

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РЫБОВОДСТВЕ

краткий курс лекций

для магистров I курса

Направление подготовки
35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура

Магистерская программа
Аквакультура

УДК 639.2/.3
ББК
Ки38

Рецензенты:

Профессор кафедры «Морфология, патология животных и биология»
доктор ветеринарных наук
И.Ю. Домницкий
Доцент кафедры «Экология» кандидат биологических наук
ФГБОУ ВПО «СГТУ им. Ю.А. Гагарина»
А.А. Беляченко

Ки38 **Методы проведения научных исследований в рыбоводстве** краткий курс лекций для магистров I курса направления подготовки 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.: В.В. Кияшко // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2016.

Краткий курс лекций по дисциплине «Методы проведения научных исследований в рыбоводстве» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по вопросам проведения научных исследований. Направлен на формирование у студентов навыков по проведению исследований в рыбохозяйственных водоемах, использовании современных методов выращивания рыбы и методов диагностики состояния объектов рыборазведения и использования их результатов в профессиональной деятельности.

УДК 639.2/.3
ББК

© Кияшко В.В., 2016
© ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

Введение

Методы проведения научных исследований в рыбоводстве – одна из важнейших дисциплин профессионального цикла подготовки специалистов в области аквакультуры. Она изучает теоретические и практические аспекты применения методов исследования, получения и использования результатов наблюдений в акваресурсных исследованиях водоёмов.

Краткий курс лекций по дисциплине «Методы проведения научных исследований в рыбоводстве» предназначен для студентов по направлению подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура». Он раскрывает основные методы исследования рыб и рыбохозяйственных водоёмов, на которых базируются определение и прогнозирование рыбохозяйственных экспериментов и опытов.

Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения профессиональных задач и организации профессиональной деятельности.

Лекция №1.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЕЕ РОЛЬ В РАЗВИТИИ НАЦИОНАЛЬНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Концепция развития рыбохозяйственной науки в Российской Федерации до 2020 года (далее - Концепция) определяет основные направления формирования государственной политики в области рыбохозяйственной науки на долгосрочный период. В Концепции сформулированы цели, задачи, направления и способы обеспечения интересов Российской Федерации в сфере эффективного изучения, сохранения, воспроизводства, добычи (вылова) и дальнейшего рационального использования водных биологических ресурсов, их мониторинга, а также исследования среды их обитания.

Концепция разработана в соответствии с пунктом 31 Плана мероприятий по реализации Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года, одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2003 года N 1265-р (в редакции распоряжения Правительства Российской Федерации от 21 июля 2008 года N 1057-р), для дальнейшего развития и углубления прикладных рыбохозяйственных исследований, создания конкурентоспособной научно-технической продукции, развития инновационного механизма участия науки в разработках, обеспечивающих эффективное развитие рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации. Положения Концепции основаны также на Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года N 120.

Реализация и защита интересов Российской Федерации в области рыбного хозяйства во многом обеспечивается достижениями отечественной науки. Рыбохозяйственная наука в Российской Федерации включает широкий спектр направлений на всех этапах технологической цепочки - от прогнозирования сырьевой базы отрасли до разработки и внедрения технологий переработки водных биоресурсов (далее - ВБР) для получения конкурентоспособной продукции на мировом рынке.

В настоящее время Российская рыбохозяйственная наука насчитывает около 5900 сотрудников, работающих в 15 научных институтах, расположенных во всех рыбохозяйственных бассейнах Российской Федерации.

Отраслевая наука отличается многопрофильностью и взаимосвязью (комплексностью) различных видов рыбохозяйственных исследований: изучение абиотических и биотических условий среды обитания промысловых видов ВБР, оценка биологической и промысловой продуктивности экосистем, выявление закономерностей естественного воспроизводства, распределения и миграций объектов рыболовства, прогнозов их допустимого вылова, создание основ эффективного и рационального промысла, разработка методов аквакультуры, а также создание новых технологий переработки ВБР, обитающих в водах России и Мирового океана в целом.

На протяжении 50-80-х годов XX века отраслевая наука была признанным мировым лидером. Ежегодно СССР проводил около пятисот морских рыбохозяйственных экспедиций во всех районах Мирового океана, что составляло не менее 30% экспедиций всего мирового сообщества. Это обстоятельство обусловило не только резкое расширение сырьевой базы отечественной рыбной промышленности в указанный период, но и принципиальное совершенствование теории динамики

численности популяций водных биоресурсов и, как следствие, интеллектуальное лидерство при защите интересов российского рыболовства на международной арене.

В начале 90-х годов XX века произошло принципиальное изменение системы управления рыбохозяйственным комплексом и резкое сокращение бюджетного финансирования отрасли, повлекшее за собой сворачивание рыбохозяйственных исследований: общее количество ежегодных экспедиций уменьшилось с 503 до 97 (в том числе за пределами зоны национальной юрисдикции с 60 до 3). В условиях дефицита финансирования встал вопрос об определении приоритетных направлений развития отраслевой науки и необходимости разработки нового подхода к ее финансовому и материально-техническому обеспечению.

В это же время сформировалась новая система "квазибюджетного" финансирования отраслевых исследований через централизованное выделение дополнительных "научных" квот на вылов ВБР (кроме квот, минимально необходимых для научной оценки запасов ВБР), реализация которых рыбопромышленникам давала возможность получить средства для финансирования научных разработок. Такой подход, при ряде очевидных недостатков, позволил сохранить кадровый потенциал рыбохозяйственных научных институтов и продолжить рыбохозяйственные исследования. Однако подобное суррогатное финансирование научных организаций вследствие его недостаточности и низкой эффективности привело к сворачиванию многих направлений научно-исследовательских работ и, как следствие, к заметному снижению сырьевой базы российской рыбной промышленности.

Основные силы и средства отраслевой науки направлялись на ресурсные исследования в первую очередь высоколиквидных запасов ВБР, тогда как низколиквидные биологические ресурсы, в том числе пресноводные, изучались по "остаточному" принципу. Подобный подход к ресурсным исследованиям с неизбежностью приводит к слабому освоению большинства ВБР в районах российской юрисдикции. Что касается других приоритетных направлений рыбохозяйственных исследований - экологии и мониторинга ВБР, аквакультуры, технологии переработки ВБР, информатизации и экономики отрасли, промышленного рыболовства - то и они финансируются в недостаточном объеме. Еще одной проблемой отраслевой науки является краткосрочность планирования - в большинстве случаев программы научно-исследовательских работ утверждались на один год.

Очевидно, что при таком подходе отраслевая наука не могла обеспечить не только инновационного рывка, но даже элементарной защиты интересов российского рыболовства при диалоге с развитыми рыболовными странами. В то же время конкуренция за ВБР в Мировом океане в связи с развитием техники промысла и технологии переработки резко возросла. В настоящее время в Мировом океане практически не осталось районов с нерегулируемым международными организациями рыболовством.

За последние 20 лет, начиная с 1990 года, отечественный вылов за пределами зоны национальной юрисдикции сократился с 4,8 млн.тонн до 0,8 млн.тонн. Общий объем добычи ВБР также снизился более чем на 50% (с 6,93 млн.тонн до 3,72 млн.тонн). Запасы ВБР, пользующихся повышенным спросом на мировом рынке, были существенно подорваны из-за чрезмерной эксплуатации. В депрессивном состоянии находятся запасы ценных ВБР, некоторых видов дальневосточных крабов, под угрозой исчезновения - осетровые виды рыб.

В 2008 году, после внесения изменений в статью 21 Федерального закона от 20 декабря 2004 года N 166-ФЗ "О рыболовстве и сохранении водных биологических

ресурсов", "квазибюджетная" система финансирования отраслевой науки за счет реализации "научных" квот была ликвидирована. Начиная с 2009 года, выделялись средства федерального бюджета, минимально необходимые для проведения рыбохозяйственных исследований. Однако вследствие последующего 30% секвестирования бюджетных средств, а также отсутствия законодательно установленного порядка уничтожения ВБР (после изъятия в научных и контрольных целях для оценки запасов ВБР) и неразвитости самой технической системы уничтожения десятков тысяч тонн таких ВБР, количество научных экспедиций по изучению запасов и динамики численности объектов рыболовства было резко сокращено.

Помимо этого, за последнее десятилетие накопился целый ряд других проблем научного обеспечения рыбохозяйственного комплекса России, которые требуют своего решения.

Основное количество судов научно-исследовательского флота отрасли - физически изношенные и морально устаревшие, построенные по проектам 1970-1990-х годов, имеющие крайне высокие показатели энергозатрат. По своим технико-эксплуатационным характеристикам они не отвечают современным требованиям, предъявляемым к научно-исследовательским судам. Среди рыбохозяйственного научного флота 79% судов имеют возраст старше 20 лет, а самое старое научно-исследовательское судно построено в 1949 году. Приборная база российской рыбохозяйственной науки отстает от мирового уровня на 15-20 лет.

Возрастающие объемы информации, компьютеризация научных исследований и задачи оперативного управления рыбным хозяйством страны ставят информатизацию рыбохозяйственной деятельности в ряд наиболее актуальных проблем, стоящих перед российским рыбным хозяйством и наукой.

В 1991-2009 годах произошло снижение конкурентоспособности вырабатываемых в отечественной рыбохозяйственной отрасли товаров и услуг, в том числе вследствие отсутствия системы эффективного внедрения научных разработок и недостаточного развития инноваций.

Многokратное сокращение финансирования отраслевой науки вызвало потерю интереса молодых специалистов к работе в системе научных институтов рыбного хозяйства и соответственно старение научных кадров, а также привело к недостатку высококвалифицированных специалистов, потребность в которых в связи с усложняющимися задачами рыбохозяйственной науки возросла.

В результате возникших проблем организации и финансирования отраслевой науки, Россия теряет позиции в Мировом рыболовстве, спустившись за период с 1985 года по 2007 год со второго на восьмое место в Мире по вылову и с 13 на 26 место по производству продукции аквакультуры.

Вместе с тем значительный потенциал запасов ВБР России, богатый опыт исследований в целях устойчивого обеспечения отрасли сырьевыми рыбными ресурсами являются естественным конкурентным преимуществом в мировой экономике, которое может быть реализовано, в том числе, за счет инновационного развития рыбохозяйственной науки на основе разработанной концепции.

Стратегической целью развития отраслевой науки должно стать достижение мирового лидерства в рыбохозяйственных научных исследованиях и инновациях, что, в свою очередь, позволит российскому рыболовству занять весомую позицию в развивающейся системе мировой экономики и защитить российские интересы в районах национальной юрисдикции и в Мировом океане.

Анализ современного состояния российской рыбохозяйственной науки позволяет определить основные проблемы, препятствующие ее развитию и сдерживающие эффективное и рациональное ведение рыбохозяйственной деятельности:

1) отсутствие утвержденных приоритетов и мероприятий по обеспечению отечественного рыбохозяйственного комплекса сырьевыми ресурсами в зоне российской юрисдикции, а также за пределами зоны национальной юрисдикции;

2) несовершенство нормативных правовых основ научного обеспечения развития рыбохозяйственного комплекса России, в части регулирования:

ресурсных исследований, а также государственного мониторинга ВБР и среды их обитания;

- развития аквакультуры;

- технологий переработки ВБР;

3) моральное и физическое старение научно-исследовательских судов, недостаточный уровень оснащения рыбохозяйственной науки современным научным оборудованием;

4) отсутствие эффективной системы мониторинга качества и безопасности ВБР (в том числе в районах промысла) и продукции из них, а также необходимой материальной базы (приборы, лаборатории, суда);

5) отсутствие единой информационной среды в области рыбного хозяйства для решения задач стратегического и оперативного планирования, а также управления отраслью;

6) отсутствие эффективных механизмов внедрения научных разработок и развития инноваций;

7) отсутствие необходимого по объему и гарантированного на долгосрочную перспективу финансирования научных исследований;

8) несовершенство организационно-правовой формы и хозяйственной деятельности отраслевых научных организаций;

9) снижение количества высококвалифицированных специалистов и старение научных кадров в рыбной отрасли.

Эффективное развитие рыбохозяйственной науки во многом предопределяет возможность достижения целей и задач, а также показателей и целевых индикаторов, предусмотренных Федеральной целевой программой "Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах", а также Концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года.

Вопросы для самоконтроля.

1. Цель концепции развития
2. Результаты анализа рыбохозяйственной деятельности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Серветник, Г.Е.** Научное обеспечение рыбоводства на сельскохозяйственных предприятиях./ Г.Е. Серветник, Н.П. Новоженин// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех» 2001 - Ч.2

- 192с.

2. **Сечин, Ю.Т.** Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Ю.Т. Сечин– Калуга.: «Эйдос» 2010. – 204 с.

Дополнительная

1. **Аксютин, З.М.** Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях / З.М. Аксютин - М.: Пищевая пром-ть, 1968. - 289 с.

