

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

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

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

по

Методам проведения научных исследований в рыбоводстве

для студентов 1 курса

Направление подготовки

35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура

Профиль подготовки

Аквакультура

Методы проведения научных исследований в рыбоводстве: учебно-методическое пособие для проведения лабораторных занятий и семинаров студентов 1 курса направления подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура»

/ Сост.: В.В. Кияшко // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 16 с.

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

Общие правила по охране труда и безопасности при выполнении лабораторных работ

1. Правила безопасности и охрана труда, правила личной гигиены на лабораторно-практических занятиях.

Студенты проходят инструктаж и обучение по технике безопасности и охране труда, правилам личной гигиены на лабораторно-практических занятиях на кафедре.

Основные правила следующие:

- 1) присутствие на занятиях в белых халатах;
- 2) до начала лабораторных работ каждый студент должен ознакомиться с правилами техники безопасности;
- 3) в лаборатории запрещается курить и зажигать спички;
- 4) проверить заземление электроприборов перед включением в сеть переменного тока, убедиться в исправности соединения сетевого шнура и штепселя;
- 5) при работе с электроприборами избегать попадания растворов на электропровода;
- 6) при работе с режущими инструментами избегать травм (не наносить ранений себе или соседям), не размахивать ножницами, скальпелями, иглами и др.;
- 7) после окончания занятий привести в порядок рабочее место;
- 8) после работы с рыбой тщательно мыть руки с мылом;
- 9) при обнаружении какой-либо неисправности оборудования, следует немедленно доложить об этом дежурному по группе и преподавателю;

10) в случаях, не предусмотренных настоящими правилами, студент обязан обеспечить безопасность работы, как для себя, так и для окружающих;

11) запрещается выполнять работы, не предусмотренные заданием и методическими указаниями или изменять установленный порядок выполнения лабораторных работ.

Перед началом занятий староста группы назначает дежурного, который несет полную ответственность за рабочее состояние оборудования и инструментов во время занятий, порядок в аудитории. В обязанности дежурного входит:

- 1) получение у лаборантов инструментов, оборудования, рыбу.
- 2) после окончания занятия сдать инструменты и оборудование в исправном и чистом виде.

Общие указания о порядке проведения лабораторно-практических занятий и подготовке к ним студентов.

Требования к ведению тетрадей для домашних заданий и записям на лабораторно-практических занятиях.

При протоколировании следует указать: дату занятия, его тему, номер и наименование работы, ход работы, результаты работы или опыта, выводы.

Введение.

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 каких 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.

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

ТЕМА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: ознакомиться с программой мониторинговых исследований водоёмов разных типов; изучить методики оценки основных гидрологических показателей природных источников.

Задачи:

1. Ознакомиться с параметрами и программой мониторинговых исследований поверхностных водоёмов.
2. Изучить правила организации полевых гидрологических исследований рек и озёр.
3. Изучить частные методики оценки основных гидрологических показателей рек и озёр.
4. Знакомиться с оборудованием для проведения полевых и камеральных исследований поверхностных водоёмов разных типов.
5. Освоить и закрепить методики гидрологических исследований рек и озёр.

Материалы и оборудование: лабораторный журнал, линейка, карандаш, компас, секундомер, измерительная рулетка, шанцевый инструмент, образцы гидрологических карт местности, измерительные инструменты (линейка, циркуль, курвиметр), лить, лот, шнур, колья-вешки, гидрометрический шест, поверхностные поплавки, глубинный поплавок, склянки для проб.

Контрольные понятия и термины: гидрологический мониторинг, поверхностные водоёмы, гидрографические и гидрометрические показатели рек и озёр.

Поверхностные водоёмы пресного типа – реки, озёра, водохранилища – выступают неотъемлемой частью природной среды, образуя как самостоятельные водные экосистемы, так и участвуя в формировании наземных сообществ.

Мониторинг этих компонентов среды распадается на множество направлений, каждое из которых имеет свои цели и задачи. К наиболее важным из них можно отнести определение основных гидрологических и гидробиологических параметров водоёмов в пространственной и временной динамике, оценку их влияния на прочие компоненты природной среды, возможности промышленного, хозяйственного, рекреационного использования и др.

Изучение поверхностных водоёмов начинается с определения базовых гидрографических и гидрометрических характеристик – *географического положения, протяжённости и извилистости русла, площади бассейна, ширины, глубины, площади живого сечения рек, площади поверхностного зеркала озёр, скорости течения* и других. По этим характеристикам можно составить начальное представление о водоёме, а также проследить динамику гидрологических процессов за определённый промежуток времени. Все дальнейшие исследования водоёмов будут основаны на этих показателях.

Время и периодичность наблюдений задаётся с обязательным учётом сезонных (особенно весенне-летних) и многолетних изменений базовых гидрологических показателей.

