уровень воды	м	0,6
Водообмен	раз/ч	1
Выживаемость	%	95
Кормление (вид корма)	Aller Futura («1», «2», «3», «4») и его аналоги	
Суточные дозы корма для рыб массой, г:		
1-2		6
2-4		5,5
4-6		5
6-8	% от массы рыб	4
8-10		4
10-12		3
12-15		3
Кормовой коэффициент		
Продолжительность	сут	180-200

4.24. Выпуск молоди линя

Зарыбление Куршского залива, а также рек и каналов молодью линя является одним из главных звеньев в биотехнике его разведения. Поскольку от того, насколько обоснованно будет проведено вселение в те или иные районы бассейна залива, от того, насколько молодь линя будет обеспечена нормальными абиотическими и биотическими условиями, прежде всего пищей, зависит в конечном счете величина промвозврата.

Биотехника выпуска молоди состоит из нескольких этапов. Первый – вылов. Предварительно молодь не кормят сутки. Проводят ее учет объемным методом. Прежде чем приступить к учету, воду в бассейне приспускают до уровня 5 см. С помощью мерных сачков в шести равноудаленных точках бассейна забирают пробы молоди. В каждой пробе пересчитывают количество молоди, определяют среднюю величину, которую переводят на объем воды, оставшейся в бассейне. Таким образом устанавливают количество молоди в бассейне.

Второй этап – перенос мальков в двойные полиэтиленовые пакеты, в которые предварительно залито по 10 л воды. В один пакет сажают до 500 шт. 3-граммовой молоди и до 200 шт. 10-граммовой молоди.

После закачки кислорода пакет герметично укупоривают, теперь он готов к транспортировке. Пакеты могут использоваться неоднократно при перевозке разных партий молоди. Обязательным условием при транспортировке пакетов является придание им горизонтального положения, они размещаются в транспортных средствах на ровных площадках, устланных ветошью, чтобы исключить их порывы.

Продолжительность транспортировки молоди в пакетах при температуре воды 8-12 °С может быть до 8 ч. Перевозку пакетов осуществляют на катере, автотранспорте, а непосредственно выпуск молоди проводят с лодок в прибрежной зоне залива, рек и каналов вдоль обоих берегов с помощью сачков. На 1 м прохода лодки выпускают в среднем 10 шт. молоди. В заливе выпуск молоди проводят вблизи зарослей камыша, среди подводной растительности, в тихую погоду – в ранние утренние часы либо в вечернее время (после 15–16 ч), в пасмурную погоду – в течение всего дня.

Е. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛЕЩА

Интерес для искусственного воспроизводства, как ранее отмечалось, представляют «черный» и «красный» лещ. Поскольку до 60-80 % естественного воспроизводства леща приурочено к речным нерестилищам, то отлов производителей следует проводить в реках Немонин, Матросовке, Таве.

4.25. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Нормативные показатели качества воды при искусственном воспроизводстве леща представлены в табл. 81.

Таблица 81

Нормативные показатели качества воды [158]

Показатель	Норматив
рН	6-8
Концентрация кислорода, мг/л	Больше 5,0
Концентрация нитритов, мг/л	До 0,1
Концентрация аммиака, мг/л	До 0,02
Концентрация железа, мг/л	До 0,5
Концентрация хлоридов, мг Cl/л	До 300
Концентрация сульфатов, мг SO ₄ /л	До 30
Жесткость, мг.-экв.	До 7

Показатели, приведенные в табл. 81, отражают уровень значений, соответствующих биологическим требованиям леща не только на нерестилищах, но и в местах нагула молоди и производителей.

4.26. Сроки заготовки, отлов и бонитировка производителей леща

Первым к нерестилищам, расположенным в прибрежных зонах рек (заросли подводной мягкой и жесткой водной растительности), подходит «черный» лещ. Температура воды в этот период 8-10 °С. Нерест, как правило, проходит при температуре 10-12 °С. «Красный» лещ подходит к нерестилищам при температуре воды 12-14 °С и нерест идет при температуре воды 12-15 °С.

Отлов производителей проводят ставными сетями размером ячеи 70-90-мм. Сети устанавливают вдоль границы чистой и зарослевых зон реки. Подрезку (проверку) сетей осуществляют через 1-2 ч. Лучшие результаты дает проверка сетей в утренние (с 8-9 до 11-12 ч) и вечерние (с 16-17 до 20) часы. Отловленных производителей доставляют в сетных мешках, привязанных к лодке. На преднерестовое выдерживание производителей пересаживают в садки, установленные в реке или бассейнах инкубационного цеха.

В каждой доставляемой партии отловленного леща проводят разделение рыб по полу (отмечено наличие многочисленной жемчужной сыпи на голове и грудных плавниках у самцов). Среди самок выделяют две группы:

- первая – с текучими половыми продуктами;
- вторая – с заметно округлым брюшком, но без признаков текучести.

Среди самцов большую часть могут составлять особи с текучими половыми продуктами.

Плотность посадки производителей леща в садки размером $1 \times 0,8 \times 1$ м – 10-15 шт.; в бассейны размером $2 \times 0,5 \times 0,7$ м при уровне воды 0,5-0,6 м – для самок 5, самцов 7-10 шт./м².

4.27. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

4.27.1. Преднерестовое содержание и стимулирование созревания половых продуктов у производителей

Текучих самок и самцов можно использовать для сцеживания половых продуктов в активном или усыпленном состоянии. Преимуществом использования производителей всех видов рыб в усыпленном состоянии является то, что у них расслаблены мышцы брюшной зоны и они свободно отдают половые продукты. Для леща в качестве анестетика может быть предложен прописцин в концентрации 0,07-0,1 мл/л. Рабочий раствор готовят следующим образом: устанавливают объем воды в емкости, где будет проходить усыпление, например, 50 л. Забирают из пузырька (0,1×50) 5 мл гвоздичного масла шприцом и впрыскивают в 1-1,5-литровую бутылку, наполовину наполненную водой. Затем в течение 5 мин содержимое закрытой бутылки интенсивно встряхивают, чтобы максимально растворить масло. После выливают в отмеренный объем воды и тщательно перемешивают. В такой раствор можно помещать производителя(-ей), который(-ые) через 15-20(30) мин уснет (определяется по прекращению движения жаберных крышек). Наш опыт показывает, что однократно приготовленный раствор можно использовать в течение 2-3 ч. Затем следует приготовить новый. После взятия половых продуктов производителей обязательно помещать в проточную воду, где в течение 1-3 мин у них восстанавливается подвижность.

Самок второй группы и самцов, у которых через 2-3 сут можно получать новый полноценный эякулят, содержат, как отмечалось ранее, в садках и бассейнах. Самок при проявлении признаков, близких к таковым у первой их группы (обмякшее брюшко), подвергают физиологическому методу стимулирования содержания. Для инъектирования используют лещовый гипофиз. Делаются дробные инъекции: предварительная (0,3-0,5 мг/кг) и разрешающая (3-3,5 мг/кг) через 12 ч. Овуляция икры при температуре 10-13 °С наступает, как правило, через 24-36 ч. При необходимости, если сперма выделяется в незначительном количестве, инъекцию делают самцам в одно

время с разрешающей для самок. Количество гипофиза 1,5-2 мг/кг. Созревает не менее 90 % производителей.

4.27.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

Икру от самок с предварительно подсушенной с помощью марли областью брюшка, хвостового стебля сцеживают в эмалированный таз. Струя икры должна стекать по стенке таза. Затем на икру сцеживают сперму трех самцов, у которых упомянутые области брюшка должны быть также протерты. Сперму и икру тщательно с помощью гусиного пера перемешивают, что обеспечивает равное распределение спермы в объеме икры. После этого в таз добавляют воду так, чтобы она покрывала на 1-2 см поверхность икры, и вновь пером тщательно перемешивают его содержимое в течение 30-40 с.

Следующий за этим период покоя длится не более 1-2 мин. Далее необходимо слить воду с остатками неиспользованной спермы и обесклеить икру. Для этого можно взять раствор молока (жирность 3,5-4 %) и воды в соотношении 1:3. Период обесклеивания при постоянном перемешивании составляет 40-50 мин. При использовании танина (концентрация 5 г на 10 л воды) время обесклеивания 25-30 с. После слития обесклеивающих растворов икру промывают в нескольких порциях (через 30-60 с) чистой воды. Продолжительность промывки 5 мин. Промытую икру сливают в мерный стакан. В 1 л содержится до 300 тыс. икринок. В один аппарат Вейса загружают до 1 л икры.

В первые двое суток расход воды в аппарате 1-2 л/мин, в последующие дни – 2-3 л/мин. Инкубация при температуре воды 13-15 °С проходит за 6-8 сут. В период инкубации (освещенность в пределах 50 лк) содержание кислорода должно быть более 6,0 мг/л. Во избежание массового развития сапролегнии икру через 3 сут подвергают обработке (при необходимости) фиолетовым «К» в концентрации 1:200000. Для создания такой концентрации в аппарате в шприц набирают необходимое количество маточного раствора препарата и под острым углом иглу вводят через стенку в резиновый шланг, по которому подается вода в аппарат. При поднятии в аппарате зоны окрашивания на $\frac{3}{4}$ высоты подачу воды в него прекращают. Через 15-20 мин обработки подачу воды в него восстанавливают, а рабочий раствор препарата вытесняется поступающей водой и сливается за пределы инкубационной установки.

Выход предличинок леща при проценте оплодотворения 90-95 составляет не менее 80 %.

4.28. Биотехника выращивания молоди леща

После появления в аппаратах Вейса первых предличинок его содержимое сливают в эмалированный таз и оставляют в покое на 30-60 мин. После этого таз слегка встряхивают, и предличинки совершают свечкообразные поднятия к поверхности воды. В этот момент их сливают с водой в пустой таз и переносят

в бассейн. Таз с икрой вновь заливают водой и повторяют операцию по отделению вылупившихся предличинок через каждые 30 мин.

Через 4-6 ч оставшуюся икру переносят на рамки, размещенные в бассейнах. В один бассейн площадью 1 м² при уровне воды 0,3 м сажают до 100 тыс. предличинок.

Температура воды при выдерживании 14-17 °С. Продолжительность выдерживания 3-5 сут.

На четвертые - шестые сутки начинают кормление личинок живым кормом. Поскольку личинки леща, перешедшие на смешанное питание, достаточно крупные (масса 1,5-2 мг), то их кормят науплиями артемии (до 100 % от массы). Количество кормлений четыре в течение светлого времени суток. В промежутках по поверхности воды распыляют сухой стартовый корм (декапсулированные яйца артемии, стартовый корм Aller Futura «000» или его аналоги). Через 5 сут кормления живым кормом переходят на стартовый корм по схеме:

- первые сутки: 70 % живой и 3% стартовый корм;
- вторые сутки: 40 % живой и 8 % стартовый корм;
- третьи сутки: 10 % живой корм и 13 % стартовый корм;
- четвертые сутки: 18-20 % стартовый корм.

Такая суточная доза корма сохраняется до достижения личинками массы 100-200 мг.

Далее суточная доза корма и размер кормовых частиц меняются следующим образом (табл. 82).

Таблица 82

Суточные дозы корма при выращивании молоди леща

Масса рыб, г	Суточная доза, % от массы тела	Размер кормовых частиц, мм
0,5	12	0,6
1,0	10	1-1,2
3,0	8	1,2-1,5
5,0	6	1,5
10,0	5	1,5-2,0
15,0	4	2,0

Оптимальная температура воды при подращивании личинок до массы 50 мг составляет 17-18 °С, при выращивании личинок до возраста мальков – 18-20 °С, молоди – 20-23 °С. Содержание кислорода на вытоке из бассейнов выше 5,0 мг/л. Уровень воды в бассейнах при подращивании личинок 0,3 м, при выращивании личинок 0,4 м, при выращивании молоди 0,6-0,8 м.

Плотность посадки при выращивании личинок до массы 0,5-1 г составляет 5-10 тыс.шт./м², при выращивании молоди до 10-15 г 1,5-2,0 тыс. шт./м². Выживаемость личинок составляет не менее 60 %, 0,5-1-граммовых мальков – 80 %, 10-15-граммовой молоди – 85 %. Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства леща приведены в табл. 83.

Биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству леща

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Содержание производителей леща		
Возраст производителей	лет	5-10
Средняя масса рыб:		
«черный» лещ	кг	1,2-2,5
«красный» лещ		1,0-2,0
Соотношение полов при осеменении	♀:♂	1:3
Рабочая плодовитость	тыс. икринок	200-300
Объем эякулята	мл	1-3
Температура воды во время выдерживания производителей	°С	10-13
Плотность посадки производителей:		
- садки	шт. /м ²	12-20
- бассейны		5-10
Схема инъектирования лещовым гипофизом		
- предварительная	мг/кг	0,3-0,5
- разрешающая		3-3,5
Промежуток времени между инъекциями	ч	12
Продолжительность созревания после разрешающей инъекции	ч	24-36
Метод осеменения		Сухой
Процент оплодотворения икры	%	90-95
Длительность обесклеивания икры:		
- раствор молока (1:3)	мин	40-50
- раствор танина (5 г на 10 л)	с	25-30
Продолжительность промывки икры	мин	5
Инкубация икры, выдерживание предличинок, выращивание личинок, мальков и молоди леща		
Температура воды:		
- при выдерживании и подращивании личинок	°С	17-18
- при выращивании мальков		18-20
- при выращивании молоди		20-23
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 5-6,0
Уровень воды:		
- при выдерживании и подращивании личинок	м	0,3
- при выращивании мальков		0,3-0,4
- при выращивании молоди		0,6-0,8
Водообмен	раз/ч	1

1	2	3
Плотность посадки		
- предличинок	тыс.шт. /м ²	100
- личинок		5-10
- молоди		1,5-2,0
Выживаемость		
- личинок	%	60
- мальков		80
- молоди массой 10-15 г		85
Возможный промысловый возврат	%	2-3

Массы 10-15 г сеголетки леща в условиях регулируемого температурного режима достигают к октябрю, когда их следует выпускать в водоемы.

4.29. Выпуск молоди леща

Здесь речь не идет о целесообразном выпуске молоди леща в Куршский залив (хотя на 2015 г. АтлантНИРО снизило квоту на промышленный лов леща в Куршском заливе в российской части на 120 т или около 10 %), поскольку это требует соответствующего рыбоводно-биологического обоснования, разрабатываемого указанным институтом или согласованного им.

Поэтому выпуск молоди леща следует применять к внутренним малым водоемам, в том числе рекреационным. Поскольку водоемы разбросаны на всей территории региона, то доставка ее может быть осуществлена либо в полиэтиленовых пакетах с кислородом, либо в живорыбных контейнерах. Предваряя выпуск молоди, ее адаптируют к температуре воды в водоеме с градиентом понижения 2 °С в сутки. Затем проводят контрольные взвешивания рыб в каждом бассейне. На последнем этапе, при отгрузке молоди ее из каждого бассейна проводят через весы, что позволяет установить количество рыб. После взвешивания молодь помещают либо в пакеты (очень малые водоемы), либо в контейнеры.

В один пакет при температуре воды 8-10 °С сажают до 200 шт. молоди. Количество молоди на контейнер рассчитывают по формуле, приведенной в подразделе 4.18.3.

Выпуск молоди целесообразно проводить при низкой освещенности (вечерние, ночные, ранние утренние часы). Места, в которые будет выпущена молодь, перед этим должны быть подвергнуты «ботанию», чтобы отпугнуть хищников.

Ж, 3. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБИКА И БЕЛОГО АМУРА

4.30. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Качество воды, подаваемой в инкубационный цех (предприятие по выращиванию посадочного материала), должно обеспечить благоприятные условия для выращивания личинок и мальков до средней массы 3 г.

В табл. 84 приведены основные нормативные показатели качества воды.