Лекция №2.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ДО 2020 ГОДА

Целью развития рыбохозяйственной науки является научное обеспечение повышения уровня потребления ВБР населением России, рационального неистощительного использования ВБР, повышение эффективности работы предприятий рыбной промышленности.

Достижение данной цели развития рыбохозяйственной науки требует решения следующих задач:

1) разработка государственной стратегии и мероприятий для обеспечения рыбохозяйственного комплекса сырьевыми ресурсами, включая научные основы повышения эффективности использования ВБР в районах национальной юрисдикции и за их пределами, развитие любительского и спортивного рыболовства (далее - рекреационного), аквакультуры и малоотходных технологий переработки ВБР;

2) совершенствование нормативной правовой базы в области рыбного хозяйства, в том числе:

- внесение изменений в Федеральный закон от 20 декабря 2004 года N 166-ФЗ "О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов" в части совершенствования правовых основ изучения и сохранения ВБР;

- принятие Федерального закона "Об аквакультуре";

- внесение изменений в положение о Федеральном агентстве по рыболовству, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июня 2008 года N 444, в части расширения полномочий по регулированию и исследованиям в области аквакультуры и технологий переработки ВБР;

3) строительство и оснащение современным научным оборудованием 27 научно-исследовательских судов (в том числе 4 больших, 6 средних и 17 малых), предусмотренное Федеральной целевой программой "Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах" по направлению: "Строительство флота для государственных нужд", а также развитие приборной базы рыбохозяйственных научных организаций за счет средств федерального бюджета;

4) разработка стратегии и межведомственного плана мероприятий обеспечения качества и безопасности ВБР и продукции из них путем создания соответствующей системы мониторинга, а также материальной базы и инфраструктуры для его обеспечения;

5) финансовое и научно-техническое обеспечение развития информационных ресурсов рыбохозяйственной отрасли для принятия управленческих решений по эффективной организации рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов;

6) создание инновационных научно-производственных рыбохозяйственных объединений и бизнес-инкубаторов, совершенствование механизмов внедрения научных разработок в области рыбного хозяйства (в том числе развитие различных форм государственной поддержки предприятиям, внедряющим ресурсосберегающие технологии добычи, переработки и воспроизводства ВБР, а также технологии аквакультуры);

7) обеспечение необходимого по объему и гарантированного в долгосрочной перспективе бюджетного финансирования научных исследований для инновационного пути развития отраслевой науки;

8) создание долгосрочной программы научно-исследовательских работ, реформирование хозяйственной деятельности и организационно-правовой формы отраслевых научных организаций;

9) интеграция отраслевой науки и образования путем создания научно-образовательных центров для эффективной подготовки и повышения квалификации кадров рыбохозяйственной сферы, в том числе отраслевой науки.

Развитие рыбохозяйственной науки в 2010-2020 годах будет проходить в 3 этапа (в соответствии с этапами реализации Концепции развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года, различающиеся по условиям и основным факторам развития:

первый этап - 2010-2012 годы;

второй этап - 2013-2017 годы;

третий этап - 2018-2020 годы.

Первый этап реализации Концепции (2010-2012 годы) характеризуется созданием условий и предпосылок для ускоренного развития конкурентных преимуществ российской рыбохозяйственной науки на мировой арене. Для этого предполагается необходимым:

- продолжить совершенствование нормативной правовой базы в области рыбного хозяйства с целью расширения географии и повышения качества научных исследований в области оценки запасов ВБР, регулирования рыболовства, а также исследований и разработок в области аквакультуры и технологий переработки ВБР;

- построить, оснастить научным оборудованием и ввести в эксплуатацию большую часть научно-исследовательского флота отрасли, строительство которого предусмотрено Федеральной целевой программой "Повышение эффективности использования и развитие ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 годах";

- разработать и утвердить Комплексную целевую программу научных исследований в интересах рыбного хозяйства Российской Федерации на пятилетнюю перспективу, как первый необходимый шаг для стабилизации и реформирования отраслевых научно-исследовательских организаций;

- изыскать возможность выделения из федерального бюджета средств для развития кадрового и материально-технического потенциала отраслевой науки;

- консолидировать усилия отраслевой и академической науки путем усиления взаимодействия научно-исследовательских организаций отрасли с профильными институтами Российской Академии наук.

В ходе первого этапа реализации Концепции увеличение сырьевой базы российского рыболовства предполагается, в первую очередь, за счет повышения степени освоения и эффективности использования ВБР в российской зоне юрисдикции. Нарастивание вылова произойдет в том числе за счет решения ряда организационно-правовых и технологических проблем, препятствующих в настоящее время развитию российских рыбохозяйственных исследований.

Также произойдет увеличение российских национальных квот добычи (вылова) ВБР в других районах Мирового океана за счет повышения качества научного обеспечения работы российских делегаций на международных переговорах в области рыболовства.

Развитие аквакультуры и технологий переработки на первом этапе предполагается усилить за счет создания материально-технической базы исследований по данным направлениям, а также за счет совершенствования нормативной правовой базы.

Второй этап реализации Концепции (2013-2017 годы) характеризуется существенным повышением качества научного обеспечения эффективного и неистощительного использования ВБР и сохранения среды их обитания, как в российской зоне юрисдикции, так и за ее пределами, на основе перехода исследований на новую технологическую базу, включая применение современных методов и оборудования для рыбохозяйственных исследований, результатов комплексных экспедиций, выполненных на новых научно-исследовательских судах, новых научных методов прогнозирования динамики сырьевой базы.

Планируется завершение строительства, оснащение современным научным оборудованием и ввод в эксплуатацию нового научно-исследовательского флота. Новый научно-исследовательский флот, оснащенный конкурентно способным научным оборудованием, предполагается использовать для исследований как в российской исключительной экономической зоне, так и за ее пределами, что приведет к расширению районов исследований и повышению их качества. Это, в свою очередь, позволит увеличить точность прогнозирования состояния запасов ВБР, усилит научное обоснование интересов отечественного рыболовства в рамках международных договоров Российской Федерации, существенно расширит сырьевую базу российского рыболовства и усилит роль России в решении проблем управления рыболовством в Мировом океане.

Наращивание объемов российского вылова в открытых районах Мирового океана позволит, в том числе на порядок увеличить объемы производства рыбной муки, что создаст базу для осуществления рывка в развитии аквакультуры (за счет использования рыбной муки для производства необходимых кормов для объектов аквакультуры).

Интенсификация развития искусственного воспроизводства наиболее ценных объектов рыболовства, с расширением количества поддерживаемых методами аквакультуры видов и популяций. Эти меры, реализуемые на базе новейших научных достижений, позволят существенно увеличить сырьевую базу российского рыболовства и повысить ее устойчивость за счет увеличения биоразнообразия воспроизводимых ВБР.

Предполагается также масштабное развитие рекреационного рыболовства как наиболее простого и экономически эффективного способа повышения уровня потребления рыбы населением Российской Федерации.

Планируется в основном завершить научно-техническое обеспечение развития информационных ресурсов рыбохозяйственной отрасли для принятия эффективных управленческих решений по организации рыболовства и сохранению ВБР.

Формирование научно-программной, материально-технической, финансовой и информационной базы рыбохозяйственной науки, запланированное на втором этапе реализации Концепции, создаст предпосылки для изменения организационно-правовой формы отраслевых научно-исследовательских организаций в начале третьего этапа реализации Концепции.

Таким образом, на втором этапе предполагается завершение создания необходимой научной основы для осуществления инновационного рывка в развитии рыбохозяйственной отрасли.

Третий этап реализации Концепции (2018-2020 годы) будет характеризоваться выходом Российской Федерации на лидирующие позиции среди ведущих в области рыбного хозяйства мировых держав: по вылову на третье место, по производству продукции аквакультуры на девятое. Развитие научно-технического потенциала отрасли

обусловит расширение передовых позиций российской рыбохозяйственной науки по всем приоритетным направлениям научных исследований.

Инновационное развитие и сохранение лидирующих позиций в рыбохозяйственной науке будет осуществлено за счет обеспечения высокого уровня научных исследований, обновления научных кадров и повышения их квалификации, эффективного внедрения научных разработок за счет широкого развития научно-производственных рыбохозяйственных объединений, генно-инженерных центров и бизнес-инкубаторов.

На данном этапе будут реализованы все предпосылки для масштабного развития национальной аквакультуры (потенциал производства продукции из ВБР от 700 до 1000 тыс.тонн в год). Также будет продолжаться увеличение вылов ВБР в зоне российской юрисдикции и за ее пределами. Общий объем запасов ВБР для ежегодной добычи (вылова) к 2020 году при оптимальном сценарии развития рыбохозяйственной науки может достигнуть 6,2 млн.тонн.

Вопросы для самоконтроля.

- 1.Этапы развития
- 2.Методы развития рыбоводства
- 3.Теоретическое и экспериментальное обоснование научного подхода в рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с. ISBN: 978 -5-953-20737-9
2. **Чебанов, М.Е.** Ультразвуковая диагностика осетровых рыб/ М.Е. Чебанов - Краснодар: «Просвещение-Юг»,2010 – 136 с. ISBN: 978-5-93491-323-7

Дополнительная

3. **Войнова, Н.В.** Новые технологии в рыбохозяйственных исследованиях/ Н.В. Войнова, В.А. Чистяков, И.В. Корниенко, В.А. Барминцев - Ростов-на-Дону: «Эверест» 2002. - 112с.

Лекция №.3

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Среди факторов, ведущих к успеху при проведении опытов, едва ли не самую большую роль играет овладение современными методами научно-исследовательской работы и умелое их применение.

Знание методики проведения опыта имеет общеобразовательное значение и необходимо не только ученому, но и специалисту производства. Руководитель производства для решения проблем на предприятии все чаще должен прибегать к постановке опытов. А для этого он обязан владеть определенными методами. Но и это еще не все. На протяжении всего периода трудовой деятельности специалисту приходится знакомиться с публикуемыми в трудах научных учреждений и в журналах отчетами по различным опытам, нередко имеющим взаимопротиворечивые выводы. Ему самостоятельно надлежит решать, результаты х работ взять для практического внедрения. Только знание методики опытного дела даст ему возможность правильно оценить, на какие выводы можно положиться, и приступить к использованию новых научных положений в производстве, а какие имеют еще небольшую вероятность и нуждаются в дополнительной экспериментальной проверке.

Что является главным в исследовании? — спрашивал Г. И. Диккерсон (1963) и отвечал: «Постановка неразрешенной Проблемы, классификация подходящих фактов, необходимость различать факты от предположений, сформулировать рабочую гипотезу, наметить и осуществить эффективные опыты, чтобы проверить обоснованность гипотезы».

Успех научной деятельности обусловлен прежде всего знанием того, что в данной области было сделано другими исследователями, а также умением правильно поставить вопрос на исследование. Последнее же зависит не только от изучения современного состояния науки той или иной области, но и от умения разобраться в том, что в данное время действительно нужно практике от науки. Правильно определить формы и методику исследования, осмыслить данные исследования и сделать из них точные выводы — таковы последующие требования к экспериментатору.

Основой науки, ее объективной базой служат факты. Однако, как ни велико значение фактов, сами они еще не составляют науки, которая решает свои задачи путем эмпирического изучения фактов, теоретического их обобщения с помощью абстрактного научного мышления и практической проверки существующих положений и выводов.

Процесс научного исследования включает в себе два взаимно дополняющие направления: 1) приемы наблюдения и обобщения биологических и производственных явлениях рыбоводстве 2) приемы экспериментального исследования.

В результате наблюдений в рыбоводстве, как одной из древних областей человеческой деятельности, в ходе исторического развития накоплено большое число фактов, многие из которых и в настоящее время составляют основу нашей науки.

От наблюдений переходят к производственному опыту, а через него к научному эксперименту. В отличие от методов простого наблюдения, где объект исследования остается в его естественной обстановке методы опыта основываются на искусственном изменении условий жизни рыбы. Поэтому рыбоводство необходимо рассматривать как огромный и непрерывно продолжающийся опыт, в результате которого были

получены основные знания об изменяющейся природе рыб, их закономерных отношениях с факторами внешней среды.

На первом этапе развития рыбоводства, когда человек еще сознательно не ставил цели исследовать закономерности природы, накопление знаний шло путем наблюдения на базе хозяйственной деятельности. Эта форма наблюдения оказалась более радикальной, чем простое наблюдение дикой природы. Постоянное разведение основных видов рыб создавало возможность иметь повторные и много кратные наблюдения, что повышало достоверность знаний, добытых данным путем. Но производственное наблюдение еще нельзя назвать опытом. Осуществлялось оно в значительной степени пассивно, то есть путем регистрации и анализа ассоциаций между явлениями при неудачах.

В результате таких наблюдений накапливались некоторые эмпирические знания относительно возможного предупреждения и ликвидации последствий различных отрицательных явлений, но они еще не давали знаний рассчитанных на перспективу развития.