Гидрологический мониторинг может осуществляться только с применением всех групп методов – от полевых до аналитических включительно. Особое значение в практике исследований поверхностных водоёмов имеют полевые методики. Разнообразие методов определяет и разнообразие оборудования, которое включает как стандартные (компас, шанцевый инструмент и др.), так и специфические приспособления (лот, лить, поверхностные и подводные поплавки, гидрометрические вертушки и др.). При оценке отдельных показателей водоёмов широко используется *фототехника*.

Программа мониторинга базовых гидрологических показателей поверхностных водоёмов на локальном уровне включает следующие этапы:

1. *Подготовительный этап.* Составление параметров исследований, изучение литературных источников, работа с гидрологическими картами-схемами, подготовка рабочей программы исследований, выбор методов, оборудования. Определение по картам и исследовательским отчётам некоторых гидрографических характеристик водоёмов.
2. *Полевой этап.* Маршрутные исследования водоёмов и прилегающей территории, выбор контрольных точек, реализация методов полевых исследований. Определение базовых

гидрографических и гидрометрических показателей рек (озёр), взятие проб воды и прочего материала для лабораторного анализа. Выполнение первичного описания водоёма и заполнение первичных документов.

3. *Камеральный этап.* Описание и анализ взятых гидрологических проб, определение прочих показателей водной среды – *органолептических характеристик, минерального состава, сапробности, содержания отдельных химических элементов* и т.д. Гидробиологический анализ проб.
4. *Аналитический этап.* Систематизация и обработка первичных данных, сравнение с аналогичными данными прошлых лет, определение влияния изученного водоёма на растительность, животный мир, микроклимат, рельеф, почвы и другие компоненты местности. Составление гидрологических карт-схем, прогноз будущих изменений и планирование защитных мероприятий (противопаводковые и др.).

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Работа № 1.

Тема: Оценка основных гидрологических параметров поверхностных водоёмов по карте.

Эта методика выполняется на подготовительном этапе исследований. Для её реализации необходимо иметь гидрологическую карту местности и измерительные инструменты – линейку, курвиметр и др.

Для рек по карте можно определить следующие параметры:

- Географические координаты истока и (или) устья реки (если они находятся на территории будущих исследований) и кратчайшее расстояние между ними – $S_{\text{исток-устье}}$;
- Направление течения;
- Общая длина русла реки в районе исследований - $L_{\text{русла}}$;
- Ширина русла в отдельных участках – s_1, s_2 и т.д.;
- Наличие притоков, боковых ответвлений русла, стариц и т.п.;
- Глубина реки в отдельных участках (если есть обозначения на карте) - D ;
- Извилистость (меандрирование) русла реки – *определяется по отношению длины русла реки и кратчайшим расстоянием между истоком и руслом* ($K_{\text{извилистости}} = L_{\text{русла}} / S_{\text{исток-устье}}$);
- Уклон реки – *определяется по отношению падения реки (разности между высотой над уровнем моря истока и устья реки) к её длине* ($\gamma_{\text{уклон}} = (H_{\text{истока}} - H_{\text{устья}}) / L_{\text{русла}}$);
- Общие физико-географические условия бассейна реки – *прилегающий рельеф, характер берегов, ширина поймы, долины и т.п.*;
- Хозяйственное использование реки и прилегающих территорий - *речной транспорт, паромы, мосты, насосы, участки для водопоя скота и др.*

Для озёр по карте можно устанавливают следующие параметры:

- Географическое положение;
- Форма озера и характер береговой линии;
- Примерная площадь поверхностного зеркала;
- Общие физико-географические условия бассейна озера;
- Хозяйственное использование озера и прилегающих территорий.

Работа № 2.

Тема: Знакомство с оборудованием для проведения полевых исследований рек и озёр.

Для оценки основных параметров поверхностных источников понадобятся следующие инструменты и оборудование: *карта-схема местности, полевой дневник, компас, измерительные инструменты, рулетки разной длины, лить, лот, шнур, колья-вешки, гидрометрический шест, поверхностные поплавки, глубинный поплавок, секундомер, склянки для проб, лодка, шанцевый инструмент, фотоаппарат, вспомогательные инструменты.* Назначение каждого из перечисленных инструментов поясняется в дальнейших методиках.

Работа № 3.

Тема: *Определение ширины реки в контрольных точках исследования.*

Ширину русла небольшой реки можно определить с помощью линия – шнура с метками длины. Линь натягивают от уреза воды одного берега до другого, а затем по имеющимся на нём меткам определяют ширину русла.