Таблица 84

Химический состав воды водоисточника для инкубационного цеха [158]

Показатель	Норматив
pH	6,5-7,5
Концентрация кислорода, мг/л	6,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	До 1,0
NO_2^-	До 0,1
NO_3^-	До 50
Концентрация хлоридов, мг Cl/л	До 100
Концентрация сульфатов, мг SO_4 /л	До 10
Жесткость, мг.-экв.	До 7

Температура воды в период выращивания при насыщении воды кислородом в первые 20 сут 80-100 %, а последующие 100-120 % целесообразна 24-26 °С.

4.31. Биотехника выращивания молоди растительноядных рыб

Поскольку содержание в условиях II зоны прудового рыбоводства (хотя в последние 25 лет по сумме градусодней с температурой выше 15 °С Калининградскую область на 50 % можно было отнести к III и на 40% к IV зоне) производителей растительноядных рыб для целей искусственного воспроизводства нецелесообразно, теплые воды (ТЭЦ, АЭС) на территории региона отсутствуют, технология формирования и эксплуатации маточных стад в УЗВ еще не разработана, то технологическую схему выращивания посадочного материала для зарыбления заливов следует построить на завозе выдержанных предличинки. Причем, учитывая ранее обоснованную целесообразность вселения молоди средней массой 3 г в середине - максимум конце июля, завоз предличинки следует проводить не позднее начала мая и помещать их на выращивание в бассейны УЗВ, где реально устанавливать благоприятную для раскрытия ростовой потенции температуру воды 24-26 (27)°С. В прудовых хозяйствах юга России производители растительноядных рыб созревают, как правило, не ранее сере-

дины – конца мая, поэтому реальнее закупать выдержанных личинок в нужные сроки в хозяйствах на сбросных теплых водах ТЭЦ (АЭС). Но это в основном имеет отношение к предличинкам толстолобика, которых выращивают в садках в поликультуре с карпом. Поэтому предличинок белого амура придется завозить из самых южных прудовых хозяйств России. Это не исключает, что при проведении целенаправленных научных исследований на стадии формирования маточных стад белого толстолобика и белого амура удастся разработать технологию формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб в УЗВ на территории Калининградской области, для чего потребуется не менее четырех лет работы.

Объективно для транспортировки в пакетах с кислородом следует использовать суточных предличинок. При содержании их при температуре 23-24 °С даже при транспортировке в течение 12-14 ч останется около суток для адаптации их к условиям содержания в УЗВ, прежде чем они перейдут на смешанное питание. В один пакет, вмещающий 15 л воды, целесообразно высаживать до 50-100 тыс. шт. предличинок.

При доставке их на предприятие температура воды в лотковых бассейнах УЗВ должна быть такой же, что и в пакетах. Если за время транспортировки в результате таяния льда произошло охлаждение воды в пакетах, то закупоренный пакет опускают на 5-10 мин (периодически вращая) в солевой раствор (5%-ный), а затем переносят в бассейн. Нахождение пакетов в бассейнах позволит в течение нескольких часов сравнить температуру воды с циркулирующей в УЗВ. Для того чтобы исключить развитие в УЗВ паразитических простейших, которые могут быть завезены с предличинками, в установку вносят в разбавленном виде фиолетовый «К» или малахитовый зеленый, создающие концентрацию во всем объеме циркулирующей воды 0,1-0,2 мг/л. Если при исследовании через 1-2 сут личинок будет установлено паразитоносительство простейших, внесение препаратов повторяют, но не чаще чем через двое суток.

Предличинок сажают в бассейны, емкость которых не превышает 0,3-0,6 м³ (размер 2-4×0,5×0,5 м), уровень воды 0,4 м. Плотность посадки 200 тыс. шт/м³. При такой плотности посадки личинок выращивают в течение 15 сут, когда они достигают массы близкой к 50 мг. Выживаемость личинок составляет 60 % [171]. После этого, используя эталонный метод учета, личинок с помощью сифона отлавливают и разряжают плотность посадки в бассейнах (квадратные 2(1,5)× 2(1,5)×1(1,2)м) до 10 тыс.шт./м² при уровне воды 0,8-1 м. За период выращивания до массы 0,5-1 г (20-30 сут) отход личинок составляет 30-40 % [172].

В последующий период (1,5-2 мес.) масса мальков увеличивается до 3 г. Выживаемость составляет около 80 %. Плотность посадки 3 тыс.шт./м². Самым важным биотехническим приемом является кормление личинок и мальков. На первом этапе в течение 5-7 сут основу кормления составляет живой корм (науплиями артемии) в количестве 100 % от массы личинок. Это количество дают в 4 приема в равноотстоящие сроки. В промежутках по поверхности воды распыляют небольшие порции декапсулированных яиц артемии и стартового

корма (Aller Futura «000»). С шестых-восьмых суток от начала кормления личинок переводят на стартовый корм фракции «000» по схеме:

- первые сутки: 80 % живой и 1,5-3% стартовый корм;
- вторые сутки: 55 % живой и 8 % стартовый корм;
- третьи сутки: 30 % живой корм и 13 % стартовый корм;
- четвертые сутки: 10 % живой и 18% стартовый корм.

Далее суточный рацион при кормлении личинок и мальков составляет (табл. 85).

Таблица 85

Суточный рацион при кормлении личинок и мальков растительноядных рыб

Масса рыб, г	Суточная доза, % от массы рыб	Количество кормлений, раз/сут
0,05-0,1	20	12-18
0,1-0,3	18	10-12
0,3-0,5	15	10-12
0,5-1	12	10-12
1-2	10	8-10
2-3	8	6-8

Личинок и мальков белого толстолобика весь период выращивания кормят стартовым кормом фракции «000». Личинок белого амура при достижении массы 50 г переводят на корм фракции «00», 200-300 мг – фракции «0», 0,5-1 г – фракции «1 гр».

Для уменьшения загрязнения органикой несъеденного корма и снижения трудозатрат при чистке бассейнов при достижении массы 0,2-0,3 г к личинкам белого толстолобика подсаживают до 100 шт./м² сравнимых по размеру личинок белого амура, которые будут подъедать опустившийся на дно корм.

Биотехнические нормативы выращивания молоди растительноядных рыб представлены в табл. 86.

Таблица 86

Биотехнические нормативы выращивания молоди белого толстолобика и белого амура

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Транспортировка предличинок		
Температура воды (со льдом)	°С	20-23
Норма посадки в пакет	тыс. шт.	50
Продолжительность транспортировки	ч	12-16
Продолжительность выравнивания температуры воды перед выпуском личинок в бассейны	ч	3-4

1	2	3
Выращивание личинок до массы 50 мг		
Температура воды	⁰ С	24-26(27)
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,1
NO ₃ ⁻	мг/л	До 50
Уровень воды	м.	0,4
Плотность посадки	тыс. шт. /м ³	200
Водообмен	раз/ч	1
Выживаемость	%	60
Выращивание личинок до массы 0,5-1 г		
Температура воды	⁰ С	24-26(27)
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,1
NO ₃ ⁻	мг/л	До 50
Уровень воды - белый толстолобик - белый амур	м.	0,8-1 0,6-0,8
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	10
Водообмен	раз/ч	1
Выживаемость	%	60-70
Выращивание мальков до массы 3 г		
Температура воды	⁰ С	24-26(27)
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 1,0
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,2
NO ₃ ⁻	мг/л	До 70
Уровень воды	м.	0,8-1
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	3
Водообмен	раз/ч	1
Выживаемость	%	80

4.32. Выпуск молоди растительоядных рыб

Выпуск молоди белого толстолобика и белого амура, учитывая объемы выпускаемого материала и площадь охвата акватории залива, не только трудоемкий, но и продолжительный по времени процесс.

Учитывая то, что белый толстолобик как фильтратор фитопланктона предпочитает обитать в приповерхностном слое воды до 1-1,5 м, выпуск мо-

лоди можно производить в период интенсивного «цветения» воды в течение всего светлого времени суток, максимально охватывая всю открытую акваторию заливов. Транспортировка к местам выпуска молоди в пакетах с кислородом (20 л до 3 кг молоди) может занимать до 3-5 ч. При выпуске с лодок, транспортируемых рыболовецкими ботами, один работник держит пакет, опущенный на воду, другой – открывает его и постепенно выпускает молодь с выходящей из пакета водой.

Второй вариант выпуска предполагает погрузку молоди в живорыбные контейнеры, в которые подается кислород от баллона, транспортировку их к плавсредствам и доставку к местам выпуска на акватории заливов. К спускному отверстию для слива воды и рыбы крепится рукав, другой конец которого опущен в воду. Во время движения плавсредства открывается задвижка для слива воды в контейнере, и молодь по рукаву скатывается в воду.

Молодь белого амура целесообразно выпускать с движущейся вдоль зарослей водной растительности лодки по первому описанному способу. Предваря транспортировку молоди, следует провести адаптацию ее (если перепад температуры воды в бассейнах и заливах более 2°C) и провести учет. Для этого в бассейне приспускают воду до уровня 5-10 см и с помощью сачков, работающих в режиме коплера, в равноудаленных точках вырезают определенные размером сачков объемы воды, захватывая при этом равномерно распределившуюся в бассейне рыбу. Просчитав среднее количество рыб, перемножив на общий объем (площадь) воды в бассейне, находят количество рыб. Так по каждому бассейну. Зная среднюю массу рыб в каждом бассейне по результатам предварительно контрольного взвешивания, находят общую массу выращенных рыб. Далее плотность посадки рыб в пакеты или контейнер определяют по количеству или массе рыб в соответствии с нормативами и расчетными алгоритмами [134].

II. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СУДАКА

4.33. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Показатели качества воды приведены в табл. 87. Они учитывают вариант естественного воспроизводства в естественном водоисточнике и в УЗВ.

Таблица 87

Химический состав воды водоисточника при искусственном воспроизводстве судака

Показатели	Нормативные показатели
pH	6,5-8
Концентрация кислорода, мг/л	Больше 7,0
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	До 0,5
NO_2^-	До 0,1
NO_3^-	До 50
Концентрация хлоридов, мг/л	До 100
Концентрация сульфатов, мг/л	До 10
Фосфаты, мг/л	До 10
Железо общее, мг/л	До 0,3
Жесткость, мг.-экв.	До 7

4.34. Сроки заготовки и преднерестовое содержание производителей судака

Первый вариант традиционный, прошедший многолетнюю апробацию, когда в предустьевой зоне рек Немонин, Матросовки ставными неводами отлавливали производителей судака, идущих на нерест. Производителей помещали в прорезь и буксировали МРБ (малый рыболовный бот) к воспроизводственной базе. Сроки заготовки в среднемноголетнем разрезе приходятся на третью декаду апреля – первую декаду мая. Для преднерестового и нерестового содержания производителей судака использовали садки размером 3×3×1 и 1,0×0,8×1,0 м соответственно. В нерестовых садках по дну привязывали нерестовой плот, состоящий из шести связанных рамок. Каждая рамка несет на себе субстрат из расплетенных нитей мочала. В накопительный садок (преднерестовое содержание) помещают всех производителей, доставленных в прорези. В этот же день (подрезка неводов проводится в ранние утренние часы, время буксировки прорези до 2 ч) производителей перебирают и рассаживают в нерестовые садки. В один садок сажают одну самку массой до 2-3 кг и двух самцов, средняя масса которых 0,8-1,5 кг. На одну самку массой более 3 кг сажают трех самцов [59].

Второй вариант предполагает формирование в УЗВ стада производителей. Если не проводить целенаправленной работы по смещению сроков нереста производителей [173], то при проведении двух искусственных зимовок в декабре – марте, когда температура воды понижается до 6-8°C, все производители судака созревают в апреле [119, 125]. Плотность посадки производителей судака в бассейны размером 2,5×0,5×0,7 м при уровне воды 0,5 м, водообмене один раз в час составляет в период преднерестового содержания 15-25 шт./м².

В период преднерестового содержания при постепенно повышающейся температуре воды от 8 до 11-12 °С включается и время «искусственной зимовки». Таким образом, общая продолжительность этого периода составляет 120-140 сут. Кормление проводят специализированной рецептурой корма для производителей осетровых рыб Aller Sturgeon REP. Размер гранул 6-8 мм. Суточный рацион 0,1-0,2 % от массы рыб. Ко времени повышения температуры воды до 11-12 °С у самок судака наблюдают округлое отвисшее брюшко. По появлению на выходе из генитальной поры «корки из слипшихся икринок» судят о высшей степени готовности самок к нересту.

4.35. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

4.35.1. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры судака

По первому варианту на следующий день после посадки производителей в нерестовый садок его подсушивают и оценивают результат нереста по степени обсеменения нерестового субстрата икрой. При обсеменении более трех-четырех рамок производителей из садка удаляют. При меньшей степени обсемененности их оставляют еще на сутки. Более двух суток производителей в садках держать нецелесообразно. После двух-трех суток инкубации икры на нерестовом субстрате при температуре воды 11-14°C нерестовый плот изымают, рамки отвязывают друг от друга. Рамки, полностью обсемененные икрой, помещают на 5 мин в раствор метиленового синего в концентрации 1:100000, оборачивают марлей, смоченной в этом растворе, и укладывают вертикально в контейнер для перевозки икры. В стандартный контейнер укладывают в среднем 10 рамок, а в свободное пространство кладут мешочки с колотым льдом. Контейнер закрывают, и в таком виде он готов к транспортировке к местам выпуска предличинок. Эти места в прибрежной зоне водоема обносятся сеткой с ячейей до 1 мм, устанавливаемой вертикально от поверхности воды до дна, что предохраняет икру от выедания мелкой рыбой. После вылупления предличинки и личинки через сетку проходят и расселяются в акватории водоема. Одна полностью обсемененная рамка обычно вмещает до 50 тыс. икринок. В один контейнер в среднем загружают до 0,5 млн. икринок.

Не полностью обсемененные икрой рамки размещают на поверхности воды маточного водоема в месте, защищенном сеткой, как описано выше. Рамки кладут таким образом, чтобы кладка икры была снизу. Вылупившиеся предличинки и личинки постепенно выходят из отгороженного участка и рас-

селяются вдоль прибрежной зоны рек или сносятся течением в чашу залива. На этом процесс искусственного воспроизводства завершается. Ранее отмечали, что в АтлантНИРО считают нецелесообразным зарыбление Куршского и Калининградского заливов молодь судака. При зарыблении личинками судака малых водоемов области алгоритм этого процесса аналогичен описанному. Количество оплодотворенной икры, находящейся на третьей-пятой стадиях эмбрионального развития, необходимой для зарыбления каждого конкретного водоема, должно даваться в рыбоводно-биологическом обосновании, включая предлагаемую нами формулу расчета приемной емкости экосистемы в зарыбляемой молоди рыб, но с учетом конкретики по абиотическим и биотическим факторам.

По второму варианту самок с вышеприведенными признаками инъецируют судачьим гипофизом из расчета 1,0 мг/кг – предварительная инъекция, через 12 ч 3,5 мг/кг – первая, через 12 ч 4,0 мг/кг – вторая и через 12 ч 4,5 мг/кг – разрешающая инъекция. После этого самок высаживают в отдельный бассейн при плотности посадки до 10 шт./м². Самцам делают предварительную инъекцию из расчета 0,5 мг/кг, первую – 1,5 мг/кг и разрешающую – 2 мг/кг. Созревание самок при температуре воды 12-15 °С происходит через 24-72 ч после разрешающей инъекции. В этом состоит трудность в получении зрелой икры, поскольку частая проверка самок на текучесть ведет к стрессу и травмированию. К тому же овулирование икры может произойти ночью. Ранее суток после разрешающей инъекции проверять самок нецелесообразно.