Опыт в рыбоводстве возникает в тот период, когда в следствии изменившихся производственных условий появляется сознательная цель – выявить связи между явлениями в жизни рыб.

Фиксация результатов наблюдения.

Результаты наблюдений лишь , тогда могут быть полезными для науки, если они будут соответствующим образом описаны. Процесс описания, с одной стороны, должен объективно отражать существенное в наблюдаемых явлениях, и с другой — быть сознательно связан с определенной теорией. Даже когда описание проводится механическими средствами, например фотографированием, исследователь не просто фиксирует всякую структуру, какая попадет ему под руку, а выбирает типичное для фотографирования. Процесс же выбора типичного включает научные представления исследователя о предмете. Для того чтобы и научные представления выработались у исследователя с учетом ими большого разнообразия, какое наблюдается в природе, он должен видеть много аналогичных явлений.

Далее исследователь должен провести сравнение наблюдаемых явлений и предметом и лишь в результате такого процесса познания объективной действительности выделить существенные стороны явлений, определить типичные образцы, учесть частоту и описать обстоятельства их встречаемости. Только в этом случае описание может считаться научно-исследовательским в отличие от простого описания, как следствия пассивного фиксирования каких-либо редких или удивительных явлений природы.

Научно-исследовательское описание наблюдаемых явлений или предметов может быть разных форм. Это или *структурное* описание (внешние и внутренние формы, конституция животного, орудия труда, их взаимное соотношение и топографическое расположение), или *функциональное* (процессы биологической жизни, процессы производства и их взаимодействию), или *генетическое*, когда описывают процессы генезиса или развития (индивидуальное или племенное) отдельных гидробионтов, линий, пород и т. д. или историю форм производственных процессов.

Описание называют *полным*, если освещаются все элементы составляющие данное явление. Например, при исследовании скелета рыбы объектом измерения и описания служат все кости. Но такой подход (полное описание всех элементов) возможен лишь в том случае, если элементы, составляющие объект исследования оказываются доступными исследователю, если их сравнительно небольшое количество

и, главное, если описание всех элементов действительно нужно для данного исследования. В большинстве же случаев ограничиваются *выборочным* исследованием необходимого комплекса элементов. И вот тут-то, чтобы не сделать ошибки и требуются большая научная эрудиция и наблюдательность, умение выбрать для исследования главные признаки.

Классификация и измерение.

Научное описание фактов, далее предполагает такую форму, которая позволила бы сравнивать их с аналогичными фактами, добытыми другими исследователями, подвергать их систематизации и классификации.

Таким образом, наблюдение выдвинуло два технических приема исследований: классификацию и измерение. Явления определенной группы только тогда можно исследовать, если их упорядочить то есть определенным образом классифицировать. Упорядоченные явления можно определить более точно и в деталях путем различных измерений (весовых, объемных, линейных и т. д.). Благодаря измерениям наблюдения все более принимали техническую форму и становились более значимыми для производства. В результате измерений накапливалась масса цифр, операция с которыми предполагала использование математики.

Классификация и измерение используются и в современной экспериментальной науке, но теперь их проводят иначе. Измерение ведут с помощью большого количества разнообразных приборов и приспособлений.

Измерение есть процесс сравнения данной величины с каким-либо образцом (шаблоном), принятым за единицу. Познавательное значение измерения увеличивается, если оно проводится в ходе процесса, а не только в его начале и конце. Различные типы измерений (классы, подклассы, виды) приведены в таблице 1.

Таблица 1. Типы Измерений

Класс признак	Подкласс, вид
1. Количество однотипных измерений	1-1 Разовые 1-2 Многоразовые 1-2-1 Равноточные 1-2-2 Неравноточные 1-2-3 Дискретные 1-2-4 Непрерывные
2. Отношение к измеряемой величине	2-1 Прямые 2-2 Косвенные
3. Связи измерений	3-1 Синхронные 3-2 Несинхронные

Точность измерений (то есть степень соответствия полученного результата действительному значению величины) определяет надежность исследования, его эффективность. Известно, что самые совершенные приборы не дают возможности точно определить измеряемую величину. Каждое новое измерение при его повторении то в большей, то несколько в меньшей степени приближается к истинному значению, причем отклонения могут быть как положительные, так и отрицательные. Другими словами, при измерении происходят ошибки.

Различают абсолютную и относительную ошибки. Под абсолютной ошибкой понимают разность между истинным (действительным) значением величины и результатом наблюдения (измерения). Практически за истинное значение принимают

результат измерения той же величины при помощи более точных или так называемых образцовых приборов.

$$\Delta = x - \alpha \approx \alpha_{\text{обр}} - \alpha,$$

где Δ - абсолютная ошибка;

x - истинное значение величины;

α - результат измерения обычным прибором;

$\alpha_{\text{обр}}$ - результат измерения образцовым прибором.

Под относительной ошибкой понимают отношение ошибки к действительному значению величины:

$$\Delta_1 = \pm \Delta/x, \text{ где}$$

Δ_1 - относительная ошибка;

Δ - абсолютная ошибка;

x - действительное (истинное) значение измеряемой величины.

Относительная ошибка может быть выражена в процентах к действительному значению величины:

$$\Delta_2 = \pm \Delta/x \cdot 100.$$

Следует, однако, иметь в виду, что действительное (истинное) значение величины не может быть измерено. Но современные приборы и аппараты позволяют довести Δ до незначительной величины, так что x практически будет равен $\alpha_{\text{обр}}$. В таком случае относительную ошибку можно определить так:

$$\Delta_1 = \pm \Delta/\alpha_{\text{обр}}$$

$$\Delta_2 = \pm \Delta/\alpha_{\text{обр}} \cdot 100$$

Причины ошибок разнообразны. Они могут возникать вследствие недостаточной опытности экспериментатора, дефектов его личных качеств (слух, зрение и т. д.), несовершенства или неотрегулированности прибора (энергичность, износ, старение, трение и т. д.), несоответствия или изменения условий внешней среды (температура, давление, относительная влажность воздуха, колебания электрических и магнитных полей и т. д.).

Ошибки называют *систематическими*, если их можно определить количественно и внести соответствующие поправки к показаниям приборов. Для этого необходимо вести тщательную проверку и калибровку используемых в эксперименте приборов. Затем следует создать необходимые условия для работы приборов, правильно их отрегулировать и провести тщательный уход за ними. На основе сверки прибора с приборами высокой точности устанавливают шкалу поправок к его показаниям. Прибор должен быть проверен как минимум в начале и в конце исследования, желательна также проверка его и в ходе исследования.

Ошибки называют *случайными*, если их нельзя предусмотреть и количественно учесть. Они появляются при измерении одного и того же объекта в тождественных условиях, но результат измерений каждый раз в последних значащих цифрах

различается. В практике исследовательской работы определяют предельную случайную ошибку (Δ_n):

$$x - \alpha < \Delta_n$$

При этом имеется в виду, что соблюдены все правила проверки и подготовки прибора и измерения и устранены систематические ошибки. В том случае, если систематическая ошибка не устранена, предельная ошибка возрастает на эту величину.

Истинное значение измеряемой величины находится в пределах от $\alpha - \Delta_n$ до $\alpha + \Delta_n$, что можно записать так: $x = \alpha \pm \Delta_n$

Предельная относительная ошибка будет равна

$$\Delta_1 = \Delta_n (\alpha) / \alpha_{\text{обр}}$$

или

$$\Delta_2 = (\Delta_n (\alpha) / \alpha_{\text{обр}}) \cdot 100$$

При вычислении относительной ошибки берут наибольшую величину, которую можно встретить при многократном измерении объекта применяемым прибором.

Кроме предельной ошибки, устанавливают ошибку статистическую. Процедура вычисления последней определяется правилами математической статистики. Для того чтобы максимально приблизиться к истинному значению измеряемой величины, желательно в тождественных условиях измерение повторить несколько раз и затем вычислить среднеарифметическое. Чем большее число раз проведено измерение, тем меньше случайная ошибка среднеарифметического. Количество необходимых измерений обуславливается величиной рассеяния и заданной точностью измерений: чем больше рассеяние (разброс) и чем большая точность требуется в измерении, тем большее число раз надо провести измерение данной величины.

Необходимая точность измерений определяется характером эксперимента и свойствами объекта. Она должна быть целесообразно, и в то же время недостаточная точность измерений обесценивает проводимое исследование.

Вопросы для самоконтроля.

1. Определение опыта
2. Виды опытных исследований.
3. Определение погрешности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с. ISBN: 978 -5-953-20737-9
2. **Чебанов, М.Е.** Ультразвуковая диагностика осетровых рыб/ М.Е. Чебанов - Краснодар: «Просвещение-Юг», 2010 – 136 с. ISBN: 978-5-93491-323-7

Дополнительная

1. **Куликов, А.С.** Обследование водоемов комплексного назначения и некоторые аспекты экспресс-методики определения естественной рыбопродуктивности/ А.С. Куликов, Е.Н. Куликова// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех», 2001 - Ч.2 - 192с.
2. **Лабенец, А.В.** Вермикультура - альтернативный источник корма для молодежи высокоценных видов рыб/ А.В. Лабенец// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех» 2001 - Ч.2 - 192с.

Лекция №.4

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЕДЕНИЯ ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА

4.1. Методологические основы ведения прудового рыбного хозяйства

Роль прудового рыбоводства в АПК страны следует рассматривать с различных позиций, прежде всего с экономической, социальной и экологической. Весьма важным является и то, что аквакультура находится в интегральной взаимосвязи с другими отраслями АПК страны в качестве поставщика кормовой продукции для животноводства и птицеводства, сырья и полуфабрикатов для пищевой, медицинской и легкой промышленности.

Прудовое рыбоводство в России подразделяется на две основные формы. Первая, наиболее простая форма - экстенсивное прудовое рыбоводство. Оно основывается преимущественно на использовании естественной продуктивности прудов. Объем выращивания рыбы при экстенсивной форме ведения хозяйства зависит от двух показателей: площади эксплуатируемых прудов и их естественной продуктивности.

В отличие от экстенсивной, при интенсивной форме прудового рыбоводства общее количество получаемой товарной рыбы определяется не только площадью эксплуатируемых прудов, но и повышением продуктивности за счет удобрения прудов и использования искусственных кормов. Интенсивная форма прудового рыбоводства позволяет существенно расширять объемы выращивания товарной рыбы при относительно ограниченном росте прудовых площадей

Производство товарной рыбы включает следующие основные технологические процессы: получение личинок, выращивание и зимовку рыбопосадочного материала, товарное выращивание. Технология разведения и выращивания карпа основывается на получении потомства на основе естественного нереста в нерестовых прудах. Естественный нерест имеет ряд недостатков: зависимость от погодных условий, качества подготовки прудов, колебания уровня воды, развития водной растительности.

В последние годы большое развитие получает заводской способ воспроизводства карпа. Он имеет ряд преимуществ:

- подготовка производителей к нересту;
- получение зрелых половых продуктов;
- искусственное осеменение (оплодотворяемость - 80 %).

Необходимые условия, способствующие эффективному ведению прудового рыбоводного хозяйства:

- Источник водоснабжения достаточной мощности с хорошим качеством воды круглый год.
- Самотечное водоснабжение прудов всех категорий.
- Благополучная санитарно-эпизоотическая обстановка.
- Наличие минеральных и органических удобрений.

- Наличие хорошей естественной кормовой базы и достаточного количества искусственных кормов.
- Соответствие между климатической зоной, в которой расположено хозяйство, и культивируемыми видами.
- Стабильный источник рыбопосадочного материала (организация собственного питомника или возможность закупки качественного посадочного материала).
- Наличие удобных подъездов, дорог с твердым покрытием внутри хозяйства.
- Наличие живорыбных садков, бассейнов, иных сооружений, позволяющих содержать и продавать товарную рыбу круглый год.
- Наличие собственной сети сбыта живой рыбы или продуктов ее переработки.
- Наличие собственного живорыбного автотранспорта, достаточного для реализации выращенной продукции и завоза рыбы из других хозяйств.

4.2. Функциональные составляющие деятельности прудового хозяйства

Исходя из конкретных природно-экологических условий можно применить ту или иную методику биотехнологического процесса по выращиванию рыбы. Комбинируя возможные технологические варианты по циклам, можно составить более 500 различных технологических приемов (табл. 4.1.)

Схемы хорошо себя зарекомендовавшие:

1. Схема традиционного товарного выращивания рыбы в двухлетнем обороте в прудах с выходом 12-25 ц/га:



Каждая стадия производства- получение личинок, подращивание и т.д. имеет несколько вариантов. Эти варианты с помощью таблицы 1 могут быть записаны следующим образом:

А 1-6 → Б 1-6 ➔ 1,2,4,5 ➔ 1,2 ➔ 1,6

Эта технология может выполняться 20 вариантами.

2. Схема непрерывного выращивания рыбы в двухлетнем обороте в прудах с выходом 50-70 ц /га за два года по методу А.Г. Бекина:

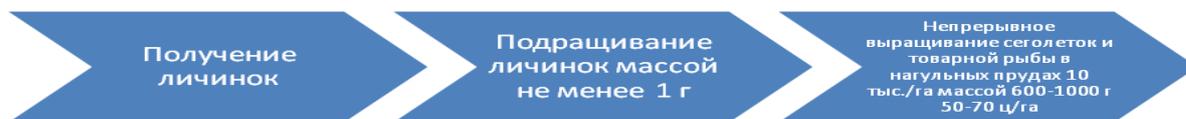


Таблица 4.1 - Варианты технологической схемы производства товарной рыбы

Варианты	А Получение личинок карпа	Б Подращивание личинок	В Выращивание сеголеток (первый год)	Г Зимовка сеголеток	Д Выращивание на втором году	Е Зимовка двухлеток	Ж Выращивание на третьем году
1	В нерестовиках в обычные для зоны сроки	В нерестовиках в обычные для зоны сроки	В выростных прудах	В зимовальных прудах в обычном для зоны температурном режиме	В нагульных прудах и других водоемах с кормлением комбикормами при уплотненных посадках	В зимовальных прудах в обычном для зоны температурном режиме	В нагульных прудах и других водоемах с кормлением комбикормами при уплотненных посадках
2	В нерестовиках в ранние сроки (подогрев воды, пленочные др. покрытия и т.д.)	В лотках и бассейнах при обычной для зоны температуре	В лотках и бассейнах при обычной температуре для зоны	В зимовальных прудах в обычном для зоны температурном режиме	В водоемах без кормления при разреженных посадках	В зимовальных бассейнах (в контролируемых условиях)	В водоемах без кормления при разреженных посадках
3	В инкубаторе в обычные для зоны сроки	В личиночных прудах с применением пленочных покрытий	В нагульных прудах и др. водоемах с кормлением комбикормами	В нагульных прудах (осеннее зарыбление, непрерывное выращивание)	В лотках, садках и бассейнах при обычной для зоны температуре	В нагульных прудах (осеннее зарыбление, непрерывное выращивание)	В лотках, садках при обычной для зоны температуре
4	В инкубаторе в ранние для зоны сроки	В лотках, бассейнах с регулированием температуры в любые сроки	В лотках, бассейнах и садках с подогревом воды до оптимальной температуры	В нагульных водоемах (озерах, ВНК и др.)	В лотках, садках и бассейнах при частичном подогреве воды	В нагульных водоемах (озерах, ВНК и др.)	В лотках, садках и бассейнах при частичном подогреве воды
5	В инкубаторе в любые сроки	В мальковых прудах	В сетчатых садках при обычной для зоны температуре с кормлением	В условиях подогретых вод с кормлением	В лотках, садках и бассейнах в регулируемых условиях	В условиях подогретых вод с кормлением	В лотках, садках и бассейнах в регулируемых условиях
6	Приобретение личинок на стороне	Зарыбление без подращивания	В нагульных водоемах без применения кормов	Летне-осенняя реализация с применением селективного лова	В комбинации с водоплавающей птицей, в составе аквасевооборота	Летне-осенняя реализация с применением селективного лова	В комбинации с водоплавающей птицей, в составе аквасевооборота

Варианты с помощью приведенной таблицы могут быть записаны следующим образом:

А 2,4,5,6 → Б 3-5 → В 3 → Г 3 → Д 1 → Е 6

3. Схема трехлетнего выращивания товарной рыбы в прудах с выходом 21-24 ц/га за три года по сумскому методу:

А 1 → Б 6 → В 1 → Г 1 → Д 1 → Е 1 → Ж 1

Эта схема может выполняться в одном варианте.

4. Схема двухлетнего товарного выращивания в малых прудах при сверхуплотненных для зоны посадках с принудительной аэрацией воды и автоматическим кормлением с выходом 50-70 ц/га по методу В.И.Федорченко (12 вариантов):

А 2 - 6 → Б 3-5 → В 1 → Г 1-2 → Д 1

5. Схема двухлетнего выращивания товарной рыбы в прудах при сверхуплотненных посадках с очисткой воды в биопрудах-спутниках с выходом до 100 ц/га по методу В.Я.Пушкаря (13 вариантов):

А 2,4,5,6 → Б 3-5 → В 1,2,5 → Г 1,2 → Д 1

6. Схема двухлетнего товарного выращивания в прудах при обычных плотностях посадки с осенним зарыблением нагульных прудов с выходом до 25 ц/га:

А 1-6 → Б 1-5 → В 1,2,3,4 → Г 4 → Д 1

7. Схема однолетнего товарного выращивания сеголеток в прудах с выходом 13-24 ц/га (6 вариантов):

А 2,4,5 → Б 3,4 → В 3

4.3. Критерии оценки эффективности работы прудового хозяйства

Сущность эффективности прудового хозяйства в общем виде может быть выражена через критерий и показатели. Критерий эффективности прудового рыбоводства – повышение результативности прудового рыбоводства (рис. 4.1).

Лекция №.5

КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ ПО УРОВНЮ ИХ ТРОФИИ

Уровень биологической продуктивности лежит в основе типизации водоемов по уровню трофии. Трофический тип водоема - это интегральная характеристика, определяемая множеством взаимосвязанных физико-химических и биологических процессов. Определение трофического статуса включает использование комплексов признаков, дополняющих друг друга. Уровень биологической продуктивности озер всегда связан с определенными лимнологическими характеристиками того или иного трофического типа, а также с характером водосбора, особенностями гидрографической сети, притоком тепла и другими компонентами, объединенными в единую систему как внутри водоема, так и в системе " водосбор-озеро".

Однако возможно определение трофического типа водоема по небольшому числу показателей и даже одному - наиболее информационному - величине первичной продукции как мере интенсивности процесса новообразования органического вещества (основы трофической пирамиды).

В истории лимнологии можно выделить несколько этапов в развитии типологического направления:

1-ый этап - 20-30-е годы Тинеман и Науман предложили выделить 3 типа озер: **олиготрофный, эвтрофный и дистрофный**. Они показали, что уровень биологической продуктивности (трофии) тесно связан с абиотическими факторами, географическим положением водоема и характером водосбора (субальпийский тип и балтийский тип). Классификация Тинемана определяют как экологическую, т.к. трофический тип строится на связи биологических показателей с абиотическими факторами (глубина, цветность, прозрачность водоема, наличие гипоплимниального (придонного) кислорода, рН, биогены и др.).

Олиготрофный водоем - содержит незначительное количество биогенных веществ, имеют высокую прозрачность, низкую цветность, большую глубину. Развитие фитопланктона слабое. Содержание кислорода лишь немного отклоняется от его нормального насыщения. В водоеме преобладают пастбищные трофические цепи, микроорганизмов мало и цепи разложения выражены слабо.

Эвтрофный водоем - при большей минерализации и повышенном содержании биогенных веществ происходит интенсивное развитие фитопланктона. Низкая прозрачность. В верхних слоях часто возникает избыток кислорода, а у дна - значительный недостаток. Все больше приобретает значение детритные и редуцентные цепи. Они становятся единственными в условиях дефицита кислорода и обилия мертвого органического вещества.

Дистрофный водоем - низкая минерализация, незначительное количество биогенных веществ, обильное содержание гумусовых веществ. Водный гумус состоит из труднорастворимых гуминовых кислот и составляет основную массу растворенного органического вещества в водоемах. Низкое развитие фитопланктона. Растворенное органическое вещество составляет 90-98% и лишь 2-10 % представлено в форме живых организмов и детрита.

Мезотрофный тип - промежуточный тип между олиготрофным и эвтрофным.

Существенным недостатком этой типизации является отсутствие данных о гумифицированных озерах, переходящих из олигогумозных (светлых) в

мезогумозные и полигумозные (темные) типы. Это еще подметил Оле (1934), что шведские дистрофные озера - олиготрофные, а в Германии - эвтрофные. Рутгнер (1952) также указывал, что среди гумозных озер встречаются эвтрофные. Эрнефельт (1958) установил, что дистрофия - не новая категория, которую можно сравнить с 2-мя типами эвтрофным и олиготрофным, а дополнительная. Эвтрофные озера могут быть дистрофными и недистрофными, и олиготрофные - тоже. Берг (1956) указывал, что дистрофный тип фундаментально отличается от других типов водоемов.

В природе нет таких четких градаций и много переходных типов. В природе глина встречается с песком, но это не значит, что не существует отдельно песок и глина. Роде (1942) писал, что главная характеристика дистрофного озера - коричневая вода, содержащая кислый гумус и торфянистые илы. Это - высокоцветные озера. Уровень цветности также зависит от величины рН. С повышением цветности увеличивается рН, как показал Оле (1934).

Hansen (1962) предлагает в качестве критерия для типизации вод соотношение углерода и азота в донных отложениях. Из почвоведения известно, что если $C:N > 10$, то почвы содержат кислый гумус. Если в озерах в донных отложениях $C:N > 10$, то озеро более дистрофное.

Функционирование дистрофных гумифицированных водоемов в значительной степени определяется количеством энергии, поступающей извне с аллохтонным органическим веществом. Структура биоценозов здесь упрощена, в трофических связях преобладают детритно-бактериальные цепи питания. По-видимому, типизацию этой группы следует строить на основе специфики круговорота органического вещества и трофических связей, которые складываются в условиях чрезвычайно низкой интенсивности новообразования автотрофного органического вещества. Это новое перспективное направление в лимнологии.

2-ой этап - 50-60-е годы. Известный лимнолог Оле (1955) предложил новую концепцию трофической типизации озер, поддержанную Эльстером, Роде, Винбергом. Она основана на оценке интенсивности круговорота органического вещества. При этом функциональным показателем является величина первичной продукции фитопланктона и концентрация хлорофилла в воде, между которыми существует прямая корреляция. На этой основе появились первые количественные шкалы, дополненные позже величинами биомассы фитопланктона. Подход был назван продукционно-биологическим или балансовым, основанным на соотношении величин продукции (A) и деструкции (R), предложенный Винбергом еще в 30-е годы. В это время он не привлек еще должного внимания, но в 60-е годы занял свое место. В основе балансового подхода лежит общая биоактивность, оценивающая функционирование водоема в целом. Мерой биоактивности служит "удельная продуктивность", т.е. сумма всех биогенных превращений органического вещества (A+R) в единицу времени на единицу площади.

Классификации, построенные на продукционно-биологической основе, дают возможность не только определить трофический статус водоема по шкалам, но и оценить динамику его состояния, что очень актуально в современной экологической ситуации. Служба мониторинга, используя количественные функциональные показатели, имеет возможность следить за незначительными изменениями в экосистемах даже в пределах одного трофического типа. Границы между отдельными типами, определяемыми по предложенным показателям, условны. Ряд авторов

предложили более дробную классификацию, выделяя ультраолиготрофные и гиперэвтрофные типы или разделяя каждый тип на 2 группы.

3 этап - можно назвать современным. Концепции системной экологии, рассматривающей водоем как единое целое, как организованную систему, в которой тесно взаимосвязаны все ее элементы, позволили сделать значительный шаг в развитии типологического направления. Среди большого числа показателей заметное место стали занимать интегральные. Появились новые классификационные шкалы, в том числе нумерические, предложенные Карлсоном (1977). В основу расчетов трофического индекса Карлсона (TSI) положены тесные корреляции между параметрами водной среды - прозрачностью, концентрации хлорофилла в воде и содержанием общего фосфора.

$TSI = 10 (6 - \log_2 SD)$, где SD -прозрачность

Трофический индекс и связанные с ним параметры (по Carlson, 1977)

Тип водоема	TSI	Прозрачность, м	$p_{\text{общ}}^*$, мг/м ³	Chl "a"*, мг/м ³
Олиготрофный	0	64	0.75	0.04
	10	32	1.5	0.12
	20	16	3	0.34
	30	8	6	0.94
Мезотрофный	40	4	12	2.6
	50	2	24	6.4
Эвтрофный	60	1	48	20
	70	0.5	96	56
Гиперэвтрофный	80	0.25	192	154
	90	0.12	384	427
	100	0.062	768	1183

* В поверхностном слое воды.

Достоинство нумерических шкал состоит в условности численного выражения от 0 до 100

непрерывного ряда трофических состояний. При многочисленных наблюдениях показатели этих шкал позволяют следить за незначительными изменениями в водных экосистемах.

Японские исследователи (Aizaki et al., 1981) сопоставляли трофический индекс с большим числом параметров - сестон, БПК, (биологическое потребление кислорода) числом бактерий, фосфором, органическим углеродом, азотом.

В 80-е годы американскими лимнологами предложен комплексный индекс трофического состояния на основе общего фосфора, хлорофилла, прозрачности (КИТС).

Бульон (1987) - предложил индекс (ИТС), рассчитывающийся по концентрации хлорофилла (С) в воде или скорости фотосинтеза на глубине оптимального фотосинтеза (А):

$$ИТС = 40 - 20 \lg C$$

$$ИТС = 10.4 - 20 \lg A$$

В целом появилось множество классификационных шкал, основанных на гидрологических, гидрохимических и биологических характеристиках водоемов.