После появления «текучести» у самок их помещают в анестезирующий раствор прописцина (концентрация 0,04 мл/л). При постоянном барботаже воды в емкости засыпание проходит через 10-15 мин. Обмыв брюшко, брюшной и анальный плавники, приступают к сцеживанию икры в эмалированный таз. Икра должна стекать по стенке таза. После сцеживания от заранее усыпленных самцов пипеткой забирают сперму (0,5-1 мл). Сперму от двух-трех самцов выливают на поверхность икры и гусиным пером тщательно перемешивают в течение 30-40 с. После этого к содержимому таза добавляют воду, тщательно перемешивают икру и сперму и оставляют в покое на 1-2 мин. Воду с неиспользованной спермой из таза сливают и добавляют обесклеивающий раствор танина в концентрации 5 г на 10 л воды. Обесклеивание длится 20-25 с. После этого икру в течение 5 мин промывают в сменяемых каждые 30 с объемах чистой водой. Промытую икру переливают в мерный стакан и закладывают на инкубацию в аппараты Вейса. В один аппарат помещают до 1 л икры. Рекомендуется проводить инкубацию икры, полученной от одной самки, в отдельном аппарате, поэтому объем закладываемой в аппараты икры чаще бывает меньше. От одной самки средней массой 2 кг получают около 200 тыс. икринок (около 300-400 мл). Расход воды в аппарате Вейса вначале составляет 0,8-1,2 л/мин, затем повышается до 2-3 л/мин. Расход должен регулироваться таким образом, чтобы икра в восходящем потоке воды не поднималась выше $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ высоты аппарата (в зависимости от количества заложенной икры). Температура воды при инкубации 13-16 °С. При появлении в аппарате первых вылупившихся предличинок содержимое аппарата сливают в эмалированный таз. После 0,5-1 ч

выдерживания таз слегка встряхивают и поднявшихся к поверхности воды предличинок сливают в пустой таз и переносят в бассейны. После этого таз с икрой заливают водой. Так повторяют в течение 3-4 ч, когда оставшуюся икру переносят на рамки, установленные в отдельном бассейне.

Может быть применен способ инкубации икры, основанный на установке в бассейнах нерестовых плотов. В бассейн площадью 1 м² при уровне воды 0,4-0,8 м предварительно устанавливают нерестовый плот и сажают одну самку и двух самцов. Нерест происходит, как правило, в течение суток. Однако выход предличинок с инкубации не превышает 30 %. Инкубация при температуре воды 13-16 °С проходит в течение 5-7 сут.

4.36. Биотехника выращивания молоди судака

Выдерживание предличинок судака при температуре воды 18-20 °С проходит в течение трех суток. После этого необходимо приступить к кормлению личинок живым кормом (инфузории, коловратки, науплии артемии). Суточная доза корма 100 %. Количество кормлений 4-6 раз в светлое время суток. В промежутках вносят по поверхности воды небольшое количество стартового корма (Aller ArtEX или Aller Futura фракции «000»). Кормление живым кормом в количестве 100 % продолжается 10-15 сут. С седьмых-восьмых суток начинают снижение суточной дозы живого корма на 10-15 % и постепенно увеличивают долю стартового корма с 1,5 до 18-20 % к шестнадцатым суткам.

У личинок судака очень рано проявляется каннибализм. Поэтому, чтобы уйти от сортировки ранее достижения мальками массы 1 г, должно быть обильное кормление личинок. Но это потребует дополнительных затрат на чистку бассейнов и большего расхода корма.

При достижении мальками массы 1 г проводят сортировку и рассаживание в квадратные бассейны размером 1,5(2)×1,5(2)×1 м с уровнем воды 0,6-0,8 м. Водообмен один раз в час. Оптимальная температура воды при выращивании личинок и мальков 22-24 °С.

При достижении мальками массы, близкой к 5 г, выращивание следует прекратить и выпустить их в водоемы. Это связано с тем, что при таком размере у них снижается каннибализм и реакция на движущуюся жертву. В этом возрасте и при таком размере им легче приспособиться к условиям водоема вселения.

Кормление личинок стартовым кормом проводят 12-16 раз в сутки. Кормление мальков – 8-10 раз в сутки. Суточная доза корма соответствует достигнутой массе тела рыб (табл. 88).

Ожидаемый промысловый возврат от молоди такого размера 3-5% и более в зависимости от особенностей водоемов.

Биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству судака представлены в табл. 89.

Суточные дозы корма для молоди судака

Масса рыб, г	Суточная доза, % от массы тела	Размер кормовых частиц, мм
0,05-0,1	18-20	0,05-0,1
0,1-0,3	15-18	0,1-0,2
0,3-0,5	12-15	0,2-0,6
0,5-1	10-12	0,6-0,8
1-2	8-10	0,8-1
2-3	6-8	1-1,2
3-5	5-6	1,5

Биотехнические нормативы искусственного воспроизводства судака

Показатели	Ед. измерения	Норма
1	2	3
Нерест судака в нерестовых садках		
Средняя масса производителей: самки	кг	1,5-6
самцы		0,7-2
Соотношение полов	самки : самцы	1:2-3
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Температура воды	⁰ С	11-15
Процент оплодотворения икры	%	80-90
Преднерестовое содержание производителей в УЗВ		
Температура воды	⁰ С	6-8-11
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Возраст производителей	лет	3-7
Средняя масса производителей	кг	1-3
Нерест производителей		
Температура воды	⁰ С	12-15
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Соотношение полов	самки : самцы	1:2-3
Процент оплодотворения икры	%	80
Количество спермы на 1 л икры	мл	2,5-5
Рабочая плодовитость самок средней массой 2 кг	тыс.шт.	200
Экспозиция обесклеивания танином (5 г на 10 л воды)	с	20-25
Норма загрузки икры в аппарат Вейса	млн.шт.	До 0,6
Продолжительность промывки икры	мин	5
Нерест на нерестовых гнездах		
Температура воды	⁰ С	11-15

1	2	3
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Соотношение полов	самки : самцы	1:2-3
Субстрат для нереста	Мочала, ветки хвойных деревьев	
Плотность посадки производителей	шт./м ²	3-6
Выход предличинок с инкубации	%	30
Выдерживание личинок		
Температура воды	°С	15-18
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Средняя масса предличинок	мг	0,5
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	300
Выход предличинок с инкубации в аппаратах Вейса	%	70
Уровень воды	м	0,3
Подращивание личинок		
Температура воды	°С	18-20
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Средняя масса подрощенных личинок	мг	50
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	20
Выход подрощенных личинок	%	60
Уровень воды	м	0,4
Водообмен	раз/ч	1
Вид корма	Инфузории, коловратки, науплии артемии, сухой стартовый корм	
Выращивание личинок до массы 0,5-1 г		
Температура воды	°С	22-24
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	2,5-5
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	70
Уровень воды	м	0,4-0,6
Водообмен	раз/ч	1
Вид корма	Сухой стартовый корм	
Выращивание мальков массой 5 г		
Температура воды	°С	22-24
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
Плотность посадки	тыс.шт. /м ²	1,5-2
Выход мальков массой 5 г	%	70
Уровень воды	м	0,6-0,8
Водообмен	раз/ч	1
Вид корма	Сухой стартовый корм	

4.37. Выпуск молоди судака

Выпускаемую молодь судака перевозят в полиэтиленовых пакетах с кислородом. В один пакет (20 л воды) сажают 300 шт. 5-граммовой молоди. Время транспортировки до 4 ч. В пакеты молодь из бассейнов переносят сачком, просчитывая ее количество.

Молодь выпускают в открытой части водоемов с песчаным и каменистым грунтом глубиной 1-2 м. Выпуск осуществляют с лодки, по мере её движения постепенно выливая из пакета воду с молодь, поздно вечером или рано утром при низкой освещенности.

К. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

4.38. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Требования по качеству воды в водоисточнике приведены в табл. 90.

Таблица 90

Химический состав воды водоисточника при искусственном воспроизводстве форели

Показатели	Нормативные показатели
pH	6,5-8
Концентрация кислорода, мг/л	Больше 7,0
$\text{NH}_3^+ \text{NH}_4^+$	До 1,0
NO_2^-	До 0,02
NO_3^-	До 3
Концентрация хлоридов, мг/л	До 300
Концентрация сульфатов, мг/л	До 10
Фосфаты, мг/л	До 10
Железо общее, мг/л	До 0,3
Жесткость, мг.-экв.	До 7

4.39. Сроки заготовки производителей радужной форели

Проведенные исследования и полученный опыт более чем за 35-летний период показали, что в традиционную технологию формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада форели целесообразно внести существенные коррективы [174, 175].

Первый опыт формирования маточного стада радужной форели на территории Калининградской области с учетом естественной динамики температуры воды в водоёме-карьере «Прибрежный», где была сформирована садковая база, показал, что производители форели созревали к середине апреля. У последней партии созревание отмечали в середине-конце мая при температуре воды 12-15 °С. Инкубация икры форели в воде из водоема при суточном градиенте температуры воды до 5-7 °С дала низкий выход предличинок (около 30%), но выращивание молоди в садках при разреженной посадке (200 шт./м²) показало возможность достижения к концу октября сеголетками средней массы около 40 г [174]. Перевод водоснабжения инкубационного цеха на артезианскую воду позволил, с одной стороны, обеспечить стабильный температурный режим инкубации, с другой – сдвинуть сроки получения зрелых половых продуктов на январь – февраль. При введении всех трех групп производителей разного происхождения в рыбохозяйственный оборот удалось существенно увеличить объемы выращиваемых сеголетков. Однако при увеличении плотности посадки

(400-500 шт./м² при посадке 1-граммовой молоди и 150-200 шт./м² при разрежении по достижении массы 10-15 г), несмотря на увеличение длительности вегетационного сезона, конечная масса сеголетков форели существенно отличалась в модальных группах:

- отставшие в росте от 15-16 до 20-25 г;
- средние по размеру от 30 до 45 г;
- с опережающим ростом от 60 до 100 г.

Достигнутые результаты соответствовали определенным рыбоводно-биологическим характеристикам маточных стад (табл. 91).

Таблица 91

Рыбоводно-биологическая характеристика маточных стад форели разного происхождения [174]

Показатели	Белорусская	Латвийская	Ленинградская
Возраст от производителей, лет	2-4	2-4	2-4
Средняя масса, г:			
- самки	1965,0	2280,0	2323,0
- самцы	1592,0	1720,0	1905,0
Рабочая плодовитость, шт.	3250,0	3875,0	3924,0
Относительная рабочая плодовитость, шт./кг	1654,0	1700,0	1690,0
Объем эякулята, мл	12,8	13,9	15,5
Время подвижности сперматозоидов, с	39,5	42,5	45,0
Процент оплодотворения икры, %	90,5	93,5	94,5
Выход предличинок с инкубации, %	92,0	89,5	91,5
Диаметр набухшей икры, мм	4,85	4,92	4,87

В период с конца 80-х по начало 90-х годов провели скрещивание среди трех по происхождению групп форели, и гибридная форма успешно эксплуатируется до настоящего времени при сохранении в целом рыбоводно-биологических характеристик, указанных в табл. 91.

Оптимизация биотехники преднерестового содержания производителей в садках позволила сдвинуть сроки заготовки зрелых производителей на декабрь-январь. При снижении температуры воды в водоеме до 2-3 °С производителей переводят в инкубационный цех, где при температуре воды 7-8 °С получают в течение одной-двух недель зрелые половые продукты.

Оценка роста молоди в годы с разной динамикой температуры воды в водоеме (в том числе с аномально жарким летом) показала, что к концу октября средняя по всем модальным группам масса сеголетков форели составляет 50-70 г [176]. Однако чтобы получить посадочный материал для рекреационных хозяйств, необходимо еще год выращивать форель, чтобы она достигла размера «порционной» форели (300-400 г). К тому же в условиях потепления климата увеличивается продолжительность периодов аномально высокой температуры

воды (выше 20°C). В 2006 и 2010 гг. она превышала 40-50 сут, что опосредовалось в чрезвычайно высоких отходах молоди в садках.

Поэтому, нацеливая часть наших исследований в направлении ускоренного получения материала для рекреационного рыболовства, мы провели работы по формированию ремонтно-маточных стад радужной форели (исходный материал – мальки форели средней массой 4 г, завезенные в конце июня из хозяйства «Прибрежное») и оценке роста потомства. Исследования провели на двух последовательных генерациях производителей и потомства в условиях УЗВ ООО «КМП Аква» (г. Светлый Калининградской области) и ООО «ТПК Балтптицепром» (г. Калининград). Рыбоводно-биологическая характеристика производителей дана в табл. 92.

Таблица 92

**Рыбоводно-биологическая характеристика производителей форели
в УЗВ [174, 175, 177]**

Показатели	Первая генерация	Вторая генерация
Возраст от производителей, мес.	22-24	22-24 (14)*
Средняя масса, г:		
- самки	1300-1500	1200-2100
- самцы	1000-1300	1400-1800
Рабочая плодовитость, тыс.шт.	0,9-3,2	0,8-2,4
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг	1,1-1,75	1-1,5
Объем эякулята, мл	5,8-10,2	6,3-13,0
Время подвижности сперматозоидов, с	22-38	37-56
Процент оплодотворения икры, %	96	97
Выход предличинок с инкубации, %	89,0	91
Диаметр набухшей икры, мм	4,85-4,92	4,6-4,9

Примечание. *Часть рыб созрела в возрасте 14 мес.

Как показали наши исследования, даже при длительном периоде высокой температуры воды (выше 20°C), составляющем 90-100 сут, но при 100 %-ном насыщении воды кислородом, в возрасте 8 мес. форель достигала средней массы 400-600 г, а в возрасте 12 мес. – 1000 г. Такие результаты позволяют ориентировать рекреационные хозяйства на посадочный материал с массой порционной форели и организовывать лов рыбы зимой, а в марте – массой 1000 г. Таким образом, режим рекреационного рыболовства может быть круглогодичным.

Еще большие возможности дает сдвиг сроков созревания производителей форели на разные периоды в течение года, над чем мы работаем в настоящее время. Ориентируясь на достижения настоящего периода, сроки созревания (заготовки) производителей форели приходятся на конец января – февраль, когда от них получают зрелые половые продукты и закладывают икру на инкубацию.

4.40. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры радужной форели

4.40.1. Преднерестовое содержание производителей радужной форели

Период преднерестового содержания производителей в УЗВ включает этапы понижения температуры воды с 16-18 до 5-6 °С (ноябрь – первая половина декабря), стабилизации температуры воды на уровне низких значений 5-6 °С (в декабре – январе), повышения температуры воды до 10 °С, когда происходит созревание производителей (конец января – февраля). Производителей (самок и самцов) содержат совместно. При обнаружении самок с признаками высшей степени зрелости (мягкое брюшко, крупная покрасневшая генитальная пора) их отсаживают в отдельный бассейн с текучими самцами. Плотность посадки в бассейн размером 2×2×0,8 м при совместном содержании составляет 10 шт./м³, отсаженных для сцеживания половых продуктов – 5-6 шт./м².

При совместном содержании производителей кормят дополнительно витаминизированным (вит. С, Е) кормом рецептуры Aller Sturgeon REP. Суточная доза 0,1-0,3 %. Отсаженных производителей не кормят. Насыщение воды кислородом в период преднерестового содержания не менее 100 %, рН 6,5-7.

4.40.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры радужной форели

При обнаружении признака «текучести» икры самок резервируют в отдельном бассейне и приступают к сцеживанию спермы у самцов. Для осеменения икры одной самки берут сперму у трех самцов. После обтирания марлей области брюшка, брюшного и анального плавников, хвостового стебля сперму от каждого самца сцеживают в отдельную пробирку. Пробирки устанавливают в штатив, предварительно закупорив их марлевыми тампонами. Штатив ставят в «теплую» камеру холодильника.