Таблица. Типы озер по содержанию хлорофилла, биомассы фитопланктона и первичной продукции (по Китаеву, 1984)

Тип озера	Хлорофилл, мг/л	Биомасса, г/м ³	Продукция, г С/м ² год
Олиготрофное	<1.5-3	0.5-1	<12.5-25
Мезотрофное	3-12	1-4	25-100
Эвтрофное	12-48	4-16	100-400
Гипертрофное	>48	>16	>400

В этой сложной системе не был забыт и экологический подход - виды индикаторы.

Среди биологических показателей по-прежнему приоритетными являются количественные оценки, связанные с развитием фитопланктона (первичная продукция).

Вопросы для самоконтроля.

- 1) Олиготрофный водоем
- 2) Эвтрофный водоем
- 3) Мезотрофный тип
- 4) Функционирование дистрофных гумифицированных водоемов
- 5) Классификации, построенные на продукционно-биологической

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

Меркулова, И.Н. Экономические проблемы прудового рыбоводства: опыт и пути решения / И.Н.Меркулова, И.П. Глебов. - Саратов, 2008. - 163 с.

2. **Козлов, В.И.** Справочник фермера рыбовода / В.И. Козлов. - М. : Изд-во ВНИРО, 1998 - 447 с.

Дополнительная

1. **Киселев, В.К.** Экономика воспроизводства рыбных запасов / В.К. Киселев, Р.А. Киселева. - М. : Изд. «Легкая и пищевая промышленность», 1983. - 192 с.

Лекция №.6

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ

Сапробиологический анализ

Среди биологических методов анализа поверхностных вод сапробиологический анализ занимает одно из главных мест. Прогрессирующее загрязнение водной среды уже в прошлом веке натолкнуло ученых на мысль сравнить растительный и животный мир загрязненных и не загрязненных водоемов, а также выявить роль гидробионтов в превращении разнообразных веществ, поступающих во внутренние и внешние водоемы с отходами человеческой деятельности. Ухудшение качества воды многих водоемов и водотоков поставило перед исследователями задачу разработки систем оценки степени загрязнения по биологическим показателям.

Классификация сапробности вод

- Лимносапробная группа вод
 - **Полисапробная зона** или полисапробные воды с химической позиции характеризуются очень низким содержанием кислорода и большими концентрациями растворенной углекислоты и высокомолекулярных легко разлагающихся бактериями органических веществ - белков, углеводов. В этих водах интенсивно протекают процессы разложения органического вещества с образованием сернистого железа в донных осадках и сероводорода. Население полисапробных зон обладает незначительным видовым богатством, но отдельные виды могут достигать огромной плотности. Аэрофильные организмы полностью отсутствуют. Здесь особенно распространены бесцветные жгутиконосцы и бактерии.
 - **а-мезосапробные воды** характеризуются энергичным самоочищением. В процессах очищения вод от органических загрязнений, принимают активное участие зеленые растения, выделяющие кислород в процессе фотосинтеза. Среди последних встречаются некоторые сине-зеленые, диатомовые и зеленые водоросли. Тут уже могут обитать рыбы, не требовательные к кислородному режиму.
 - **в-мезосапробные воды.** Процессы самоочищения протекают менее интенсивно, чем в а-мезосапробных. В них доминируют окислительные процессы, нередко наблюдается перенасыщенные кислородом, преобладают такие продукты минерализации белков, как аммонийные соединения, нитраты и нитриты. В этих водах разнообразно представлены животные и растительные организмы, среди последних - диатомовые, сине-зеленые и зеленые.
 - **Олигосапробные воды** представлены, например, практически чистыми водами больших озер. Если такие воды произошли путем минерализации из загрязненных вод, то для них характерна почти полная минерализация органических соединений до неорганических компонентов. Содержание органических соединений, как правило, не превышает 1 мг/л. В олигосапробных водах богато представлены многие золотистые и динофитовые.
 - **Ксеносапробные** - это воды чистых горных ручьев, небольших ледниковых рек выходы ключей, обедненные биотой и содержащие минимальные количества минеральных соединений и следы органических веществ.

Границей между двумя группами вод: последней зоной лимносапробных вод (полисапробной) - и первой зоной эусапробных, с точки зрения кислородного режима, является граница между аэробными и анаэробными условиями.

- Эусапробная группа вод
 - **Изосапробная ступень** характеризуется с биологических позиций преобладанием простейших, при сопутствии бесцветных жгутиконосцев и бактерий. Зеленые организмы практически отсутствуют. Наблюдаются анаэробные условия
 - **Метасапробная зона** характеризуется преобладанием бесцветных жгутиконосцев. Отмечается большое количество бактерий. Условия анаэробные, много сероводорода.
 - **Гиперсапробная зона** является зоной преобладания бактерий, грибов, другие организмы полностью отсутствуют.
 - **Ультрасапробная зона** является безжизненной и характеризует наиболее концентрированные сточные жидкости
- Транссапробные воды

Это стоки или природные воды, к которым неприменимо понятие сапробности

 - **Антисапробные воды** - это промышленные сточные воды, содержащие токсические вещества органической и неорганической природы.
 - **Радиосапробные воды** - воды зараженные радиоактивными веществами.
 - **Криптосапробные воды** - характерно подавление сапробности (т.е. процессов разложения органических соединений) физическими факторами среды (высокая или низкая температура) и т.д.

Определение сапробности

В соответствии с разделением всех вод на зоны сапробности среди всего населения водоемов выделяют индикаторные или показательные виды, характеризующие те или иные зоны сапробности:

1. организмы сильно загрязненных вод - полисапробы или полисапробионты;
2. организмы умеренно загрязненных вод - мезосапробионты или мезосапробы;
3. организмы слабо загрязненных вод - олигосапробы или олигосапробионты;
4. организмы совершенно чистых природных вод - ксеносапробы или ксеносапробионты.

В системе сапробиологического анализа существуют специально разработанные списки индикаторных организмов с указанием их принадлежности к той или иной зоне сапробности.

Метод вычисления средней сапробности биоценоза по Кнеппу (1995)

Для применения этого метода нужны результаты качественной и количественной обработки различных сообществ гидробионтов. Заполняют список видов с указанием их обилия по семибалльной шкале.

Затем суммируют баллы олигосапробной и в-мезосапробной зон и баллы а-мезосапробной и полисапробной зон, строят график, отражающий соотношение сумм баллов всех зон сапробности по перечному сечению реки.

В результате соединения соответствующих точек прямыми линиями получается фигура, состоящая из 4-х частей, которая показывает на каждой станции соотношение видов-индикаторов сапробности.

Кроме визуальной оценки с присвоением баллов обилия в качестве значений применяют конкретные величины численности и биомассы индикаторных видов в пробе. Индекс сапробности в ксеносапробной зоне равен 0-0,5; в олигосапробной зоне 0,5-1,5 (чистые воды); в в-мезосапробной - 1,51-2,50 (воды умеренного загрязнения); а-мезосапробной - 2,51-3,50 (тяжело загрязненные), полисапробной зоне 3,51-4,50 (очень

тяжело загрязненные). Заключение об уровне загрязнения воды на створе делается по шестибальной шкале.

Из биологических способов наибольшее распространение получила система оценки состояния вод по индексу токсобности (трофо-сапробности). Токсобность указывает на приспособленность гидробионтов к различным воздействиям, благодаря существованию физиолого-биологических механизмов, выработанных в филогенезе.

Степень загрязненности вод, адекватную токсобности соответственно существующих гидробионтов-индикаторов, определяется на основании экспериментальных и полевых исследований (Жадин, 1964; Алексеев, 1984; ГОСТ 17.1.2.04-77.)

Перспективной системой контроля за состоянием водных экосистем является оценка уровня накопления различных веществ в организмах гидробионтов.

Наиболее перспективными объектами для оценки состояния вод и экосистем, по нашему мнению, являются водоросли - первичное и очень информативное звено трофической цепи. Кроме того, в отличие от других групп гидробионтов, водоросли встречаются практически везде, где есть вода.

При изменении содержания органических веществ в воде изменяется видовой состав водорослей и, как правило, их обилие, то есть виды которые, определенно реагируют на изменение условий окружающей среды, являются видами - индикаторами.

Биоиндикация качества воды

При оценке качества воды необходимо помнить, что проведение соответствующих измерений требует соблюдения определенных принципов.

При первых визитах к реке или другому водоему мы, как правило, задаем описательные вопросы: что, каким образом и где. Функциональные вопросы (почему?) возникают позднее. Эти вопросы гораздо труднее, для ответа на них уже требуется не только измерительная работа, но и работа с литературой и мыслительные усилия.

Из опыта предыдущих полевых работ известно, что многие учащиеся пытаются выполнить все измерения с помощью техники, имеющейся у них с собой. Возвратясь в лабораторию, они испытывают большие трудности, так как реально не представляют, какую информацию они получили. Оказывается, что большинство результатов измерений трудно интерпретировать. Лучше на первых стадиях исследования прочитать об определенных методах исследования, чтобы представлять, на какие вопросы можно получить ответы, как аккуратно провести измерения. Предварительная подготовка и планирование сохранит вам больше времени, чем слепое использование всех методов измерений.

При интерпретации результатов измерений качества воды надо иметь в виду, что результаты измерений верны только по отношению к определенному времени. Днем позднее или ранее результаты измерений могут существенно отличаться. Например, вы можете отметить очень низкую концентрацию нитратов в ручейке или речке в один из дней. Однако, придя на другой день, вы можете отметить чрезвычайно высокое содержание нитратов, так как находящееся неподалеку сельскохозяйственное предприятие вывалило навоз в реку. Таким образом, физико-химические измерения позволяют оценить качество воды только на данный момент.

Присутствие индикаторных видов растений или животных позволяет более глубоко судить о качестве воды в водоеме.

Оценка качества воды водоемов и водотоков может быть проведена с использованием физико-химических и биологических методов. Биологические методы оценки - это характеристика состояния водной экосистемы по растительному и животному населению водоема.

Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Биологический метод оценки состояния водоема позволяет решить задачи, разрешение которых с помощью гидрофизических и гидрохимических методов невозможно. Оценка степени загрязнения водоема по составу живых организмов позволяет быстро установить его санитарное состояние, определить степень и характер загрязнения и пути его распространения в водоеме, а также дать количественную характеристику протекания процессов естественного самоочищения.

Планктон - совокупность живых обитателей водоема, не способных активно передвигаться или медленно передвигающихся, но не противостоящих токам воды.

Фитопланктон - совокупность растительных организмов водоема, не способных активно передвигаться, - важнейший компонент водных систем, активно участвует в формировании качества воды и является чутким показателем состояния водных экосистем и водоема в целом.

Подчеркивая всю важность биоиндикационных методов исследования, необходимо отметить, что биоиндикация предусматривает выявление уже состоявшегося или происходящего загрязнения окружающей среды по функциональным характеристикам особей и экологическим характеристикам сообществ организмов. Постепенные же изменения видового состава формируются в результате длительного отравления водоема, и явными они становятся в случае в случае далеко идущих изменений.

Таким образом, видовой состав живых организмов из загрязняемого водоема служит итоговой характеристикой токсикологических свойств водной среды за некоторый промежуток времени и не дает ее оценки на момент исследования.

В холодное время года системы биологической индикации в гидробиологии вообще не могут быть применены.

При сбросе в водоем токсических веществ, содержащихся в промышленных сточных водах, происходит угнетение и обеднение фитопланктона. При обогащении водоемов биогенными веществами, содержащимися, например, в бытовых стоках, значительно повышается продуктивность фитопланктона. При перегрузке водоемов биогенами возникает бурное развитие планктонных водорослей, окрашивающих воду в зеленый, сине-зеленый, золотистый, бурый или красный цвета ("цветение" воды). "Цветение" воды наступает при наличии благоприятных внешних условий для развития одного, редко двух-трех видов. При разложении избыточной биомассы, выделяется сероводород или другие токсичные вещества. Это может приводить к гибели зооценозов водоема и делает воду непригодной для питья. Многие планктонные водоросли в процессе жизнедеятельности нередко выделяют токсичные вещества. Увеличение в водоемах содержания биогенных веществ в результате хозяйственной деятельности человека, сопровождаемые чрезмерным развитием фитопланктона, называют антропогенным эвтрофированием водоемов.

Каждая группа организмов в качестве биологического индикатора имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют границы ее использования при решении задач биоиндикации.

Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования (заболачивания) водоема.

Зоопланктон также достаточно показателен как индикатор эвтрофирования и загрязнения (в частности органического и нитратного) вод. Кроме этого, среди зоопланктона встречаются и представители патогенной фауны, ограничивающей использование водного объекта в целях водоснабжения.

Простейшие являются высокочувствительными индикаторами сапробного состояния водоемов.

Зообентос - совокупность животных, обитающих на дне и в придонных слоях воды, служит хорошим индикатором загрязнения донных отложений и придонного слоя воды. Наиболее достоверными индикаторами среди них служат легочные моллюски, особенно катушки и речные чашечки. Положительные результаты дает также оценка качества воды по личинкам насекомых. Свободно живущие личинки ручейников, а также поденок являются наиболее чувствительными организмами.

Значение макрофитов (высшая водная растительность) наиболее существенно при предварительном гидробиологическом осмотре водных объектов. При загрязнении водоемов изменяется видовой состав, биомасса и продукция макрофитов, возникают морфологические аномалии, происходит смена доминантных видов, обуславливающих особенности ценоза. Данные по ихтиофауне важны при оценке состояния водного объекта в целом и особенно при определении допустимых уровней загрязнения водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Проведение биологических исследований имеет свои особенности в стоячих и текущих водоемах.

Для изучения рек и ручьев большое значение имеют перифитонные организмы (т.е. обрастатели), те, которые дают картину общего состояния воды за достаточно длительный промежуток времени, предшествующий исследованию. Быстрые колебания степени загрязнения воды плохо уловимы с помощью перифитона и для их наблюдения лучше подходят гидрохимические и бактериологические методы.

Также случайные загрязнения местного характера легче всего могут повлиять на характер населения дна (т.е. организмов бентоса) в таких водоемах.

Это обстоятельство заставляет при исследовании рек обращать внимание на быстрые места их течения - перекаты, плотины и т. д. Если мы хотим получить представление об общем состоянии реки, то станции необходимо выбирать именно здесь. Если же нас интересуют разовые или местные загрязнения необходимо исследовать обитателей дна в местах со слабым течением - в заводях, бочагах и т.п. После впадения в реку тех или иных загрязненных стоков последние сносятся течением вниз по реке и откладываются в более глубоких местах реки с замедленным течением.

Биологическое исследование стоячих водоемов, как правило, интерпретируется более легко. Здесь, прежде всего, необходимо проведение комплексных исследований с тем, чтобы иметь более полное представление о состоянии водоема. Чем крупнее исследуемый водоем, тем большее количество разнообразных станций надо выбирать по его периметру.

Почти любое использование воды влияет на ее качество. Использованная вода обычно возвращается в реки или отстойники для восстановления. Это может оказать

нежелательное влияние на жизнь, если использованная вода будет сильно отличаться от естественной.

Различные виды живых существ показывают, чем загрязнена окружающая среда. Какой бы совершенной ни была современная аппаратура, она не может сравниться с "живыми приборами", реагирующими на те или иные изменения, отражающие воздействие всего комплекса факторов, включая сложные соединения различных ингредиентов.

Бурное развитие сине-зеленых водорослей - хороший индикатор опасного загрязнения воды органическими соединениями.

Лучший индикатор опасных загрязнений - прибрежное обрастание, располагающиеся на поверхностных предметах у кромки воды. В чистых водоемах эти обрастания ярко-зеленого цвета или имеют буроватый оттенок. Для загрязненных водоемов характерны белые хлопьевидные образования. При избытке в воде органических веществ и повышения общей минерализации обрастания приобретают сине-зеленый цвет, так как состоят в основном из сине-зеленых водорослей. При плохой очистке фекально-бытовых сточных вод обрастания бывают белыми или сероватыми. Как правило, они состоят из прикрепленных инфузорий (сувойки, кархециум и др.) Стоки с избытками сернистых соединений могут сопровождаться хлопьевидными налетами нитчатых серобактерий-теотриков.

Биоиндикация - способ оценки антропогенной нагрузки по реакции на нее живых организмов и их сообществ.

Биотестирование - использование в контролируемых условиях биологических объектов (тест-объектов) для выявления и оценки действия факторов (в том числе и токсических) окружающей среды на организм, его отдельную функцию или систему организмов. Хорошие результаты дает анализ бентосных (придонных) беспозвоночных. Оценка чистоты водоемов делается по преобладанию, либо отсутствию тех или иных таксонов.

Шкала загрязнений по индикаторным таксонам

Индикаторные таксоны	Эколого-биологическая полноценность, класс качества воды, использование
Личинки веснянок, плоские личинки поденок, ручейник - риакофилла	Очень чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное.
Крупные двустворчатые моллюски (перловица), плавающие и ползающие ручейник-нейреклизис, вилхвостки, водяной клоп	Чистая. Полноценная Питьевое, рекреационное, рыбохозяйственное, орошение, техническое.
Моллюски-затворки, горошинки, роющие личинки поденок, ручейники при отсутствии реакофиллы и нейреклизис, личинки стрекоз плосконожки и красотки, мошки	Удовлетворительно чистая. Полноценная. Питьевое с очисткой, рекреационное рыбоводство, орошение техническое.
Шаровки, дрейсена, плоские пиявки, личинки стрекоз при отсутствии плосконожки и красотки, водяной ослик	Загрязненные. Неблагополучные. Ограниченное рыбоводство, ограниченное орошение
Масса трубочника, мотыля, червеобразные	Грязные. Неблагополучные.

пиявки при отсутствии плоских, крыски, масса мокрецов	Техническое.
Макробеспозвоночных нет	Очень грязные. Неблагополучные. Техническое с очисткой

Фитопланктон

Животные и растения, обитающие в водоемах, в результате обмена веществ оказывают сильное влияние на состояние водоема и свойств воды.

Фитопланктон наиболее распространенная и хорошо изученная из всех экологических групп водорослей. Состав фитопланктона имеет большую видовую насыщенность. Анализ видового состава, обилия и количественного развития видов фитопланктона входят во все программы экологического мониторинга водоемов.

Изучение фитопланктона водоемов производится путем сбора проб на установленных станциях.

Для определения видового состава фитопланктона из пробы на предметное стекло наносится капля материала, закрывается покровным стеклом и анализируется под микроскопом. Идентификация видов осуществляется с помощью определителя.

Сине-зеленые водоросли - прокариотические организмы, встречаются повсеместно и могут обитать в таких экстремальных биотопах, как горячие источники и каменистые пустыни. Некоторые виды сине-зеленых водорослей могут вызвать токсичное "цветение" в эвтрофированных метообитаниях, представляющие опасность для человека и домашнего скота.

Диатомовые водоросли - микроскопические организмы, встречаются во всех видах вод. Образуют основную массу состава продуцентов в водоеме, они являются началом пищевой цепи. Их поедают беспозвоночные животные, некоторые рыбы и молодь. Массовое развитие некоторых диатомовых водорослей может иметь и отрицательные последствия (вливают на качество воды, вызывают гибель личинок рыб, забивая им жабры). Многие диатомеи можно использовать как индикаторы качества воды водоема.

Зеленые водоросли - один из самых обширных отделов водорослей, в котором имеются все известные у водорослей структуры, кроме амебоидной и тканевой.

Эвгленовые водоросли - Распространены исключительно в пресных водоемах, богаты органическими веществами, в клетках содержит многочисленные кроваво-красные гранулы. При массовом развитии эти виды образуют на поверхности воды налет: красный - на солнечном свете, зеленый в тени или после захода солнца, некоторые виды вызывают "цветение" воды, окрашивая ее в коричневый цвет.

Золотистые водоросли - преимущественно пресноводные водоросли, чаще всего встречаются в чистых водоемах. Обычно они развиваются в холодное время года.

Криптофитовые водоросли - наиболее обширные порядок криптомонадальные включает водоросли, распространенные в пресных водах и морях. Среди бесцветных криптомонадовых наиболее известен часто встречающийся в загнивающей воде род Хиломонас.

Динофитовые водоросли - существуют в пресных водах и в морях. Среди них существуют паразиты которые уничтожают личинок устриц, есть виды вырабатывающие яд, смертельный для рыб. Кроме, того разлагаясь после своего массового развития, так называемых "красных приливов" , они могут отравлять воду на

многие километры вредными продуктами распада, вызывая замор рыбы и других водных животных.

Желто-зеленые водоросли - большинство видов пресноводные, широко распространены в различных местообитаниях.

Количественный анализ фитопланктона

В реках и на мелководьях воду зачерпывают с поверхности в объеме 0,5-1,0 л.

Наиболее распространенным методом концентрирования фитопланктона является осаждение, а также метод фильтрации через мелкопористые мембранные фильтры. При осадочном методе сгущение фитопланктона проводят: пробу воды помещают в 0,5 - 1,0 литровые бутылки и консервируют их фиксатором. Через 3-4 дня отстаивания пробы в темноте воду над осевшим осадком осторожно по каплям сливают сифоном до 100 см³ пробы. За 2-3 дня до количественной обработки пробы разливают в мерные цилиндры и после отстаивания их в темноте доводят объем до 5-10 см³. Затем пробу переносят без потерь в пенициллиновые склянки и фиксируют 1-2 каплями 40% формалина.

В системе Гидромета концентрируют пробы методом мембранной фильтрации. Фильтрация проб осуществляется под слабым вакуумом в специальной воронке, укрепленной на колбе Бунзена, которая соединяется с насосом Камовского. Для фильтрации применяют мембранные фильтры 5 и 6 номера с диаметром пор 1,2 и 2,5 мкм соответственно. Фильтры перед применением кипятят в дистиллированной воде в течение 20-30 минут. Предназначенная для фильтрации проба в объеме 0,5-1,0 л не менее чем за 30 минут до фильтрации консервируется 5-10 каплями формалина или фиксатором, состоящим из двух растворов, до слабо-желтого цвета

Раствор 1: йодистый калий 10 г, вода дистиллированная 50см³, йод кристаллический 5 г

Раствор 2: хромовая кислота 5см³, ледяная уксусная кислота 10см³, формалин 40% 80см

Оба раствора готовят отдельно, затем сливают и хранят в темной склянке. Фильтр, вставленный в воронку, смачивают несколькими каплями дистиллированной воды. Пробу тщательно встряхивают и фильтруют через фильтр, при минимальном разрежении. Фильтрацию прекращают, когда воды над осадком уже нет, но поверхность фильтра еще влажная. Фильтр с осадком помещают в склянки из-под пенициллина, куда добавляют пипеткой 5-10см³ фильтрата. Затем осадок с фильтра счищают мягкой кисточкой и проба консервируется.

При подсчете численности водорослей используют счетные камеры Нажотта и др. Перед счетом одну каплю пробы тщательно перемешивают и одну каплю переносят в камеру. Равномерное перемешивание пробы проводят продуванием воздуха через пипетку с отпиленным концом. Камеру закрывают покровным стеклом и после оседания водорослей на дно проводят определение и подсчет всех обнаруженных видов водорослей, проводят измерение размеров их клеток для последующего вычисления биомассы. Для статистической обработки и установления биомассы доминирующих видов нужно, чтобы каждый из них был встречен не менее 100 раз.

Вычисление биомассы фитопланктона проводят методом суммирования биомасс популяций отдельных видов. Для этого надо установить среднюю массу клеток водорослей, составляющих популяцию в пробе. Для вычисления биомассы измеряют не менее 30 экземпляров водорослей каждого вида в каждой пробе с определением средних значений для популяции каждого вида. Найденный для каждой клетки объем

(в мкм³) умножают на ее численность (в тысячах клеток на литр) и получают значение биомассы в мг/л или г/м³ воды.

Зоопланктон

Совокупность животных, населяющих толщу морских и континентальных водоемов и не способных противостоять переносу течениями. Зоопланктонное сообщество, как и другое сообщество водной экосистемы, характеризуется относительным постоянством видового состава, динамической устойчивостью, определенной присущей ему организацией. Изменение условий существования организмов отражается на видовом составе, количественных показателях, соотношении отдельных таксономических групп. Таким образом, зоопланктон может служить хорошим показателем условий среды и качества воды водоемов.

Все разнообразие методов сбора зоопланктона сводится к двум вариантам:

1) методы, представляющие комбинацию водозачерпывания и одновременного отделения планктона от воды в самом водоеме, что осуществляется с помощью планктонных сетей и планктоночерпателей;

2) методы, представляющие комбинацию отдельного водозачерпывания и последующего отделения планктона от воды, что осуществляется или с помощью фильтрации, доставленной на поверхность воды через сетку, или посредством отстаивания.

Оценка численности и биомассы зоопланктона.

При камеральной обработке собранного материала следует пользоваться счетно-весовым методом. При этом в камере Богорова просчитываются все особи каждого вида. Мелкие организмы просчитываются в части пробы, отбираемой особыми штемпель-пипетками (объемом 0,1-5мл). Для этого пробу необходимо довести до определенного объема в зависимости от обилия планктона. Объем просчитываемой части пробы зависит от ее плотности. Достоверные результаты получают, если в каждой просчитываемой порции число особей одного вида насчитывает не менее 50. Минимальное количество порций должно быть не меньше трех. Количество животных в пробе определяют как среднеарифметическое из всех просчетов. Для учета крупных или малочисленных организмов вся проба просчитывается под бинокуляром.