Далее приступают к сцеживанию икры. Установлено, что овулировавшая икра форели, содержащейся в УЗВ, имеет более мягкую оболочку. Сцеживание ее на марлевый круг для удаления овариальной жидкости приводит к механическому повреждению оболочек икринок. Поэтому целесообразно икру сцеживать с овариальной жидкостью в таз так, чтобы икринки при этом скатывались по стенке эмалированного таза. После сцеживания икры к ней подливают сперму, полученную от трех самцов, из расчета суммарного объема 10-15 мл на 1 л икры. После перемешивания рукой икры и спермы в течение 40-60 с в таз добавляют воду так, чтобы она на 2 см покрывала слой икры. Снова перемешивают в течение 40-60 с, таз покрывают марлей и оставляют на 3 мин в покое. Затем приступают к отмывке икры в нескольких порциях свежей воды. На это затрачивается 3-5 мин. Затем таз с икрой ставят под струю воды. При этом струю воды подают на край таза, покрытого марлевым кругом. После 2 ч промывки икры под струей воды, когда происходит набухание икринок (обводнение периветиллинового пространства), икру раскладывают в лотковые аппа-

раты. В нашем случае использовались лотковые бассейны размером 2×0,5×0,4 м (покрытые светонепроницаемыми крышками), подключенные к системе круговой циркуляции воды через механический фильтр, биофильтр, ультрафиолетовые лампы. У осемененной икры слабая клейкость оболочки, поэтому при промывке икры и выдерживания в проточной воде она снимается.

На одну стандартную рамку размером 0,5×0,35 м помещают до 5 тыс. шт. икринок. Инкубация икры при температуре воды около 10 °С проходит в течение 30-32 сут, при 12 °С – около 25 сут. Рекомендуемая температура 9-10 °С.

В период инкубации регулярно осматривают икру. При обнаружении сапролегнии проводят обработку икры малахитовым зеленым в концентрации 1:200000 с экспозицией 15 мин. Не допускается обработка в первые сутки после осеменения икры. Целесообразно проводить обработку не чаще чем через трое суток. В период инкубации икры содержание кислорода в воде должно быть выше 7 мг/л.

При проценте оплодотворения икры, определяемом в первые сутки после осеменения и подтверждаемом окончательно на этапе появления зародышевого валика, соответственно, 99-100 и 88-92 %, выход предличинок с инкубации составляет не менее 80 %.

4.41. Биотехника выращивания молоди радужной форели

Выдерживание предличинок при температуре воды 12-14 °С проводят в течение 15 сут. Из них 10-12 сут бассейны закрыты крышками, поскольку в этот период у предличинок, также как и у икры, отрицательный фототаксис. При появлении нейтрального, а затем положительного фототаксиса крышки начинают постепенно сдвигать, расширяя зону проникновения света. При становлении личинок на плав их начинают кормить сухим стартовым кормом (Aller Futura и его аналоги). При средней массе становящихся на плав личинок 100-120 мг используют размер крупки «0», при достижении мальками массы 0,5-1 г – фракцию «1 гр», 2-3 г – «2 гр», 4-5 г – «3 гр», 6-8 г – «4 гр». Далее до массы 30-50 г кормят гранулированным кормом 1,5 мм. После этого переходят на рецептуру Aller Bronze (или его аналоги). До массы 100 г кормят фракцией 3,2 мм, до массы 400 – 500 г – 4,5 мм, далее – 6 мм.

Температура воды на этапе выращивания личинок до массы 0,5-1 г 15-16 °С, при выращивании молоди до 30-50 г – 16-18 °С. При большей массе молодь выдерживает повышение температуры воды до 22 °С, активно питается при насыщении воды кислородом не менее 100 %.

Алгоритм выращивания форели в УЗВ подтверждается эмпирическим расчетом:

1-й этап (90 сут после выдерживания):

$$M_k = \left(\frac{K_m \times T + 3 \sqrt{M_n}}{3} \right)^3, \quad (19)$$

где M_n и M_k – масса рыб начальная и конечная, г;

Км – коэффициент массонакопления (0,11);

T – период времени, сут (90);

$$M_k = \left(\frac{0,11 \times 90 + 3^3 \sqrt{0,11}}{3} \right)^3 = 36 \text{ г};$$

2-й этап – 150 сут:

$$M_k = \left(\frac{0,08 \times 150 + 3^3 \sqrt{36}}{3} \right)^3 = 389 \text{ г};$$

3-й этап – 120 сут:

$$M_k = \left(\frac{0,08 \times 120 + 3^3 \sqrt{389}}{3} \right)^3 = 1160 \text{ г}.$$

Таким образом, если инкубация икры завершается в конце февраля, а выдерживание – в середине марта, то к середине июня молодь достигает средней массы 36 г (при величине коэффициента массонакопления 0,11). Через 5 мес., к середине ноября, она достигает средней массы близкой к 400 г. Еще через 4 мес., к середине марта, – близкой к 1200 г. На двух последних этапах скорость роста определяется величиной коэффициента массонакопления 0,08.

Температура воды на втором этапе выращивания 18-22 °С, на третьем – 12-18 °С. Выход мальков массой 0,5-1 г от личинок составляет не менее 70 %, массой 30-40 г от 0,5-1-граммовых – не менее 85 %. Выход 400-граммовой молоди – не менее 90 %, 1000-граммовой – 95-99 %. Плотность посадки на этапе выдерживания предличинок и выращивания личинок до 10 тыс.шт./м² при уровне воды 0,3 и 0,4-0,5 м соответственно.

Далее выращивание ведут в квадратных или круглых бассейнах при уровне воды 0,8-1 м. Водообмен один раз в час. Плотность посадки 0,5-1-граммовых мальков 150-300 шт./м², 400-граммовой молоди – до 100 шт./м².

Биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству радужной форели представлены в табл. 93.

Таблица 93

**Биотехнические нормативы
искусственного воспроизводства радужной форели в УЗВ**

Показатели	Ед. измерения	Норматив
1	2	3
Преднерестовое содержание производителей		
Температура воды	°С	18-(5-6)-10
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 7,0
pH		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5

1	2	3
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,2
NO ₃ ⁻	мг/л	До 50
Плотность посадки - при совместном содержании - отсаженных для дозревания	шт./м ³	10 5
Возраст первого созревания	мес.	22-24
Средняя масса - самки - самцы	кг	1,5-2,2 1,3-1,8
Рабочая плодовитость	тыс. шт.	2-3
Относительная рабочая плодовитость	тыс.шт./кг	1-1,5
Объем эякулята	мл	7-15
Время подвижности сперматозоидов	с	45-60
Процент оплодотворения икры	%	88-92
Диаметр набухших икринок	мм	4,6-4,9
Инкубация икры		
Температура воды	°С	10±1
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,1
NO ₃ ⁻	мг/л	До 20
Плотность посадки	тыс. шт./м ²	20-25
Выход предличинок с инкубации	%	80
Выдерживание предличинок		
Температура воды	°С	11-15
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,1
NO ₃ ⁻	мг/л	До 20
Плотность посадки	тыс. шт./м ²	10
Выход личинок	%	80
Уровень воды	м	0,3
Средняя масса ставших на плав	мг	100-120
Выращивание личинок до массы 0,5-1 г		
Температура воды	°С	15-16
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
NH ₃ ⁺ NH ₄ ⁺	мг/л	До 0,5
NO ₂ ⁻	мг/л	До 0,2
NO ₃ ⁻	мг/л	До 50
Плотность посадки	тыс. шт./м ²	10
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	70
Уровень воды	м	0,4-0,5

Суточная доза кормления	% от массы	6-12
Кормовой коэффициент		0,8-1
Выращивание молоди до 30-40 г		
Температура воды	°С	16-18
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,5
рН		6,5-7,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	мг/л	До 1
NO_2^-	мг/л	До 0,3
NO_3^-	мг/л	До 60
Плотность посадки	шт./м ²	150-300
Выход молоди массой 30-40 г	%	85
Уровень воды	м	0,8-1
Водообмен	раз/ч	1
Суточная доза кормления	% от массы	3,2-6
Кормовой коэффициент		0,8-1
Выращивание форели до 400 г		
Температура воды	°С	18-22
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 8,0
рН		6,5-7,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	мг/л	До 1
NO_2^-	мг/л	До 0,4
NO_3^-	мг/л	До 100
Плотность посадки	шт./м ²	150-200
Выход форели массой 400 г	%	90
Уровень воды	м	0,8-1
Водообмен	раз/ч	1
Суточная доза кормления	% от массы	1,5-3,2
Кормовой коэффициент		0,8-1
Выращивание форели до 1000 г		
Температура воды	°С	12-18
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
$\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$	мг/л	До 1
NO_2^-	мг/л	До 0,5
NO_3^-	мг/л	До 100
Плотность посадки	шт./м ²	100-120
Выход форели массой 1000 г	%	95-99
Уровень воды	м	1
Водообмен	раз/ч	1
Суточная доза кормления	% от массы	0,5-1,4
Кормовой коэффициент		До 1,2

4.42. Выпуск молоди радужной форели

Учитывая размеры особей, транспортировку форели следует проводить в контейнерах с подачей в них кислорода. При температуре воды в период перевозки в водоемах 4-7 °С в контейнер объемом 2 м³ можно посадить 100-200 кг форели. Адаптация к перевозке при температуре воды 6-9 °С (допустимый градиент снижения температуры воды при выпуске рыбы до 2-3 °С) проходит в бассейнах рыбоводного цеха, куда подается вода из артезианской скважины. Градиент снижения температуры воды до 2 °С в сутки.

Предваряя отгрузку рыбы в каждом бассейне осуществляют контрольное взвешивание. Пересадку форели из бассейнов в контейнер проводят с помощью сачков и носилок. Загруженную в носилки с водой (обнуление циферблата весов перед загрузкой рыбы) рыбу пропускают через весы, переносят к контейнеру и переливают в емкость, куда за 5 мин до посадки подают кислород. Зная среднюю навеску и общую массу перегруженной в контейнер рыбы, устанавливают количество рыбы.

Доставленную к водоему форель через рукав, надетый на сливное отверстие, вместе с водой выпускают в водоем. Место выпуска должно быть свободно от зарослей водной растительности, с плотным грунтом на дне в прибрежной зоне. Перед выпуском рыбы зону выпуска целесообразно подвергнуть ботанию.

Л. БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА УГРЯ

4.43. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

В табл. 94 приведены показатели, отражающие качество воды при выращивании угря.

Таблица 94

Нормы качества воды при выращивании угря

Показатель	ОСТ для поступающей воды	Технологическая норма	Кратковременные допустимые значения
Взвешенные вещества, мг/л	До 10	До 30	-
pH	7-8	6,8-7,2	6,6-8,5
Нитриты, мгN/л	До 0,02	До 0,1-0,2	До 1,0
Нитраты, мгN/л	2-3	до 60	До 100
Аммонийный азот, мл N/л	1,0	2-4	До 10
Окисляемость бихроматная, мгO ₂ /л	До 30	20-60	70-100
Окисляемость перманганатная, мгO ₂ /л	До 10	10-15	До 40
Кислород на выходе из бассейнов, мгO ₂ /л	-	6	2-3
Кислород на выходе из биофильтра, мгO ₂ /л	-	4-8	Не менее 2

4.44. Сроки завоза стекловидной личинки угря

Сроки завоза согласуются с заходом личинок угря в реки западного побережья Европы и севера Африки. Самый ранний срок завоза на предприятие – декабрь, самый поздний – апрель. Лучшее качество отмечено у материала, завозимого в январе-феврале.

4.45. Биотехника выращивания молоди угря

4.45.1. Транспортировка стекловидного угря

В соответствии с моно- или полициклической схемой выращивания молоди угря, о чем будет дано пояснение далее, завоз стекловидной личинки может осуществляться в один или несколько приемов в декабре, январе, феврале, марте и апреле.

Доставка осуществляется из специализированных хозяйств Франции, Англии и Марокко. Транспортировка проводится чартерным рейсом. Время транспортировки включает загрузку контейнеров стекловидной личинкой, под-

воз их на автотранспорте до самолета, полетное время, доставку контейнеров на автотранспорте до угревого хозяйства. Суммарное время транспортировки не должно превышать 12 ч, а при хорошем качестве посадочного материала и условий перевозки оно может составлять до 24 ч.

Стандартный контейнер для транспортировки стекловидного угря сделан из полиуретана. Имеет размер 68x34x3,9 см. Внутри разделен на две камеры. Между камерами имеется отсек круглой формы для хранения льда, что позволит при высокой температуре наружного воздуха поддерживать стабильную температуру внутри контейнера (6-8°C). Возможны и другие габаритные размеры контейнеров.

Атрибутами высокого качества стекловидного угря и готовности его к транспортировке являются:

- количество личинок в одном килограмме должно быть 2300-3000 шт., среднее 2700 шт. (французский материал), 3000-4000 шт. (английский материал), среднее 3300 шт., 2200 – 2400 (марокканский материал);

- личинки в бассейнах должны плавать или лежать на дне изогнувшись, с приподнятой над дном головой;

- жизнеспособность личинок проверяется путем зажатия нескольких экземпляров в кулаке. При этом они должны пролезать между пальцев;

- брюшная область у личинок должна быть уже головы;

- кожа личинок должна быть слегка пигментирована, что говорит о том, что у них начала вырабатываться железами слизь;

- температура воды в бассейнах не должна быть ниже 4-7°C и выше 10-12°C.

В один контейнер с указанными ранее размерами загружают до 2 кг стекловидного угря. Контейнеры устанавливают в стопку по 6-8 шт. и обвязывают скотчем. Нижний контейнер пустой и служит для сбора талой воды. В отсеке со льдом имеются вертикальные прорезы, не достигающие до дна и служащие для воздухообмена.

При доставке контейнеров на место нижний пустой контейнер снимают. Открывают верхнюю крышку и измеряют температуру в камере с личинками. Если разница между температурой в камере и бассейне для приема рыбы не превышает 1-2°C, то личинок можно сразу переносить в бассейн. Если разница больше 2°C, то проводят душевание камер водой из бассейна. Можно для этих целей использовать специальные сита. После выравнивания в течение 2-3 ч температуры воды личинок переводят в бассейны.

Результат транспортировки оценивается по поведению личинок: если они активно плавают или лежат на дне изогнувшись, с приподнятой головой, то это говорит об их хорошем состоянии; если же они лежат на дне вытянувшись, то это означает, что транспортировка прошла неблагоприятно или исходное качество личинок было неудовлетворительным.

Нормативный отход стекловидных личинок при транспортировке 5% [129].

4.45.2. Проведение карантина стекловидного угря

Для исключения возможности завоза с поступающими в питомник партиями стекловидного угря эктопаразитов, необходимо проводить месячный карантин.

Поступивший в питомник и помещенный в приемный бассейн(ы) после 3-5 - часовой адаптации стекловидный угорь подвергается обработке раствором нитрофурановых препаратов (фуразолидон, фурадонин и др.) концентрацией 0,5-1,0 мг/л. В течение всего периода в бассейн(ы) через распылители подается кислород. После окончания обработки в бассейне(нах) устанавливается проточный режим с расходом воды 1-1,2 л/мин.

Если при очередных ихтиопатологических исследованиях стекловидного угря (ежедневно в течение первых 10 дней и раз в два-три дня в последующие 20 дней) обнаружится паразитоносительство, то повторяют обработку раствором нитрофурановых препаратов в концентрации 0,2 мг/л. В первый период содержания проводят адаптацию личинок к температурному режиму в бассейнах (20-23°C) с градиентом повышения температуры воды на 2°C в сутки.

С момента повышения температуры воды до 15-16°C приступают к приучению личинок к корму. В первые пять - семь суток их кормят икрой трески из расчета 10% массы тела. Икра раскладывается на кормовые столики или решетки. Водообмен в бассейнах осуществляется не менее одного раза в час. Содержание молоди в течение суток проводят при пониженной освещенности (25-50 лк).

Икру задают на кормовые столики с интервалом 6 ч. Несъеденную в течение получаса икру (мороженую 2 ч) удаляют.

При обнаружении снулых личинок их следует сразу удалить из бассейна. На пятые-седьмые сутки в рацион начинают добавлять искусственный стартовый корм. При положительной реакции на этот корм начинают снижать долю икры в рационе и увеличивать долю стартового корма. Период перевода на питание исключительно искусственным кормом занимает до пяти-семи суток. После перевода на питание искусственным кормом в начале шестых суток устанавливают суточную дозу около 4% от массы тела молоди.

Биотехнические нормативы, применяемые при проведении карантина, приведены в табл. 95.

Таблица 95

Рыбоводно-биологические нормативы выдерживания (карантинизации) посадочной молоди угря

Показатель	Норма
1	2
Время проведения карантина, сут	30
Температура воды в период адаптации, °С	7-23

1	2
Температура воды в период карантинизации, °С	
- УЗВ	20-23
- прямоточные бассейны	8-10
Содержание кислорода, % насыщения	100-110
Начало кормления при достижении температуры воды, °С	15-16
Кормление, в течение суток	Постоянно
Плотность посадки в УЗВ, тыс.шт./м ³	
-при водообмене один раз/ч	50
-при водообмене три раза/ч	80
-при водообмене пять раз/ч	120
Плотность посадки при выдерживании в прямоточных бассейнах	
- при температуре 8-10°С, тыс.шт./м ³	50
- при температуре 15-25°С, тыс.шт./м ³	30
Водообмен в УЗВ, раз	1,3,5
Проточность воды в прямоточных бассейнах, л/мин	
- на начальном этапе	1-2
- на конечном этапе	6-10
Выживаемость, %	80

4.45.3. Выращивание мальков угря до массы 5-6 г

Прошедших карантинизацию мальков угря, достигших средней массы 0,5-0,6 г, рассаживают на выращивание в бассейны УЗВ с плотностью посадки 10 тыс. шт./м³ (при водообмене один раз в час), 25 тыс. шт./м³ (при водообмене три раза в час) и 50 тыс. шт./м³ (при водообмене пять раз в час). В начале этапа проводят сортировку молоди на три размерные группы. Температуру воды устанавливают 23-25°С. Содержание кислорода поддерживают на уровне 100-150%-ного насыщения. При 90-100-суточном периоде выращивания через две недели после начала проводят первую сортировку, а затем через каждые четыре недели последующие. Кормление осуществляют при сумеречном освещении в течение круглых суток с помощью автоматических кормораздатчиков. В заданном диапазоне температуры воды суточная доза кормления молоди составляет 4-6% [129].

Биотехнические нормативы выращивания 3-5-граммовой молоди приведены в табл. 96.

Таблица 96

Биотехнические параметры выращивания мальков угря до массы 3-5 г

Показатель	Норма
1	2
Время выращивания, сут	90-100
Температура воды, °С	23-25

1	2
Содержание кислорода,% насыщения	100-150
pH	6,5-7,5
Плотность посадки в УЗВ, тыс.шт./м ³	
-при водообмене один раз в час	10
- при водообмене три раза в час	25
- при водообмене пять раз в час	50
Выживаемость,%	80
Суточный рацион, %	4-6
Кормление в течение суток	Постоянно
Затраты корма (к/к)	1,4
Время первой сортировки от начала выращивания	Через 2 недели
Периодичность проведения последующих сортировок	Через 4 недели

4.45.4. Выращивание молоди угря до массы 35-50 г

Молодь, достигшую массы 3 г и более, выпускают на нагул в естественные водоемы. Не достигшую к началу - середине сентября массы 3 г молодь оставляют на доращивание в УЗВ. Молодь рассаживают в бассейны при плотности посадки 4 тыс. шт./м³. Температура воды в период доращивания 20-23°C. Содержание кислорода 100-150% насыщения. Выживаемость молоди за весь период 80%.

Кормления проводят с помощью автокормушек в течение суток при умеренном освещении. Суточная доза кормления 2-3%.

Через каждые четыре недели осуществляют сортировку рыбы на три размерные группы. Контрольные обловы, позволяющие оценить рост рыб и скорректировать суточную дозу кормления, проводят через каждые 15 дней, аналогично предыдущим этапам выращивания рыбы [129].

Биотехнические нормативы выращивания молоди до массы 35-50 г приведены в табл. 97.

Таблица 97

Биотехнические параметры выращивания молоди угря до массы 35-50 г

Показатель	Норма
Время выращивания, сут	210-245
Температура воды, °С	20-23
Насыщение воды кислородом, %	100-150
pH	6,5-7,5
Суточный рацион, %	3
Периодичность кормления	Круглосуточно
Затраты корма (К/К)	1,2
Периодичность проведения сортировок	Через четыре недели

4.46. Выпуск молоди угря

Выпуск молоди угря в водоемы состоит из нескольких этапов:

- адаптация молоди к температуре воды водоема зарыбления. Для этого отключают подогрев воды в УЗВ. Для ускорения процесса охлаждения воды увеличивают подачу артезианской воды в установку, соблюдая градиент уменьшения температуры на 2°С в сутки. Молодь угря в течение периода адаптации не кормят. При наличии в составе УЗВ агрегата, регулирующего температуру воды, процесс ее охлаждения ускоряется;

- проводят контрольные взвешивания и устанавливают среднюю массу молоди в бассейнах;

- уменьшают уровень воды в бассейнах до 10 см и сливают воду с молодью угря через донное отверстие в сетной мешок (дельячеей 2-3 мм), установленный в контейнере. Из сетного мешка молодь с помощью сачка диаметром 40 см переносят партиями в заранее взвешенную тару с водой и определяют общий вес тары с рыбой. По разнице весов устанавливают чистый вес рыбы. Имея данные контрольных обловов, устанавливают количество рыбы в каждой партии и в бассейне;

- взвешенную и просчитанную молодь угря переносят в живорыбные контейнеры. Плотность посадки в один стандартный контейнер объемом 2 м³ при транспортировке составляет 100 тыс. шт. молоди массой 3-5 г при температуре 12-15°С. Плотность посадки молоди массой 35-50 г, транспортируемой при температуре воды 12-15°С, – 4-5 тыс.шт. на контейнер. Продолжительность транспортировки при подаче в контейнеры через распылители кислорода составляет до 8 ч. При времени транспортировки 24 ч и температуре воды 10 °С плотность посадки молоди массой 3-5 г – 60-70 тыс.шт., при температуре 15°С – 50-60 тыс.шт.;

- контейнеры с молодью помещают на плавсредства или автотранспорт и перевозят к местам выпуска молоди;

- контейнеры на плавсредствах доставляются в места выпуска, характеризующиеся наличием илистых грунтов. Глубина воды в местах выпуска 1,5-3 м. Выпуск молоди осуществляют во время движения плавсредства через рукав, надетый на сливной люк контейнера. Конец рукава оснащен металлическим кольцом, прижимающим его ко дну. Кольцо вшито в рукав под углом 45°, что обеспечивает свободный выход молоди.

На 1 км прохода плавсредства выпускается до 50 тыс. шт. молоди угря, что позволяет равномерно заселить акваторию угрем [129].

Биотехнические параметры выпуска молоди угря представлены в табл. 98.

Поскольку транспортировка молоди угря, с учетом доставки ее к озерам, разбросанным на обширной территории, может занимать до 24 ч, то при перевозке корректируют норму посадки рыбы в живорыбные контейнеры.

Биотехнические параметры выпуска молоди угря в водоемы

Показатель	Норма
Градиент снижения температуры воды при адаптации, °С/сут	2
Прекращение кормления молоди перед выпуском не менее, сут	1
Плотность посадки в контейнер при зарыблении заливов Калининградской области при времени транспортировки до 8 ч, тыс. шт./м ³ :	
- молоди массой 3-5 г при температуре транспортировки 12-15°С	50
- молоди массой 3-5 г при температуре транспортировки 16-18°С	35
- молоди массой 35-50 г при температуре транспортировки 12-15°С и времени транспортировки до 24 ч	2,0-2,5
- молоди массой 3-5 г при температуре транспортировки 10°С	30-35
- молоди массой 3-5 г при температуре транспортировки 15°С	25-28
Количество молоди, выпускаемой на 1 км прохода плавсредств, тыс. шт.	До 50
Глубина водоема в местах выпуска, м	1,5-3,0

Для уточнения нормы посадки в живорыбные контейнеры используют формулу (20):

$$B = L \cdot Y / ДПК, \quad (20)$$

где B – масса рыбы в определенном объеме воды в контейнере;

L – количество воды в контейнере;

Y – критический уровень содержания CO₂, мг/л;

Д – длительность транспортировки, ч;

П – выделение CO₂, мг/л;

K – коэффициент растворения CO₂, мг/л.

Для объема воды 1 м³ (1000 л) при температуре транспортировки 10°С

$$B = 1000 \cdot 120 / 24 \cdot 60 \cdot 55 = 150 \text{ кг.}$$

При средней массе перевозимого материала 5 г плотность посадки на 1 м³ воды в контейнере составит 30 тыс.шт.

При средней массе перевозимого материала 3 г плотность посадки на 1 м³ воды в контейнере составит

$$B = 1000 \cdot 100 / 24 \cdot 70 \cdot 0,55 = 108 \text{ кг или } 35 \text{ тыс.шт.}$$

При температуре перевозки 15°С и средней массе перевозимого материала 5 г

$$B = 1000 \cdot 120 / 24 \cdot 80 \cdot 0,50 = 125 \text{ кг или } 25 \text{ тыс.шт.}$$

При средней массе перевозимого материала 3 г

$$B = 1000 \cdot 100 / 24 \cdot 100 \cdot 0,5 = 83 \text{ кг или } 28 \text{ тыс.шт.}$$

М. БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ

4.47. Биологические требования вида к качеству воды в водоисточнике

Требования по качеству воды в водоисточнике приведены в табл. 99.

Таблица 99

Нормативные показатели качества воды

Показатели	Нормативные показатели
рН	6-8
Концентрация кислорода, мг/л	Больше 5,0
Концентрация нитритов, мг/л	До 0,1
Концентрация аммиака, мг/л	До 0,02
Концентрация общего железа, мг/л	До 0,5
Концентрация хлоридов, мг/л	До 300
Концентрация сульфатов, мг/л	До 30
Жесткость, мг.-экв.	До 7

Приведенные показатели соответствуют биологическим требованиям вида к качеству воды на нерестилищах и местах нагула молоди.

4.48. Сроки заготовки производителей серебряного карася

Есть данные о том, что при резком увеличении скорости роста и численности в популяциях серебряного карася доля самцов может достигать 50 % [178]. Однако за весь период исследований в р. Немонин (2002 – 2007 гг.), выпадающей а Куршский залив, нами не было поймано ни одного самца серебряного карася. В уловах при отлове производителей леща, линия были представлены только самки средней массой от 0,7 до 1,3 кг. Последовавшее после 2005 г. резкое снижение уловов серебряного карася согласуется с установленной М.И. Абраменко [103] перестройкой структуры популяций данного вида в Азово-Черноморском бассейне. Можно предполагать, что в бассейне Куршского залива в момент исследований доминировали в популяции самки серебряного карася. Тем не менее, опираясь на способность самок карася размножаться без самцов своего вида, отлов производителей в реках Немонин, Матросовке, Таве позволят обеспечить искусственное воспроизводство данного вида с последующим зарыблением малых внутренних водоемов региона.

Оптимальная температура воды для нереста серебряного карася 20-22 °С. Возможный период с такой температурой для нашего региона длится с конца мая по начало июля. Именно в это время имеет место нерест линия, густеры.

Поэтому появляется реальная возможность использовать сперму самцов этих видов рыб для осеменения икры серебряного карася.

Отлов производителей серебряного карася проводят ставными сетями с ячеей 70 мм, устанавливаемыми вдоль зарослей прибрежной водной растительности в названных реках.

4.49. Биотехника получения зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры

4.49.1. Преднерестовое содержание производителей серебряного карася

Отловленных при нерестовой температуре воды самок серебряного карася (возможно, самцов) доставляют в сетных мешках, привязанных к лодке, к инкубационному цеху и помещают в бассейны при плотности посадки 20 шт./м². Уровень воды в бассейнах 0,4-0,5 м. После кратковременного выдерживания (не более 2-3 сут) самкам делают инъекции лещового гипофиза по схеме:

- предварительная инъекция 0,5-0,6 мг лещового гипофиза на 1 кг массы самки;

- через 12 ч разрешающая инъекция из расчета 4,5-5,5 мг/кг.

Овулирование икры при температуре воды 20-22 °С происходит через 22-28 ч. При наличии самцов серебряного карася проводят однократную инъекцию вместе с разрешающей для самок из расчета 2,5-3 мг/кг. При отсутствии самцов карася инъекцию делают самцам линя или густеры из расчета 2-4 мг/кг массы.

4.49.2. Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры серебряного карася

При появлении «текучести» у самок протирают марлей области брюшка, брюшного и анального плавников, хвостового стебля и приступают к сцеживанию икры. Икру сцеживают в эмалированные миски объемом 1-3 л. Предваряя сцеживание икры, сцеживают сперму у самцов линя или густеры (возможно, серебряного карася). При сцеживании спермы в генитальную пору вставляют заборный конец шприца объемом 2-5 мл. При надавливании на заднюю треть брюшка в шприц забирают выделяемую сперму, объем которой (эякулят) не превышает 0,3-1 мм. Для осеменения 50-200 мл икры достаточно 0,5-1 мл спермы.

На сцеженную икру выпрыскивают набранную в шприц сперму от двух-трех самцов. После этого содержимое миски тщательно перемешивают гусиным пером и добавляют воду так, чтобы она покрывала верхний слой икры на 2 см. Затем в течение 40-60 с содержимое таза вновь медленно перемешивают и оставляют в покое на 1-2 мин, воду с остатками спермы сливают и добавляют обесклеивающий раствор танина (5 г на 10 л воды).

Экспозиция обесклеивания 25-30 с. После этого икру промывают в нескольких порциях свежей воды в течение 5 минут. Промытую икру переливают в мерный стакан. Устанавливают объем осемененной икры, что дает возможность определить количество загружаемой в аппарат Вейса икры. В 1 л промытой воды содержится до 400 тыс. икринок. В один аппарат загружают до 1 л икры.

Инкубация при температуре воды 21-23 °С продолжается 4-5 сут. Расход воды в аппарате 1-3 л/мин. При появлении в аппарате первых предличинок содержимое его сливают в таз. После 0,5-1,0 ч выстаивания таз слегка встряхивают, а поднявшихся к поверхности предличинок с водой сливают в пустой таз и переносят в бассейн. Таз с икрой вновь наполняют водой. Через 0,5 ч операцию повторяют. И так в течение 4-6 ч. Оставшуюся в тазу икру помещают на рамку, установленную в бассейне. Выход предличинок с инкубации до 70 %.

4.50. Биотехника выращивания молоди серебряного карася

Плотность посадки предличинок на выдерживание до 200 тыс. шт./м³. Уровень воды в бассейнах 0,3 м. Водообмен 0,5 раз/час. Выход личинок с выдерживания до 80 %. Продолжительность выдерживания при температуре воды 22-25 °С 3-4 сут. На третьи-пятые сутки после вылупления назначают кормление личинок науплиями артемии в количестве 75-100 % от массы тела личинок в сутки. Кормление четырехразовое. В промежутках между кормлениями по поверхности воды распыляют небольшое количество сухого стартового корма (Aller Futura «000» и его аналоги). С пятых-седьмых суток начинают перевод личинок на кормление сухим стартовым кормом по схеме:

- первые сутки: 70 % живого корма и 3 % сухого стартового корма;
- вторые сутки: 40 % живого и 8 % сухого стартового корма;
- третьи сутки: 10 % живого и 13 % сухого стартового корма;
- четвертые сутки: 18 % сухого стартового корма.