От определения числа организмов в пробе переходят к определению численности. Данные по численности должны быть представлены как количество организмов в единице объема или в столбе воды, сечение которого соответствует выбранной единице площади. Как правило, при сравнении численности зоопланктона в различных водоемах используются данные по числу экземпляров в единице объема, при сопоставлении результатов определения численности зоопланктона и фитопланктона, количество рыбы и так далее применяются величины средней численности под квадратным метром поверхности.

Биомасса зоопланктона определяется умножением числа организмов каждого вида на их индивидуальную массу.

Весь собранный материал делят на две части с целью дальнейшего изучения водорослей в живом и фиксированном состоянии. Живой материал помещают в стерильные стеклянные сосуды, пробирки, колбы, баночки, закрытые ватными пробками, не заполняя их доверху, или в стерильные бумажные пакеты.

Материал, подлежащий фиксации, помещают в чисто вымытую и высушенную нестерильную стеклянную посуду (пробирки, бутылки, баночки), плотно закрытую резиновыми или корковыми пробками. Водные пробы фиксируют 40%-м

формальдегидом, который добавляют к пробе в соотношении 1 : 10. Водоросли, находящиеся на твердом субстрате (на бумажных фильтрах, гальке, пустых раковинах моллюсков и т. п.), заливают 4%-м раствором формальдегида. Хорошую сохранность водорослей и их окраски обеспечивает также раствор формальдегида и хромовых квасцов (5 мл 4 % -го формальдегида и 10 г $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ в 500 мл воды). В полевых условиях можно также использовать раствор иода с иодидом калия (10 г KI растворяют в 100 мл воды, добавляют 3 г кристаллического иода и еще 100 мл воды, встряхивают до полного растворения кристаллов, хранят в темной склянке в течение нескольких месяцев), который добавляют к пробе в соотношении 1:5. Герметически закупоренные фиксированные пробы можно хранить в темном месте в течение длительного времени (Бульон, Лаврентьева, 1984).

Все собранные пробы тщательно этикетировуют. На этикетках указывают номер пробы, время и место сбора и фамилию сборщика. Эти же данные параллельно фиксируют в полевом дневнике, в который, кроме того, заносят результаты измерений pH, температуры воды и воздуха, схематический рисунок и подробное описание исследуемого водоема, развивающейся в нем высшей водной растительности и другие наблюдения (Вассер с соавт., 1989)

Собранный материал предварительно просматривают под микроскопом в живом состоянии в день сбора, чтобы отметить качественное состояние водорослей до наступления изменений, вызванных хранением живого материала или фиксацией проб (образование репродуктивных клеток, переход в пальмеллевидное состояние, разрушение клеток, колоний, потеря жгутиков и подвижности и т. д.). В дальнейшем собранный материал продолжают изучать параллельно в живом и фиксированном состоянии. Работа с живым материалом является необходимым условием успешного изучения водорослей, изменяющих при фиксации форму тела, форму и окраску хлоропластов, теряющих жгутики, подвижность или даже полностью разрушающихся в результате воздействия фиксаторов. Чтобы сохранить собранный материал живым, следует всячески оберегать его от перегрева, загрязнения фиксаторами, а к изучению приступать как можно скорее.

Водоросли в живом состоянии в зависимости от их размеров и других особенностей изучают с помощью бинокулярной стереоскопической лупы (МБС-1) или чаще с помощью световых микроскопов различных марок с использованием разных систем окуляров и объективов, в проходящем свете или методом, фазового контраста, с соблюдением обычных правил микроскопирования.

Для микроскопического изучения водорослей готовят препараты: на предметное стекло наносят каплю исследуемой жидкости и накрывают ее покровным стеклом. Если водоросли обитают вне воды, их помещают в каплю водопроводной воды или оводненного глицерина. При длительном изучении препарата жидкость под покровным стеклом постепенно подсыхает, и ее следует добавлять. Для уменьшения испарения по краям покровного стекла наносят тонкий слой парафина (Федоров, 1979).

При необходимости длительных наблюдений над одним и тем же объектом хороший результат дает метод висячей капли. На чистое покровное стекло наносят маленькую каплю исследуемой жидкости, после чего покровное стекло, края которого покрыты парафином, парафиновым маслом или вазелином, накладывают каплей вниз на специальное предметное стекло с лункой посередине так, чтобы капля не касалась дна лунки. Такой препарат можно изучать в течение нескольких месяцев, сохраняя его в перерывах между работой во влажной камере (Топачевский, Масюк, 1984).

При изучении водорослей, имеющих монадную структуру, серьезной помехой служит их подвижность. Однако при подсыхании препарата движение постепенно замедляется и приостанавливается. Замедлению движения способствует также осторожное нагревание препарата или добавление вишневого клея. Подвижные водоросли рекомендуется фиксировать парами оксида осмия (IV) (при этом хорошо сохраняются жгутики), кристаллического иода (фиксация парами иода позволяет не только сохранить жгутики, но и окрасить крахмал, если он есть, в синий цвет, что имеет диагностическое значение), 40 %-го формальдегида, слабым раствором хлоралгидрата или хлороформом. Длительность экспозиции над парами фиксаторов устанавливаются экспериментально, в зависимости от специфики объекта. Наиболее удобны для изучения слабо фиксированные препараты, в которых часть водорослей потеряла подвижность, а другие продолжают медленно двигаться. Препараты следует изучать немедленно после фиксации, так как в течение короткого периода времени водоросли (особенно лишённые клеточных оболочек) деформируются (Экологический мониторинг, 1995).

Для изготовления постоянных препаратов используют глицерин-желатину. Одну весовую часть желатины настаивают в 6 весовых частях дистиллированной воды на протяжении нескольких часов, затем добавляют 7 весовых частей чистого глицерина и кристаллик антисептика, например, тимола или карболовой кислоты. Смесь нагревают на водяной бане, помешивая стеклянной палочкой, до полного растворения желатины. Для осаждения мути прибавляют сырой яичный белок и фильтруют через бумажный фильтр, пользуясь воронкой для горячего фильтрования и часто меняя бумагу. Остывшая глицерин-желатина должна быть прозрачной. При употреблении ее расплавляют нагреванием на водяной бане. Эта среда хорошо смешивается с водой, поэтому при ее применении отпадает необходимость в продолжительной сушке материала.

Препараты готовят следующим образом: водоросли из воды переносят в каплю глицерина и на некоторое время оставляют подсохнуть; затем каплю расплавленной глицерин-желатины наносят на нагретое предметное стекло, переносят в нее водоросли и накрывают покровным стеклом; после полного застывания глицерин-желатины края покровного стекла покрывают лаком. Такие препараты можно хранить в горизонтальном положении в течение нескольких лет.

Еще дольше сохраняются препараты, заключенные в канадский бальзам или в синтетические смолы на метилметакрилатной основе. Последние быстро твердеют, прозрачны, химически нейтральны и обладают подходящим индексом преломления. Перед заключением в канадский бальзам или синтетические смолы материал должен быть полностью обезвожен проводкой через спирты возрастающей крепости до абсолютного и гвоздичное масло или ксилол, которые способствуют его просветлению. Материал, окрашенный методом Гимза, помещают в кедровое масло, со временем застывающее, в котором краски сохраняются неограниченно долго.

Особые методы изготовления препаратов применяют при изучении *Bacillariophyta*, *Dinophyta* и *Desmidiaceae*, систематика которых базируется на структуре клеточных покровов. Подготовка диатомовых к микрокопированию заключается в уничтожении всех органических веществ, затемняющих структуру панциря. Это достигается либо прокаливанием материала, либо обработкой его концентрированными минеральными кислотами, в частности серной кислотой. При использовании первого метода каплю суспензии, освобожденную от примесей и содержащую клетки диатомовых, наносят на

чистое обезжиренное покровное стекло, подсушивают и, поместив на слюдяную пластинку, прокаливают над пламенем горелки или на электрической плитке до полного сгорания всех органических веществ (в течение получаса и более). При изучении бентосных диатомей, обладающих мощными панцирями, прокаливание проводят в электропечи при температуре 450°C. Если покровные стекла при продолжительном нагревании плавятся, материал прокаливают на слюдяных пластинках, а затем переносят на покровные стекла. Метод прокаливания позволяет сохранить наиболее мелкие и нежные панцири планктонных видов, не нарушает естественное расположение клеток в колонии, требует небольшого количества исследуемого материала. Однако образцы, загрязненные большим количеством органических веществ, лучше обрабатывать химическим способом (Диатомовые водоросли, 1974).

При холодной обработке кислотами пробы предварительно очищают от грубых органических и минеральных примесей на часовых стеклах, отмывают от формалина и солей дистиллированной водой путем отстаивания или центрифугирования. Полученный осадок на несколько суток заливают концентрированной серной кислотой, затем добавляют несколько кристаллов дихромата или нитрата калия и несколько раз промывают дистиллированной водой с последующим центрифугированием до полного отмывания от кислоты.

Наряду с холодным методом применяют горячую обработку кислотами. При этом водоросли предварительно кипятят в течение 10-15 с в разбавленной соляной кислоте, а затем отмывают от нее. Полученный осадок с минимальным количеством воды переносят в колбу, добавляют четырех-пятикратное по объему количество концентрированной серной или азотной кислоты, заполняя колбу не более чем наполовину, и кипятят на водяной или песчаной бане под вытяжкой в течение 15 мин - 1 ч. Побуревшую массу осветляют добавлением кристаллов KNO₃. После ее охлаждения осадок пипеткой переносят в пробирку с водой, осторожно добавляя кислоту с диатомовыми в воду, чтобы избежать вскипания и разбрызгивания кислоты, и отмывают осадок до нейтральной реакции.

Полученный после прокаливания или обработки кислотами материал консервируют 2-3 %-м формальдегидом для последующего хранения или непосредственно используют для изготовления постоянных препаратов. С этой целью на тонкие, чистые, обезжиренные покровные стекла наносят суспензию с клетками диатомей и высушивают. На предметное стекло помещают небольшое количество синтетической смолы (плевракс, гиракс и др.) с индексом светопреломления выше 1,6, растапливают ее над пламенем горелки и накрывают покровным стеклом с исследуемым материалом, осторожно надавливая на него и разравнивая среду тонким равномерным слоем. Излишки среды снимают с помощью ксилола (Вассер с соавт., 1989).

Диатомовые, обладающие очень тонкими и нежными панцирями, изучают на сухих препаратах с воздушной средой. Для их изготовления суспензию с клетками диатомовых наносят на покровное стекло, высушивают, кладут на предметное стекло и заклеивают по краям лаком.

При изучении Desmidiaceae и панцирных Dinophyta материал обрабатывают жавелевой водой, способствующей его осветлению. Для приготовления жавелевой воды в 100 частях воды растирают 20 частей хлорной извести, доливают 100 частей 15%-го раствора карбоната калия и отстаивают в течение нескольких часов, после чего смесь многократно взбалтывают. К фильтрату постепенно добавляют раствор

карбоната калия до прекращения появления осадка. После повторной фильтрации жидкость сливают в плотно закрывающийся сосуд из темного стекла и хранят в темноте. Исследуемый материал осаждают центрифугированием, осадок заливают на 1-2 суток жавелевой водой, плотно закрывая сосуд пробкой. Обработанный таким образом материал 2-3 раза отмывают дистиллированной водой. Панцири динофитовых для выявления их структуры рекомендуют после просветления жавелевой водой подкрашивать трипановым голубым или спиртовым раствором иода.

Для декальцинирования водорослей, инкрустированных известью (например, Charophyceae), или живущих в известковых породах (сверлящие водоросли), применяют молочную кислоту, способствующую также просветлению препарата, а при отсутствии ее используют соляную кислоту (Топачевский, Масюк, 1984).

При изучении видового состава водорослей измеряют их размеры, являющиеся важными диагностическими признаками. Для измерения микрометрических объектов применяют окуляр-микрометр с измерительной линейкой. Цену делений окуляр-микрометра определяют с помощью объект-микрометра (предметное стекло с нанесенной на ней линейкой, цена каждого деления которой 10 мкм), индивидуально для каждого микроскопа и объектива. При изучении линейных размеров водорослей желательно проводить измерения возможно большего количества экземпляров (10-100) с последующей статистической обработкой полученных данных.

Все изучаемые объекты следует тщательно зарисовывать с помощью рисовальных аппаратов (РА-4, РА-5) и параллельно фотографировать, пользуясь микрофотонасадкой (МФН-1, МФН-2).

При идентификации водорослей следует добиваться точности определения. Изучая оригинальный материал, необходимо отмечать любые, даже незначительные отклонения от диагноза в размерах, форме и других морфологических особенностях, фиксировать их в своих описаниях, на рисунках, микрофотографиях.

При качественной обработке проб желательно определить частоту встречаемости отдельных видов, пользуясь для этого условными обозначениями. Существуют различные шкалы для оценки частоты встречаемости водорослей.