Плотность посадки на этапе подращивания личинок до массы 50 мг – 150 тыс.шт./м³ при уровне воды в бассейнах 0,3-0,4 м, водообмен один раз в час. Выход подрошенных личинок 80 %.

Плотность посадки на этапе выращивания личинок до массы 0,5-1 г 10-15 тыс.шт./м³ при уровне воды в бассейнах 0,4-0,5 м, водообмене один раз в час. Выход 0,5-1-граммовых мальков 80 %.

Плотность посадки 0,5-1-граммовых мальков 2-2,5 тыс.шт./м² при уровне воды 0,5-0,6 м, водообмене один раз в час. Выход 5-7-граммовых мальков 85 %.

Плотность посадки 5-7-граммовых мальков 1,5-2 тыс.шт./м² при уровне воды 0,6-0,8 м, водообмене один раз в час. Выход 15-20-граммовой молоди 90 %. Средняя масса молоди 15-20 г.

Суточные дозы кормления на этапах выращивания молоди карася приведены в табл. 100.

Количество кормлений молоди на этапе выращивания личинок 12-16 раз в сутки. На этапе выращивания мальков до массы 5-7 г – 6-8, далее – 3-4 раза в сутки.

Биотехнические нормативы по искусственному воспроизводству серебряного карася представлены в табл. 101.

Таблица 100

Суточные дозы кормления при выращивании молоди карася

Масса рыб, г	Суточная доза, % от массы	Размер кормовых частиц, мм
0,05-0,1	18	0,2-0,4
0,1-0,3	18	0,4-0,6
0,3-0,5	12	0,6-0,8
0,5-1	10	0,8-1
1-5	8	1-1,2
5-10	7	1,2-1,5
10-15	6	1,5-2

Таблица 101

**Биотехнические нормативы
искусственного воспроизводства серебряного карася**

Показатели	Ед. измерения	Норматив
1	2	3
Преднерестовое содержание производителей		
Температура воды	°С	20-22
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 5,0
рН		6,5-8
Плотность посадки	шт./м ²	20
Уровень воды	м	0,4-0,5
Водообмен	Раз/ч	1
Средняя масса производителей	кг	0,7-1,2
Доза предварительной инъекции лещового гипофиза самкам	мг/кг	0,5-0,6
Доза разрешающей инъекции лещового гипофиза: Самкам Самцам	мг/кг	4,5-5,5 2,5-3
Инкубация икры		
Температура воды	°С	21-23
Содержание растворенного кислорода	мг/л	Более 6,0
рН		6,5-8
Норма загрузки икры в аппараты	л	до 1
Расход воды в аппарате	л/мин	1-3
Продолжительность инкубации	сут	4-5
Выход предличинок с инкубации	%	70
Выдерживание предличинок		
Температура воды	°С	22-25

1	2	3
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 6,0
рН		6,5-8
Плотность посадки	тыс. шт./м ³	200
Выход личинок	%	80
Уровень воды	м	0,3
Водообмен	Раз/ч	0,5
Продолжительность	сут	3-4
Подращивание личинок до массы 50 мг		
Температура воды	°С	22-25
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 6,0
рН		6,5-8
Плотность посадки	шт./м ³	150
Выход подрошенных личинок	%	80
Уровень воды	м	0,3-0,4
Водообмен	Раз/ч	1
Выращивание личинок		
Температура воды	°С	24-26
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
Плотность посадки	тыс.шт./м ²	10-15
Выход мальков массой 0,5-1 г	%	80
Уровень воды	м	0,4-0,5
Водообмен	Раз/ч	1
Продолжительность выращивания	сут	20-30
Кормовой коэффициент		1-1,5
Выращивание мальков массой 5-7 г		
Температура воды	°С	24-26
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
Плотность посадки	тыс.шт./м ²	2-2,5
Выход мальков массой 5-7 г	%	85
Уровень воды	м	0,5-0,6
Водообмен	Раз/ч	1
Продолжительность выращивания	сут	30±5
Кормовой коэффициент		1-1,5
Выращивание молоди массой 15-20 г		
Температура воды	°С	24-26
Содержание растворенного кислорода	мл/л	Более 7,0
рН		6,5-7,5
Плотность посадки	тыс.шт./м ²	1,5-2
Выход молоди	%	90
Уровень воды	м	0,6-0,8
Водообмен	Раз/ч	1
Продолжительность выращивания	сут	30-45
Кормовой коэффициент		1-1,5

4.51. Выпуск молоди серебряного карася

Выпуск молоди в водоемы проводят с конца сентября по конец октября вдоль прибрежных зарослей водной растительности в вечерние и ранние часы при пониженной освещенности.

Адаптацию молоди к транспортировке при пониженной температуре воды (8-12 °С) проводят в бассейнах при постепенно возрастающей в объеме подаче артезианской воды с градиентом снижения температуры воды на 2 °С в сутки.

Транспортировку целесообразно проводить в контейнере при подаче в воду кислорода. На 1 м³ воды при такой её температуре сажают до 200 кг молоди карася. Время транспортировки до 4-8 ч. Посадка в контейнеры и учет количества выращенных и перевозимых рыб проводится аналогично описанному для радужной форели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Куршский и Калининградский (Вислинский) заливы являются одними из самых высокопродуктивных водоемов Европы. До середины 80-х годов прошлого столетия промысловая продуктивность их составляла в среднем 35 (в отдельные периоды 50) и 20-25 кг/га, соответственно. В настоящее время около 20 и 14 кг/га, соответственно. Весомую роль в уловах в первом играли наиболее ценные, экономикообразующие объекты промысла: угорь, щука, налим, рыбец. Во втором – угорь, уловы которого достигали 120-150 т/год. Однако изменения в климате региона, антропогенное воздействие на экосистемы водоемов и другие факторы привели к резкому снижению численности промысловых популяций этих видов рыб, что не могло не сказаться на снижении рентабельности промысла.

Соответственно, уменьшился ассортимент рыбной продукции на региональном уровне, существенно сократился экспорт ее за пределы области. На фоне крайне слабого развития товарной аквакультуры в регионе отмеченная тенденция в снижении объемов промысла в прибрежном рыболовстве не могла не отразиться на ухудшении качества питания населения, в структуре которого доля свежей (живой) рыбы должна быть выше 3-5 кг/год на человека.

В связи с отмеченным становится очевидной необходимостью решения двух задач:

- повышения в уловах доли наиболее ценных объектов промысла, способствующего увеличению его рентабельности;
- общего увеличения объемов вылова рыбы, направленного на улучшение качества питания населения области.

Общемировая практика показывает, что только улучшение условий обитания рыб (часто это невозможно) не решит задачу восстановления численности популяций рыб до уровня, соответствующего приемной емкости рыбохозяйственных водоемов. Поэтому сопутствующим механизмом, часто решающим, должно стать искусственное воспроизводство наиболее ценных видов рыб, промысловый возврат которых может в реальные сроки обеспечить компенсацию затрат на эту сферу рыбохозяйственной деятельности.

Для достижения этой цели необходимо учитывать рыбоводно-биологические особенности объектов искусственного воспроизводства, абиотические условия в рыбохозяйственных водоемах, состояние кормовой базы, исторически и фактически регистрируемую промысловую рыбопродуктивность водоемов при средней максимальной по периодам времени и фактической величине, отмечаемой в последние годы.

Исходя из этого, нами были проведены исследования, которые легли в основу настоящей монографии.

Установленный потенциал увеличения численности промысловых популяций ценных видов рыб, опосредованный в величине возможного промыслового запаса, позволяет предположить возможность доведения в Куршском заливе уловов щуки до 110 – 130 т, рыбака до 60 и налима до 70 т, линя до 60,

стерляди до 22, угря до 270 т. В Калининградском заливе – щуки до 6, угря до 90 т.

Продолжающаяся эвтрофикация заливов делает очевидной задачу снижения пресса фитопланктона и макрофитов на экосистемы этих водоемов. Проведенный расчет возможной величины промыслового возврата белого толстолобика и белого амура, достигаемой на фоне очевидного мелиоративного эффекта, показывает возможность доведения уловов этих видов в Куршском заливе до 259 и 6 т, соответственно, в Калининградском заливе до 107 и 2,5 т. В условиях развития рекреационного, любительского и спортивного рыболовства на внутренних водоемах области (площадь малых озер около 2500 га, карьеров 1200 га) целесообразной становится реконструкция ихтиофауны в них в пользу более ценных видов рыб. С точки зрения трофности водоемов, их экологических особенностей, технологий эксплуатации водных объектов следует вселять в них щуку, судака, линя, серебряного карася, «черного» и «красного» леща, радужную форель. Для последней показана возможность совмещения индустриального этапа выращивания крупного посадочного материала и пастбищного нагула рыбы товарного размера в открытых водных системах. Обоснованным будет вселение в эвтрофные водоемы растительноядных рыб.

Таким образом, в Калининградской области имеются возможности для восстановления промыслового запаса ценных, экономикообразующих объектов промысла в крупных рыбохозяйственных водоемах – Куршском и Калининградском заливах и развития рекреационного, любительского и спортивного рыболовства на малых внутренних водоемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осадчий, В.М. Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Осадчий Виктор Михайлович; Калининград, 2000. - 24 с.
2. Осадчий, В.М. Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: дис. ... канд. биол. наук / Осадчий Виктор Михайлович; Калининград, 2000. - 175 с.
3. Статистические данные КОСРК по уловам в Куршском заливе. – Калининград: КОСРК, 2001-2014. - 28 с.
4. Статистические данные КОСРК по уловам в Калининградском заливе. – Калининград: КОСРК, 2002-2013. - 18 с.
5. Рыбы: Популярный энциклопедический справочник / Белорус. сов. энциклопедия. Ин-т зоологии АН БССР; под ред. П.И. Жукова. - Минск: Бел. СЭ, 1989. - 311с.
6. Вербицкас, Ю. Фауна рыб внутренних водоемов Литвы и меры ее преобразования/ Ю. Вербицкас, И. Манюкас // Сб. науч. тр./ МИНТИС, Вильнюс, 1972. - С. 7 – 35.
7. Самохвалова, Л.К. Щука (*Esox lucius*, L.) как компонент ихтиофауны Куршского залива: автореф. дис. канд. биол. наук / Самохвалова Леонора Константиновна. - Калининград, 1974. - 28 с.
8. Суханова, Г.И. О плодовитости щуки (*Esox lucius*, L) в Виллойском водохранилище / Г.И. Суханова // Вопросы ихтиологии, 1979. - Т. 19. - Вып. 2 (115). - С.278 – 283.
9. Первозванская, В.М. Биология щуки (*Esox lucius*, L) водоемов системы р. Каменная (бассейн рКаменная, Белое море) / В.М. Первозванская // Вопросы ихтиологии, 1984. –Т.24. - Вып.1. - С.54 – 68.
10. Оценка размерно-возрастной структуры и рыбоводных качеств щуки Куршского залива и р. Немонин: отчет о НИР / КГТУ: Руководитель Е.И. Хрусталева. 02-12.1.1: № ГР 01200407140: Инв. № 02200403320. Калининград, 2002. - 76 с.
11. Анисимова, И.М. Ихтиология / И.М. Анисимова, В.В. Лавровский. - Москва: Агропромиздат, 1991. - 287 с.
12. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азимова, И.И. Куранова. - Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 383с.
13. Омаров, О.П. Особенности откорма щуки (*Esox lucius*, L) и сома (*Silurus glanis*) в авакумских водоемах Дагестана / О.П. Омаров, О.А. Попова // Вопросы ихтиологии, 1984. - Т. 24. - Вып. 6. - С. 979 – 990.
14. Бруенко, В.П. Питание щуки в Кременчугском водохранилище в период нереста / В.П. Бруенко // Гидробиологический журнал, 1976. - Т.12.- Вып. 1. - С. 121 – 125.
15. Бодниек, В.М. Питание щуки в водохранилище реки Даугава / В. М. Бодниек // Тр. музея зоологии Латвийского ун-та , 1976. - Т. 15. - С. 114 – 126.

16. Бубинас, А.Д. Питание жереха и щуки в районе Верхнего Днепра / А.Д. Бубинас // Рыбное хозяйство, 1976. - Вып. 3. - С. 84 – 93.
17. Янкявичус, В.В. Куршю Марес. Итоги комплексного исследования / В.В. Янкявичус, К.С. Гайгалас // Тр. АН ЛитССР, 1959. - С. 182 – 193.
18. Попова, В.А. Биологические показатели щуки и окуня в водоемах с различным биологическим режимом и кормностью. Закономерности роста и созревания рыб / В.А. Попова. - Москва: Наука, 1971. - С. 102 – 152.
19. Гулидов, М.В. Эмбриональное развитие щуки (*Esox lucius*, L) при различных кислородных условиях инкубации / М.В. Гулидов // Вопросы ихтиологии, 1969. - Т.9. - Вып. 6 (59). - С.1049 – 1058.
20. Банене, Я.К. Биология щуки водоемов Литвы / Я.К. Банене // Сб. науч. тр./ АН ЛитССР. - Мокслас, 1971. - №2. - 171 с.
21. Бакшанский, Э.Л. Влияние освещенности на поведение покатников щуки / Э.Л. Бакшанский, В.Д. Нестеров // Сб. науч.тр./ Коми науч. центр ТО АН СССР. - Сыктывкар, 1990. - №114. - С. 77 – 88.
22. Доманевский, Л.В. Некоторые особенности межвидовых отношений щуки и основных видов рыб в Цимлянском водохранилище / Л.В. Доманевский // Зоол. журнал, 1964. - Т. XLIII. - Вып. 1. - С.71 – 79.
23. Самохвалова, Л.К. Биологическая характеристика щуки / Л.К. Самохвалова // Сырьевая база Куршского залива и пути ее рационального использования: сб. науч. тр./ АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1971. - Вып. XLVI. - С. 148 –152.
24. Хлопников, М.М. Состояние запасов рыб и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях / М.М. Хлопников // Сб. науч. тр./ АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1994. - С.71 – 82.
25. Жилюкене, В. Искусственное воспроизводство щуки *Esox Lucius L.* / В. Жилюкене, В. Жилюкас // Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб. - Вильнюс: Эугения Милерене, 2008. - С. 96 - 107.
26. Иванова М.Н. О линейном росте щуки / М.Н. Иванова, А.Н. Свирская // Вопросы ихтиологии, 1985. - Т. 35. - Вып. 6. - С. 835 –840.
27. Кудерский, Л.А. Возраст кульминации ихтиомассы и наступления половой зрелости в популяции промысловых рыб Иваньковского и Угличского водохранилищ / Л.А. Кудерский, Ю.И. Никаноров // Биологические ресурсы верхней Волги и их рациональное использование / Ленинград: ГосНИОРХ, 1988. - Вып. 202. - С.121 –126.
28. Персов, Г.М. Дифференцировка пола у рыб / Г.М. Персов. - Ленинград: Наука, 1975. – 145с.
29. Дубра, Ю.Ю. Режимобразующие факторы гидрологических и гидрохимических процессов / Ю.Ю. Дубра // Режимобразующие факторы, гидрометеорологические и гидрохимические процессы в морях СССР. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. - С.62 – 66.

30. Самохвалова, Л.К. Плодовитость щуки Куршского залива / Л.К. Самохвалова // Сб. науч. тр./ АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1971. - Вып. 35. - С.182 – 193.
31. Персов, Г.М. Надежность функционирования воспроизводительной способности у рыб / Г.М. Персов // Вопросы ихтиологии, 1972. - Т. 12. - Вып. 2. - С. 253 – 272.
32. Вольскис, Р.С. Результаты исследования плотвы, окуня, щуки, леща, карася, линя, язя и сиговых в разных водоемах на протяженности их ареалов / Р.С. Вольскис, В.Р. Абакумов, М.А. Алексеев. - Вильнюс: Мокслас, 1988. - С. 35 – 67.
33. Козлов, В.И. Экологическое прогнозирование ихтиофауны пресных вод / В.И. Козлов. - Москва: ВНИРО. - 257с.
34. Буга, Н.Б. О роли плотвы в Куршском заливе / Н.Б. Буга // Рыбное хозяйство, 1978. - №3. - С. 20 – 21.
35. Васенко, А.Г. Экологические аспекты развития рыбного хозяйства на теплых водах / А.Г. Васенко, Н.В. Старко // Рыбохозяйственное использование теплых вод: IV Всесоюз. совещ. по рыбохоз. исп. тепл. вод: тез. докл. – Москва, 1990. - С.1192 – 1194.
36. Каратаев, А.Ю. Воздействие тепловой электростанции и садкового комплекса на экосистему водоема – охладителя / А.Ю. Каратаев // Рыбохозяйственное использование теплых вод: IV Всесоюз. совещ. по рыбохоз. исп. тепл. вод: тез. докл. – Москва, 1990. - С. 204 – 206.
37. Лесникова, Е.Г. Рыбоводно-биологические особенности искусственного воспроизводства щуки Куршского залива: дис. ... канд. биол. наук / Лесникова Елена Геннадьевна; Калининград, 2004. - 124 с.
38. Временные сроки нерестового хода щуки и оптимизация работы инкубационного цеха / Е.И.Хрусталева [и др.] // Инновации в науке и образовании – 2003: междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию высшего рыбохоз. образов. в России: материалы / КГТУ. - Калининград, 2003. - С. 45.
39. Осадчий, В.М. Основные проблемы управления рыбными ресурсами бывшей экономической зоны СССР Балтийского моря и пути ее расширения / В.М. Осадчий // Проблемы биоэкономических кадастров и управления живыми ресурсами гидросферы: сб. науч. тр./ АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1992. - С. 16 –28.
40. Панасенко, В.А. Характер питания леща в Куршском и Вислинском заливах / В.А. Панасенко // Закономерности формирования промысловых скоплений и особенности питания рыб Атлантического океана: сб. науч.тр./ АтлантНИИ рыбн. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1978. - Вып. 74. - С. 67 –81.
41. Атакова, Е.П. Описание рыб / Е.П. Атакова // Промысловые рыбы СССР/ ВНИРО.- Москва, 1949. - С. 30-32.
42. Самохвалова, Л.К. Некоторые данные о скате молоди щуки из дельты р. Немонин / Л.К. Самохвалова //Вопросы ихтиологии, 1973. - Вып. XLVI. - С. 15 – 22.

43. Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. - Москва, 1989. - 12с.
44. Экология размножения и развития рыб // Тр. ин-та эволюц. морф. и экол. биол. - Москва, 1980. - 136 с.
45. Вольскис, Р.С. Метод исследования плодовитости и ее зависимость от некоторых биологических параметров особей различных популяций вида / Р.С. Вольскис, Б.А. Каминскене // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов: сб. науч. тр. / Вильнюс: Мокслас, 1974. - С. 70-75.
46. Вилер, А. Определитель рыб морских и пресных вод Северо-Европейского региона / А. Вилер. - Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - 432 с.
47. Тюльпанов, М.А. Налим Обь-Иртышского бассейна: автореф...канд. биол. наук / Тюльпанов М.А.; Томск: Изд-во Томского университета, 1966.
48. Ковалева, И.П. О некоторых биохимических свойствах крови налима: автореф...канд. биол. наук / Ковалева Ирина Павловна; Калининград: КТИРПиХ, 1968.
49. Сорокин, В.И. Налим озера Байкал / В.И. Сорокин. – Новосибирск: Наука, 1976. - 143 с.
50. Федоров, В.П. Налим Ладожского озера / В.П. Федоров // Сб. науч. тр. / ГосНИОРХ. - Ленинград, 1979. - С. 50 -55.
51. Сорокин, В.И. О нересте и нерестилищах налима / В.И. Сорокин // Вопросы ихтиологии. - Т.11. - Вып 6 (71)1971. - С. 1033-1037.
52. Сорокин, В.И. Питание молоди налима / В.И. Сорокин // Вопросы ихтиологии. - Т.8. - 1968. - С. 586 – 591.
53. Володин, В.М. Плодовитость налима в Рыбинском водохранилище / В.М. Володин // Биологические и трофические связи пресноводных беспозвоночных и рыб / АН СССР. – Ленинград: Наука, 1968. - С. 222-230.
54. Веденеев, В.П. Биологическое состояние нерестового стада озерно-речного налима р. Водла / В.П. Веденеев, А.П. Бабий // Вопросы ихтиологии. - Т. 43. - Вып. 3, 2000. - С. 361 – 367.
55. Кирилов, А.Ф. Налим Вилюйского водохранилища / А.Ф. Кирилов // Вопросы ихтиологии. - Т.28. - Вып .1, 1988. - С. 22 – 29.
56. Янкявичус В.В. Куршю Марес / В.В. Янкявичус, К.С. Гайгалас, В.В. Лин // Итоги комплексного исследования в пределах ареала / УТР АН Лит. ССР, 1959. – С. 182-193.
57. Рыбные ресурсы Куршского залива /под ред. В.В. Ивченко, Е.Д. Носковой. – Калининград: Калининградское книжное издательство, 1985. - С. 238.
58. Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа /под ред. А.Ф. Алимова, М.Б. Иванова. - Москва: Научный мир, 2004. - 293 с.

59. Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталеv [и др.]. - Калининград: ИП Мишуткина И.В., 2009. -198 с.
60. Клейменов, И.Я. Пищевая ценность рыбы / И.Я. Клейменов. - Москва: Пищевая промышленность, 1991. - 151 с.
61. Швагждис, А. Влияние окружающей среды и антропогенных факторов на изменение уловов рыбы в Куршском заливе Вильнюс: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Швагждис Арвидас; Каунас, 2009. - 24 с.
62. Хлопников, М.М. Состояние запасов и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях / М.М. Хлопников // Гидробиологические исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря: сб. науч. тр. /АтлантНИРО. - Калининград, 1994. С. 71-82.
63. Оценка состояния сырьевой базы рыболовства Балтийского моря, Куршского и Вислинского заливов и разработка рекомендаций по ее рациональной эксплуатации: отчет о НИР/ АтлантНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – Калининград, 2001. – 648 с.
64. Никольский, Г.В. Экология рыб / Г.В. Никольский. - Москва: Высшая школа, 1963. - 368 с.
65. Тылик, К.В. Ихтиофауна водоемов Калининградской области / К.В. Тылик. - Калининград: КГТУ, 2003. - 135 с.
66. Фауна рыб внутренних водоемов Литвы и меры по ее преобразованию/ Ю. Вербицкас, И. Манюкас // Вопросы разведения рыб и ракообразных в водоемах Литвы: сб. науч. тр. /МИНТИС. Вильнюс, 1972. - С. 7-35
67. Практикум по ихтиологии / В.И. Скорняков, Т.А. Аполлова, А.Л. Мухордова. - Москва: Агропромиздат, 1986. - 269 с.
68. Петрова, Т.Г. Стерлядь как объект аквакультуры / Т.Г. Петрова // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. - Москва, 2002. - С. 75-79.
69. Обоснование сохранения стерляди в водоемах России / С.И. Никаноров [и др.] // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации: сб. науч. тр./ МИК ЦУРЭН. - Москва, 2004. - С. 6-10.
70. Петрова, Т.Г. Инструкция по разведению осетровых рыб / Т.Г. Петрова, С.А. Кушнирова, Н.А. Козовкова. - Москва: ВНИРО, 1991. - 14 с.
71. Хоар, У. Биоэнергетика и рост рыб / У. Хоар, Д. Фендолл, Дж. Бретт. - Москва, 1983. - 408 с.
72. Хрусталеv, Е.И. Адаптационные возможности молоди стерляди в различных рыбоводных системах / Е.И. Хрусталеv, М.С. Величко // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: междунар. науч.-практ. конф.: материалы / Астрахань: ВНИРО, БИОС, 2006. - С. 173-176.
73. Биология и промысловое значение рыбцов Европы / под ред. П. Заянчкаускаса. – Вильнюс: Изд-во МИНТИС, 1970. - 516 с.
74. Хрусталеv, Е.И. К вопросу о возможности вселения стерляди в бассейн Куршского залива / Е.И. Хрусталеv, М.С. Величко // Инновации в

науке и образовании – 2005: междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кенигсберга-Калининграда: труды / Калининград: КГТУ, 2005. - С. 106.

75. Гинецинский, А.Г. Физиологические механизмы водно-солевого равновесия / А.Г. Гинецинский. - Москва: АН СССР, 1963. - 423 с.

76. Лав Малькольм. Химическая биология рыб / Малькольм Лав. - Москва: Пищевая промышленность, 1976. - 349 с.

77. Хрусталева, Е.И. Перспектива вселения стерляди (*Acipenser ruthenus*) в бассейн Куршского залива / Е.И. Хрусталева, М.С. Величко // Известия КГТУ, 2006. - № 9. - С. 26-31

78. Алексеева, Е. В. Созревание и резорбция яйцеклеток рыбца / Е.В. Алексеева // Вопросы ихтиологии, 1964. - Т.4. - Вып 2. - С. 304 - 314.

79. Баранникова, И. А. Функциональные основы миграции рыб / И.А. Баранникова. - Москва: Наука, 1975. - 210 с.

80. Бенереску, П. Таксономические и зоогеографические проблемы и сведения о виде *Vimba vimba* / П. Бенереску, М. Папандопол // Материалы к симпозиуму по исследованию вида *Vimba vimba* в границах ареала. - Вильнюс: Мокслас, 1971. - С. 14 - 80.

81. Берг, Л. С. Рыбы пресных вод и сопредельных стран / Л.С. Берг. - Москва: АН СССР, 1949. - Т.2. - С. 789 - 799.

82. Берлянд, Т. Б. Рыбец (*Vimba vimba natio carinata*, Pall) / Т.Б. Берлянд // Промысловые рыбы СССР. - Москва, 1949. - С. 231 - 247.

83. Брюзгин, В.Л. К вопросу о связи упитанности, жирности и качества половых продуктов у рыб / В.Л. Брюзгин // Гидробиологический журнал, 1974. - Т.10. - Вып. 3. - С. 96-101.

84. Винберг, Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. - Минск: БелГосУниверситета, 1956. - 251 с.

85. Вольскис, Р. С. Сырть бассейна р. Нямунас / Р.С. Вольскис // Сб. науч. тр. / АН СССР, 1965. - №2. - С. 85 - 90.

86. Уловы и регулирование промысла / Р.С. Вольскис [и др.] // Биология и промысловое значение рыбцов (*Vimba*) Европы. – Вильнюс, 1970. - С. 419 - 462.

87. Вольскис, Р. Нерест / Р. Вольскис, В.Н. Мороз, Е.Р. Суханова // Биология и промысловое значение рыбцов Европы. - Вильнюс, 1970. - С. 105 - 131.

88. Вольскис, Р. С. Обобщенные результаты многолетних исследований *Vimba vimba* в пределах их ареалов / Р.С. Вольскис, Ю. Абдурахманов // Вид и его продуктивность в ареале: 17 (25)-е заседание рабочей группы по проекту 8б: материалы. - Вильнюс: Мокслас, 1977. - С. 24 - 47.

89. Гамалас, К. С. Структура полов, состав промысловых уловов, состояние и воспроизводство запасов сырты Куршского залива / К.С. Гамалас // Вопросы ихтиологии, 1970. - Т.10. - Вып. 2. - С. 277 - 289.

90. Курапова, Т.М. Влияние абиотических и биотических факторов на рост и выживаемость молоди рыбца / Т.М. Курапова // Биологические ресурсы

Мирового океана и внутренних водоемов. Аквакультура: междунар. науч.-техн. конф.: сб. тез. и докл. - Калининград: КГТУ, 2000. - Ч.1. - С.-138-139.

91. Иоганзен, Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы / Б.Г. Иоганзен // Вопросы ихтиологии, 1957. - Вып. 3. - С. 57 - 68.

92. Рыбец, П. А. Заянчкаускас [и др.]. - Вильнюс: Мокслас, 1976. - 240 с.

93. Курапова, Т.М. Результаты выращивания жизнестойкой молоди порционнно-нерестующих рыб / Т.М. Курапова, Е.И. Хрусталева // Биологические ресурсы Мирового океана и внутренних водоемов. Аквакультура: междунар. науч.-техн. конф.: сб. тез. и докл. - Калининград: КГТУ, 1999. - Ч.1. - С.23.

94. Логвинович, Д. Н. Суточный рацион личинок и мальков рыбца / Д.Н. Логвинович // Азовский НИИ рыб. хоз-ва, 1962. - Вып. 5. - С. 187 – 196.

95. Милерене, Е. Ю. Сравнительный морфофизиологический анализ многолетних наблюдений *Vimba vimba* в его ареале / Е. Ю. Милерене // Вид и его продуктивность: 13-е (21) заседание рабочей группы по проекту 8б: материалы. - Вильнюс, 1984. - С. 49 - 54.

96. Милерене, Е. Ю. Сравнительно - морфологическая характеристика сырты Каунасского водохранилища и реки Нярис / Е. Ю. Милерене // Материалы XVI конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. - Петрозаводск, 1971. - Ч. 1. - С. 23- 27.

97. Милерене, Е. Ю. Материалы по изучению внутривидовой изменчивости *Vimba vimba* в водах Литвы / Е. Ю. Милерене // 3-я конф. Литовского гидрологического об-ва: сб. науч. тр. - Вильнюс: Мокслас, 1982. - С. 24- 31.

98. Никольский, Г. В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных запасов / Г. В. Никольский. - Москва: Пищевая пром-сть, 1974. - 447 с.

99. Репечка, Р. Т. Сезонная и возрастная динамика, морфофизиологические и биохимические показатели рыбца и леща: автореф. дис. ...канд. биол. наук; Репечка Римантас Теофилевич. - Москва, 1986. - С. 24.

100. Гасюнас, И. И. Кормовой макрозообентос залива Куршю Марес / И. И. Гасюнас; под ред. К. Янкиявичуса // Куршю Марес. Итоги комплексного исследования. - Вильнюс: АН Литовской ССР, Институт биологии; Гостипография "Пяргале", 1959. - С. 191-280.

101. Суханова, Е. Р. Речной период жизни молоди / Е. Р. Суханова, Р. Вольскис, В. Н. Мороз // Биология и промышленное значение рыбцов (*Vimba*) Европы. - Вильнюс: Минтис, 1970. - С. 291 - 339.

102. Тылик, К. В. Предварительные данные по биологии рыбца (*Vimba vimba vimba*, L) реки Шешупе / К.В. Тылик, С.В. Шибяев, О.А. Новожилов // Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана: сб. науч.тр. / Атлантический НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 2000. - Т.1. - С.34- 39.

103. Абраменко, М. И. Закономерности функционирования популяций серебряного карася (*carassius auratus Libelio*) Азовского бассейна: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Абраменко Михаил Иванович; Астрахань, -2008. -49 с.