Количественному учету могут подвергаться только количественные пробы фитопланктона и фитобентоса. Данные о численности водорослей являются исходными для определения их биомассы и пересчета других количественных показателей (содержания пигментов, белков, жиров, углеводов, витаминов, нуклеиновых кислот, зольных элементов, интенсивности дыхания, фотосинтеза и т. д.) на одну клетку или на единицу биомассы. Численность водорослей может быть выражена в количестве клеток, ценобиев, колонии, отрезков нитей определенной длины и др.

Подсчет численности водорослей осуществляют на специальных счетных стеклах (разграфленных на полосы и квадраты), на поверхность которых штемпель-пипеткой определенного объема (большой частью 0,1 см³) наносят каплю воды из тщательно перемешанной исследуемой пробы. При отсутствии счетного стекла можно пользоваться обычным предметным стеклом при условии перемещения его на столике микроскопа с помощью препаратоводителя. Если нет штемпель-пипетки, используют обычную градуированную пипетку, отрезав нижнюю оттянутую ее часть, чтобы сделать входное отверстие шире. Для учета численности водорослей применяют также счетные камеры Нажотта объемом 0,01 см³, "Учинскую" (0,02 см³) и др. Можно пользоваться также камерами, применяемыми для подсчета форменных элементов крови - Горяева, объемом 0,9 мм³, Фукса-Розенталя и др. При использовании камер

Горяева и Фукса-Розенталя покровное стекло тщательно притирают к боковым поверхностям предметного счетного стекла до появления колец Ньютона, а затем заполняют камеру каплей исследуемой пробы с помощью пипетки. В зависимости от количества организмов в исследуемой пробе можно просчитывать либо все, либо часть дорожек (квадратов) на поверхности счетного стекла. Необходимо обязательно проводить повторные подсчеты нескольких (не менее трех) капель из одной и той же пробы, каждый раз отбирая пипеткой образец для подсчета после тщательного взбалтывания пробы.

Расчет численности фитопланктона.

При исследовании количественных проб фитопланктона (или культуральной суспензии водорослей) пересчет численности организмов на 1 л воды производят по формуле:

$$N=n*k(A/a)*v*(100/V)$$

где N - количество организмов в 1 л воды исследуемого водоема (культуральной жидкости);

k - коэффициент, показывающий во сколько раз объем счетной камеры меньше 1 см³;

n - количество организмов, обнаруженных на просмотренных дорожках (квadrатах);

A - количество дорожек (квадратов) на счетной пластинке (в камере);

a-количество дорожек (квадратов). на которых производился подсчет водорослей;

V - первоначальный объем отобранной пробы (см³);

V - объем сгущенной пробы (см³).

Расчет численности бентоса и перифитона.

При изучении количественных проб фитобентоса, в которых обычно преобладают сравнительно крупные организмы, пользуются преимущественно штемпель-пипеткой объемом 0,1 см³. Расчет численности водорослей в пробах бентоса и перифитона ведут на 10 см² поверхности субстрата по формуле:

$$N=n*10*v/S*10$$

где N - количество организмов на 10 см² поверхности субстрата;

n - число организмов в просчитанной капле воды объемом 0,1 см³;

V - объем пробы (см³);

S - площадь сечения трубки в микробентометре (для бентосных проб) или площадь поверхности субстрата, с которого смыты водоросли (для проб обрастания) (см²) (Экологический мониторинг, 1995 г.)

Количественное содержание водорослей в пробах наиболее полно отражают показатели их биомассы, которые определяют с помощью счетно-объемного, весового, объемного, разнообразных химических (радиоуглеродного, хлорофиллового и др.) методов.

Для определения биомассы водорослей счетно-объемным методом необходимо располагать данными об их численности в каждой конкретной пробе для каждого вида отдельно и их средних объемах (для каждого вида из каждой конкретной пробы). Существуют разные методы определения объема тела водорослей. Наиболее точным считается стереометрический метод, при использовании которого тело водоросли приравнивается к какому-нибудь геометрическому телу или комбинации таких тел, после чего объемы их вычисляют по известным в геометрии формулам на основании линейных размеров конкретных организмов. Иногда пользуются готовыми, вычисленными ранее средними объемами тела для разных видов водорослей, которые приводятся в работах многих авторов. Относительную плотность по воде

пресноводных водорослей принимают обычно за 1,0-1,05. Биомассу рассчитывают для каждого вида отдельно, а затем суммируют. Счетно-объемный метод определения биомассы широко используют в практике гидробиологических исследований при изучении количественных соотношений различных компонентов биоценозов, закономерностей распределения водорослей в различных биотопах одного и того же водоема или в разных водоемах, сезонной и многолетней динамики развития водорослей и др.

При интенсивном развитии водорослей можно пользоваться весовым методом. При этом исследуемую пробу фильтруют через предварительно высушенный и взвешенный бумажный фильтр (параллельно через контрольные фильтры фильтруют дистиллированную воду). Затем фильтры взвешивают и сушат в сушильном шкафу при 100°C до постоянной массы. На основании полученных данных вычисляют сухую и сырую массу осадка. В дальнейшем путем сжигания фильтров в муфельной печи можно определить содержание в осадке органических веществ.

Недостатки этого метода заключаются в том, что он дает представление лишь о суммарной массе всех взвешенных в пробе органических и неорганических веществ, живых организмов и неживых примесей, животного и растительного происхождения. Вклад представителей отдельных таксонов в эту суммарную массу можно лишь приблизительно выразить в массовых долях после подсчета под микроскопом их соотношения в нескольких полях зрения.

Наиболее полное представление о биомассе водорослей можно получить, сочетая несколько разных методов исследования.

Особое место при изучении водных экосистем занимает оценка баланса органического вещества, который включает в себя разнородные и сложные биотические процессы, протекающие в водоеме. Загрязнение, обусловленное интенсификацией использования водосборов озер и сбросом сточных вод, приводит к нарушению устойчивого равновесия между образованием органического вещества и его деструкцией. Первичная продукция как первоисточник энергии для гетеротрофных организмов и основание трофической пирамиды является главным критерием продуктивности водных экосистем [2]. Отношение валовой первичной продукции к суммарной деструкции планктона является важной характеристикой состояния водоемов для оценки качества их воды. В ходе исследований проводились измерения: электропроводности, мкСм/см (с помощью портативного кондуктометра HANNA HI 8733), pH (с помощью портативного pH-метра HANNA HI8314), содержания биогенных элементов (нитритов (NO_2^-), фосфатов (PO_4^{3-}), кремния (Si), общего фосфора ($\text{P}_{\text{общ}}$)) с использованием стандартных методов [9].

Интенсивность продукционно-деструкционных процессов определялась методом Винберга в кислородной модификации Винклера [7]. Измерение концентрации растворенного кислорода проводилось электрохимически (оксиметр) и титриметрически (йодометрия). Немедленно после отбора проб проводилось фильтрация через мембранные фильтры ацетата целлюлозы 0,22 микрон. Во всех фильтрованных пробах, проводились измерения растворенного органического углерода с использованием автоматического анализатора Shimadzu TOC 5000.

Актуальность проблемы.

Роль фитопланктона (ФП) в функционировании биоценоза водной экосистемы огромна. Находясь на первом трофическом уровне, фитопланктон непосредственно или через промежуточные звенья пищевых цепей служит источником питания других

организмов. Вследствие этого, фитопланктон является естественным биотестом и его характеристики используют при интегральной оценке физиологического состояния и гидробиологической производительности водных сред. К таким характеристикам относятся биомасса ФП и величина первичной продукции и их знание имеет важное значение для определения экологического состояния водных экосистем. С практической точки зрения наиболее важной представляется возможность экспрессно оценивать пространственно - временные соотношения концентрации хлорофилла и первичной продукции. Это позволяет получить полную пространственно - временную картину их абсолютных значений на основании данных, полученных в определенное время или в определенном районе.

В настоящее время известны различные методы, позволяющие оценить биомассу и первичную продукцию фитопланктона того или иного водоёма. Однако все они требуют длительного времени анализа проб воды, что является существенным недостатком, особенно при исследовании больших акваторий в полевых условиях. Низкая производительность исследований делает актуальной разработку экспрессных методов, позволяющих получать информацию о требуемых характеристиках в реальном масштабе времени проведения измерений без отбора проб и пробоподготовки.

Наиболее перспективным в этих целях представляется использовать явление флуоресценции хлорофилла в ФП. Интенсивность флуоресценции хлорофилла, в принципе, позволяет определить его концентрацию, на основании которой возможно рассчитать биомассу фитопланктона и первичную продукцию. Основная трудность, не позволявшая до настоящего времени реализовать экспрессные спектральные оптические методы определения концентрации хлорофилла и первичной продукции водных экосистем, заключалась в отсутствии методов, позволяющих учесть специфику биологических объектов, являющихся сложными гетерогенными конденсированными средами. Только в последнее время был разработан общий подход к оптическим спектральным исследованиям жидких биологических сред.

Вопросы для самоконтроля.

- 1) Сапробиологический анализ
- 2) Классификация сапробности вод
- 3) Определение сапробности
- 4) Метод вычисления средней сапробности биоценоза по Кнеппу
- 5) Биоиндикация качества воды
- 6) Шкала загрязнений по индикаторным таксонам
- 7) Количественный анализ фитопланктона
- 8) Оценка численности и биомассы зоопланктона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Морузи, И.В.** Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с. ISBN: 978 -5-953-20737-9
2. **Сечин, Ю.Т.** Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Сечин Ю.Т. – Калуга.: «Эйдос», 2010. – 204 с.

Дополнительная

1. **Войнова, Н.В.** Новые технологии в рыбохозяйственных исследованиях/ Н.В. Войнова, В.А. Чистяков, И.В. Корниенко, В.А. Барминцев - Ростов-на-Дону: «Эверест» 2002. - 112с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морузи, И.В. Рыбоводство. Учебник / И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, З.А. Пищенко – М.: «Колос», 2010. - 360 с. ISBN: 978 -5-953-20737-9
2. Чебанов, М.Е. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб/ М.Е. Чебанов - Краснодар: «Просвещение-Юг», 2010 – 136 с. ISBN: 978-5-93491-323-7
3. Войнова, Н.В. Новые технологии в рыбохозяйственных исследованиях/ Н.В. Войнова, В.А. Чистяков, И.В. Корниенко, В.А. Барминцев - Ростов-на-Дону: «Эверест» 2002. - 112с.
4. Куликов, А.С. Обследование водоемов комплексного назначения и некоторые аспекты экспресс-методики определения естественной рыбопродуктивности/ А.С. Куликов, Е.Н. Куликова// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех», 2001 - Ч.2 - 192с.
5. Лабенец, А.В. Вермикультура - альтернативный источник корма для молоди высокоценных видов рыб/ А.В. Лабенец// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех» 2001 - Ч.2 - 192с.
6. Серветник, Г.Е. Научное обеспечение рыбоводства на сельскохозяйственных предприятиях./ Г.Е. Серветник, Н.П. Новоженин// сб. Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения - М.: «Росинформагротех» 2001 - Ч.2 - 192с.
7. Сечин, Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Ю.Т. Сечин– Калуга.: «Эйдос» 2010. – 204 с.
8. Меркулова, И.Н. Экономические проблемы прудового рыбоводства: опыт и пути решения / И.Н.Меркулова, И.П. Глебов. - Саратов, 2008. - 163 с.
9. 2. Козлов, В.И. Справочник фермера рыбовода / В.И. Козлов. - М. : Изд-во ВНИРО, 1998 - 447 с.
10. Киселев, В.К. Экономика воспроизводства рыбных запасов / В.К. Киселев, Р.А. Киселева. - М. : Изд. «Легкая и пищевая промышленность», 1983. - 192 с.
11. Сечин, Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Сечин Ю.Т. – Калуга.: «Эйдос», 2010. – 204 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	2
Лекция №1. Современное состояние рыбохозяйственной науки в Российской Федерации и ее роль в развитии национального рыбохозяйственного комплекса	3
Вопросы для самоконтроля.....	6
Список литературы.....	6
Лекция №2. Цель и задачи развития рыбохозяйственной науки в Российской Федерации до 2020 года.....	8
Вопросы для самоконтроля.....	11
Список литературы.....	11
Лекция №3 Исследовательская работа	12
Вопросы для самоконтроля.....	16
Список литературы.....	16
Лекция №4 Лекция №4 Методологические основы ведения прудового рыбного хозяйства. Функциональные составляющие деятельности прудового хозяйства. Критерии оценки эффективности работы прудового хозяйства	17
Вопросы для самоконтроля.....	22
Список литературы.....	22
Лекция №5 Классификация водоёмов по уровню их трофии	23
Вопросы для самоконтроля.....	26
Список литературы.....	26
Лекция №6 Методы оценки экологического состояния водоемов.....	27
Вопросы для самоконтроля.....	42
Список литературы.....	42
Библиографический список.....	43
Содержание.....	44