104. Размерно-возрастной, половой состав и морфофизиологические особенности производителей лия р. Немонин / О.Е Гончаренко [и др.] // Инновации в науке и образовании – 2005: труды международной научной конференции, посвященной 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кенигсберга-Калининграда / КГТУ. - Калининград, 2005. - С.104-105.
105. Хрусталеv, Е.И. Влияние абиотических факторов на подход производителей лия к естественным нерестилищам / Е.И. Хрусталеv, О.Е. Гончаренко // Инновации в науке и образовании – 2006: IV междунар. науч. конф. (18-20 окт.): труды: в 2 ч. / КГТУ. - Калининград, 2006. - Ч.1. - С. 97-98.
106. Кугаевская, Л.В. Работа с икрой сиговых на Тобольском рыбобоводном заводе / Л. В. Кугаевская, Н.Л. Нечаева // Рыбное хозяйство. - 1984. - № 12. - С.33-36.
107. Jagminienė I. The dynamics of the structure and productivity of benthocenosis in the northern part of the Kuršių marios Lagoon. Summary // Žuvininkystė lietuvoje 1994. t.1. P. 102-103.
108. Гончаренко, О.Е. Рыбоводно-биологические особенности искусственного воспроизводства лия (*Tinca tinca* L.) в условиях Калининградской области: дис. ... канд. биол. наук / Гончаренко Ольга Евгеньевна; Калининград: КГТУ, 2009. - 218 с.
109. Мороз, В.Н. Биология лия *Tinca tinca* L. Килийской дельты р. Дуная / В.Н. Мороз // Вопросы ихтиологии, 1968. - Т. 8. - Вып. 1(48). - С. 105-106.
110. Орлова, А.И. Эколого-морфологические черты развития лия в водоемах Литвы / А.И. Орлова, Ю.Б. Вирбицкас // Тр. АН ЛитССР. Серия В.- 1968. - №1. - С. 105-114.
111. Кошелев, Б.В. Экология размножения рыб / Б.В. Кошелев. - Москва: Наука, 1984. - С. 235-263.
112. Freyhof, J. & Kottelat, M. *Abramis brama*. 2008. IUCN Red List of Threatened Species
113. Giles, Nick, *Freshwater Fish of the British Isles: A Guide for Anglers and Naturalists*, Swan Hill Press, 1994. pp. 140–144
114. Панасенко, В.А. Характер питания леща в Куршском и Вислинском заливах / В.А. Панасенко // Сб. науч. тр. /АтлантНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - 1978. - Вып. 74. - С. 67-81.
115. Жукинский, В.Н. Зависимость качества потомства на ранних этапах жизни от возраста производителей у рыб: автореф. дис. ...канд. биол. наук / Киев; Жукинский Владимир Николаевич, 1964. - 22 с.
116. Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.
117. Атлас пресноводных рыб России / под ред. Ю. С. Решетникова. - Москва: Наука, 2003. - Т.1. - 379 с.
118. Виноградов, В. К. Освоение растительных и новых объектов рыбоводства и акклиматизации / В.К. Виноградов, Л.В. Ерохина // Комплексная

интенсификация товарного рыбоводства: сб. науч. тр. /ВНИИПРХ. - Москва, 1982. - Вып. 35. - С. 36-59.

119. Дельмухаметов, А.Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения: дис. ... канд. биол. наук / Калининград; Дельмухаметов Артем Борисович, 2012. - 157 с.

120. Рост, созревание и численность рыб в новых условиях / Ю.С. Решетников [и др.] // Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. – Москва: Наука, 1982. - С. 176 – 219.

121. Богуцкая Н.Г. Круглоротые и рыбы оз. Ханка (система р. Амур) / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека // Науч. тетради НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – Санкт-Петербург, 1996. - №3. - С. 1-45.

122. Жилюкас, В. Искусственное воспроизводство судака *Sander lucioperca* (L.) / В. Жилюкас, В. Жилюкене // Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб. - Вильнюс: Эугения Милерене, 2008. - С. 165-178.

123. Рыжиков, Л.П. Озерное товарное рыбоводство / Л.П. Рыжиков. - Москва: Агропромиздат, 1987. - 336 с.

124. Zienert, S., Heidrich, S., Wolf, P., Göthling, U., Knösche, R., Wedekind, H., 2005. Aufzucht von Zandern in der Aquakultur. Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow. 63 p.

125. Дельмухаметов, А.Б. Технология выращивания судака в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) / А.Б. Дельмухаметов, Д.С. Пьянов, Е.И. Хрусталёв // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство: междунар. науч.-техн. конф. (заочная): материалы (3 – 4 дек.) – Воронеж, 2013. - С. 632 – 637.

126. Хрусталев Е.И. Сравнительная характеристика различных поколений судака, выращенных в условиях установок замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) / Е.И. Хрусталев, А.Б. Дельмухаметов, Д.С. Пьянов // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского севера: XXIX Междунар. конф.: тез. докл. - Мурманск: ПИПРО, 2013.

127. Хрусталёв, Е.И. Рыбоводно-биологические особенности выращивания радужной форели в солоноватых водах: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Хрусталев Евгений Иванович; Москва: ВНИИПРХ, 1986. - 24 с.

128. Титарев, Е.Ф. Форелеводство / Е.Ф. Титарев. - Москва: Пищевая промышленность, 1980. - 166 с.

129. Хрусталев, Е.И. Биологические и технологические основы угреводства / Е.И. Хрусталев. - Олыштын: Изд-во «Солярис Друк», 2013. - 305 с.

130. Draft report on the proposal for a Council regulation establishing measures for the recovery of the stock of European Eel // European Parliament / Committee on Fisheries, 2005. 11 p.

131. Ацуши Усул. Культивирование угря: пер. с англ. / Усул Ацуши. - Москва: Пищевая промышленность, 1980. - 112 с.

132. Council Regulation establishing measures for the recovery of the stock of European Eel. Brussel, 2005. 11 p.

133. Генци, Я. Угорь / Я. Генци, В. Тахи. - Москва, 1989. - 168с.
134. Справочник по озерному и садковому хозяйству / под ред. Г.П. Руденко. - Москва: Агропромиздат, 1983. - 321 с.
135. Virbickas J. Lietuvos zuvys. Vilnus: Trys žvaigždutės, 2000. 192 с.
136. Александров, С.В. Первичная продукция и показатели фитопланктона как критерии эвтрофикации Куршского залива / С.В. Александров, О.А. Дмитриева // Водные ресурсы. - 2006 . - Т.33. - №1.- С. 104 -110.
137. Алексеев, Н.К. Зоогеографический очерк пресноводной ихтиофауны Калининградской области / Н.К. Алексеев, А.Н. Пробатов // Тр. Калининград. техн. ин-та рыбн. пром-сти и хоз-ва, 1969. - Вып 24. - С. 7-15.
138. Самохвалова, Л.К. Биолого-промысловая характеристика морского сига / Л.К. Самохвалова. - Калининград: АтлантНИРО, 1989. - 24 с.
139. Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб / под ред. Эугении Милерене. - Вильнюс: Литовское гидробиологическое общество, 2008. - 224 с.
140. Иванов, А.П. Рыбоводство в естественных водоемах / А.П. Иванов.- Москва, 1988. - 361 с.
141. Практикум по прудовому рыбоводству / В.Г. Саковская [и др.]. - Москва: Агропромиздат, 1991. - 174 с.
142. Технология комбинированного выращивания камбалы, форели и налима в установках с замкнутым циклом водоснабжения / Е.И. Хрусталева [и др.]. - Москва: Мир, 1995. - 13 с.
143. Методика формирования коллекционных стад стерляди / Т.Г. Петрова [и др.] // Сб. науч.-технол. документации по аквакультуре. - Москва: ВНИИПРХ, 2001. - С. 212-222.
144. Временные биотехнические нормативы по разведению молодежи ценных промысловых видов рыб. - Москва: Гидропромиздат, 2002. - 114 с.
145. Величко, М.С. Адаптационные возможности молодежи стерляди (*Acipenser ruthenus linnaeus*, 1758) при выращивании в различных рыбоводных системах: дис. ... канд. биол. наук / Величко Марк Сергеевич; Калининград, 2009. - 209 с.
146. Лойс, О.А. Приемная емкость экосистем для понто-каспийских ракообразных и расчет плотности их посадки / О.А. Лойс, И.Н. Задоев // Рыбное хозяйство, 1973. - №6. - С. 27-29.
147. Науменко, Е.Н. Зоопланктон прибрежной части Куршского залива / Е.Н. Науменко. – Калининград: АтлантНИРО, 2006. - 177 с.
148. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы / С. В. Шибаев [и др.]; ред.: С. В. Шибаев, М. М. Хлопников, А. В. Соколов. - Калининград: ИП Мишуткина И.В., 2008.- 197 с.
149. Поддубный, А. Г. Миграции рыб во внутренних водоемах / А.Г. Поддубный, Л.К. Малинин. - Москва: Агропромиздат, 1988. - 225 с.

150. Нагорнова, Н.Н. Геоэкологическая оценка состояния малых водотоков в Калининградской области: дис. ... канд. биол. наук / Нагорнова Надежда Николаевна; Калининград, 2012. - 203 с.
151. Хрусталеv, Е.И. Индустриальное рыбоводство / Е.И. Хрусталеv, К.Б. Хайновский. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. - 340 с.
152. Хрусталеv, Е.И. Технология формирования маточного стада судака в установках с замкнутым циклом водообеспечения / Е.И. Хрусталеv, А.Б. Дельмухаметов // Рыбное хозяйство, 2012. - № 1. - С. 70-72.
153. Lund H., Moller B., Mathiesen B. V., Dyrelund A. The role of district heating in future renewable energy systems/ Energy. 2010. 35, N 3, p. 1381-1390.
154. Система регулирования газоохладителя теплонасосной установки в комбинированной системе теплоснабжения в широком диапазоне изменения тепловой нагрузки / А. А. Журавлев [и др.] // Problemele Energeticii Regionale. 2008. - № 2. - С. 54-59.
155. Фатыхов, Ю.А. Перспективы применения тепловых насосов в пищевой промышленности региона / Ю.А. Фатыхов, В.Н. Эрлихман, А.Э. Суслов // Economics and Management – 2007: International scientific conference. Kaunas: Technologia, 2007. - P. 1094-1097.
156. Суслов, А.Э. О целесообразности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения / А.Э. Суслов, Ю.А. Фатыхов, В.Н. Эрлихман // Холодильная техника. - 2008. - №12.
157. Эрлихман, В.Н. Энергосбережение в технологических процессах агропромышленного комплекса с использованием теплонасосных установок / В.Н. Эрлихман, Ю.А.Фатыхов, А.Э. Суслов. - Калининград: КГТУ, 2007. - 234 с.
158. ОСТ 15.372-87. Охрана природы Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. М: ВНИИПРХ, 1988. - 18 с.
159. Ziliukenc V., Ziliukas V., 2002. Lideka. Biologia, dirbtinis Veisimas, Vilinius, 62 p.
160. Федорченко, В.И. Товарное рыбоводство / В.И. Федорченко, И.П. Новоженин, В.Ф. Зайцев. - Москва: Агропромиздат, 1992. - 207 с.
161. Воспроизводство осетровых, лососевых, частиковых рыб/ под ред. А.П. Иванова. - Москва, 1992. - 164 с.
162. Пат. Способ выращивания посадочного материала стерляди. (РФ) № 2496311 RU. / Е.И. Хрусталеv, А.В. Головтеев // Заявка 2012105667, МПК А01К. Заявлено 20.02.2012; Оpubл. 27.10.2013.
163. Битехтина, В.А. Биологические основы интенсификации разведения рыба (Vimba vimba patio carinata Pallas) и шемаи (Chalcalburnus chalcoides Schisschkoі) в Азово - Кубанском бассейне / В.А. Битехтина // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна: сб. науч.тр. / Азовский НИИ рыб. хоз-ва, 1996. - С. 366 - 372.
164. Биотехника искусственного воспроизводства молоди рыба в Калининградской области / Г.Г. Серпунин [и др.] // Биологические ресурсы Мирового океана и внутренних водоемов. Аквакультура: междунар. науч.-техн.

конф.: сб. тез. и докл. - Калининград: КГТУ. - Калининград: КГТУ, 2000. - Ч.1. - С. 133-135.

165. Троицкий, С. К. Искусственное разведение / С.К. Троицкий // Биология и промысловое значение рыбцов (*Vimba*) Европы. - Вильнюс: Минтис, 1970. - С. 485 - 506.

166. Хрусталеv, Е.И. Перспективы выращивания посадочного материала гидробионтов в Калининградской области / Е.И. Хрусталеv, Т.М. Курапова // Биологические ресурсы Мирового океана и внутренних водоемов. Аквакультура: междунар. науч.-техн. конф.: сб. тез. и докл. 1998 г. - Калининград: КГТУ, 1999. - Ч.1. С. 45

167. Первый опыт выращивания молоди рыба в Калининградской области / Е.И. Хрусталеv [и др.] // Актуальные проблемы пресноводной аквакультуры. - Москва: Всерос. НИИ пресноводного рыб. хоз-ва, 2000. - Вып. 75.- С. 81-87.

168. Курапова, Т.М. Рыбоводно-биологическое обоснование искусственного воспроизводства рыба в условиях Калининградской области: дис. ... канд. биол. наук / Курапова Татьяна Михайловна; Калининград: КГТУ, 2001. - 171 с.

169. Гончаренко, О.Е. Оценка рыбоводных качеств производителей линия р. Немонин // О.Е. Гончаренко, К.Б. Хайновский, Н.Г. Батухтина // Инновации в науке и образовании – 2006: IV междунар. науч. конф. (18-20 окт.): труды: в 2 ч. / КГТУ. - Калининград, 2006. - Ч.1. - С. 80-82.

170. Хрусталеv, Е.И. О развитии аквакультуры в системе Калининградского рыбаколхозсоюза / Е.И. Хрусталеv // Современное состояние и перспективы развития рыбного хозяйства России: науч.-техн. конф.: тез. докл. / ВНИРО. – Москва, 2002. - С. 57-58.

171. Проектирование рыбоводных предприятий / Э.В. Гриневский [и др.]. - Москва: Агропромиздат, 1990. - 223 с.

172. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству / ВНИИПРХ. - Москва: Агропромиздат, 1986. - 317 с.

173. Пат. Способ формирования и эксплуатации маточного стада судака в установках с замкнутым циклом водообеспечения. (РФ). № 2514227 RU / Е.И. Хрусталеv, А.В. Головтеев // Заявка 2012132127, МПК А01К61/00. Заявлено 27.07.2012; Оpubл. 10.02.2014.

174. Хрусталеv, Е.И. Биологические особенности выращивания радужной форели в условиях солоноватых вод: дис. ... канд. биол. наук / Хрусталеv Евгений Иванович; Москва, 1986. - 189 с.

175. Хрусталёv, Е.И. Научно-техническое обоснование формирования маточного стада форели в установке замкнутого цикла водообеспечения / Е.И. Хрусталёv, К.А. Елфимова. - ФГБОУ ВПО "Калининградский государственный технический университет"; Руководитель Е.И. Хрусталёv; № ГР 01201001806. Калининград: КГТУ, 2013. 34 с.

176. Особенности роста и выживаемости радужной форели в условиях аномально теплого лета / Е.И. Хрусталёv [и др.] // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: междунар.

симпозиум (16-18 апреля 2007 г.): материалы докладов. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. - С. 147-149.

177. Молчанова, К.А. Особенности выращивания ремонтного поголовья радужной форели второй генерации в установке замкнутого водоснабжения / К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева // Известия КГТУ. - Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ», №36, 2015. – С. 23 – 30.

178. Козлов, В.И. Справочник рыбовода / В.И. Козлов, Л.С. Абрамович. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Росагропромиздат, 1991. - 238 с.

Научное издание

**Евгений Иванович Хрусталеv, Татьяна Михайловна Курапова,
Александр Эдуардович Суслов, Ольга Евгеньевна Гончаренко,
Ксения Андреевна Молчанова, Лиана Валерьевна Савина,
Артем Борисович Дельмухаметов, Дмитрий Сергеевич Пьянов**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ
В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Редактор *Г. Е. Смирнова*
Компьютерная верстка *Е. В. Мироновой*

Подписано в печать 29.12.2015 г. Формат 60 × 90 ¹/₁₆. Уч.-изд. л. 29,5.
Печ. л. 24,8. Тираж 500 экз. Заказ № 28.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Калининградский государственный технический университет»
236022, г. Калининград, Советский проспект, 1