Ширину русла средних и больших рек определяют с помощью приборов – дальномеров. При этом на одном берегу выбирают ориентир (дерево, столб и т.п.) и определяют его высоту. Далее по этому ориентиру настраивают дальномер и проводят измерение ширины реки в соответствии с инструкцией по пользованию прибором. Полученные данные заносят в полевой дневник.

Работа № 4.

Тема: *Определение глубины реки с помощью лота.*

Глубину реки в отдельных участках удобно определять с помощью лота или (при малых глубинах) – гидрометрического шеста. Лот изготавливается из влагостойкого шнура с привязанным на конце свинцовым грузом. Шест делают из утолщённой рейки длиной до 1,5 м с грузом-утяжелителем на конце. Практически показатель глубины оценивают следующим образом. Одна группа исследователей следует по берегу и через каждые 10 – 20 м подаёт сигнал другой группе, которая на лодке движется по воде. Получив сигнал, эта группа с помощью лота или шеста определяет глубину и заносит данные в полевой дневник. Полученные таким способом данные для определённого участка водоёма (100 – 200 м и более) далее используются для составления его продольного профиля.

Работа № 5.

Тема: *Определение глубины озера.*

Глубину озера оценивают с помощью лота или гидрометрического шеста. В отличие от рек, измерение глубин разных участков озера имеет свои особенности. При работе на озере вытянутой формы исследователи закладывают несколько поперечных створов, отстоящих друг от друга на равные расстояния. Двигаясь вдоль каждого створа, наблюдатель последовательно промеряет глубины на разном расстоянии от берега и заносит данные в журнал.

На озёрах округлой формы створы закладывают из одной начальной точки в направлениях, расходящихся в разные концы зеркала. Направление каждого створа обозначают с помощью столбов-вешек. Замер глубин проводят традиционным способом.

Работа № 6.

Тема: *Определение площади живого сечения реки.*

Живым сечением реки обозначают поперечное сечение потока, ограниченное сверху – поверхностью воды, снизу – дном реки и расположенное перпендикулярно к направлению течения. Для определения этого показателя необходимо организовать специальные рабочие участки – гидрометрические створы.

Каждый створ закладывается с учётом следующих критериев:

- *Русло реки на протяжении участка, в 4 и более раз превышающего его ширину, должно быть однообразным;*
- *Выбранный участок должен быть характерным для всей реки;*
- *На выбранном участке не должно быть никаких гидротехнических сооружений.*

Первоначально на выбранном участке определяют ширину русла реки. Далее по табл. 1 устанавливают расстояние между точками промера глубин.

Таблица № 1

Расстояние между промерными точками в зависимости от ширины русла реки

Ширина реки (от – до), м	Расстояние между промерными точками	
	Сложный рельеф дна	Простой рельеф дна
Менее 50 м	1 - 2	2 – 4
50 – 100	2 - 5	4 – 10

100 – 300	5 - 10	10 – 25
300 - 600	10 - 25	25 – 50
600 и более	Более 25	Более 50

Установленные таким образом значения глубин используют (вместе со значением ширины русла) для составления поперечного профиля реки. Полученный профиль будет состоять из нескольких участков треугольной и трапецевидной формы. Для каждого участка устанавливают площадь, а затем все значения складывают друг с другом. Полученная таким образом величина и будет являться площадью живого сечения реки.

Работа № 7.

Тема: *Определение средней скорости течения реки.*

Показатель скорости течения реки оценивают на прямых однородных участках русла в безветренную погоду. Существует несколько способов определения скорости течения:

- *С помощью поверхностных поплавков.* Поплавки изготавливают из плавающих материалов (дерево, плотный пенопласт) в виде кружков диаметром 10-15 см и толщиной 3-5 см. Для удобства наблюдений их окрашивают в белый или оранжевый цвет. Поплавки сплавляют по течению через организованные заранее створы. Створов должно быть четыре; они организуются с помощью расположенных на противоположных берегах парных шестах-вехах. Каждый створ должен отставать от соседних на расстояние от 1 до 3 ширины реки. Поплавки забрасываются с первого пускового створа последовательно: сначала ближе к левому берегу, затем к середине, затем к правому. Время прохождения каждым поплачком створов оценивается с помощью секундомера и заносится в табл. 2. Средняя скорость течения определяется по сумме скоростей движения всех поплавков и её отношением к их количеству.

Таблица № 2

Измерение поверхностных скоростей течения реки

№ поплавка	Расстояние, м	Время, сек	Скорость течения, м/с	Ср. скорость течения, м/с
1	50	82	0,60	0,62
2	50	76	0,65	
3	50	80	0,62	

- *С помощью глубинных поплавков.* Такой поплавок можно сделать из двух спаренных верёвкой бутылок. Длина верёвки будет зависеть от глубины измерения скорости. Нижнюю бутылку полностью заполняют водой и закупоривают. Верхнюю заполняют примерно на 1/3 песком, при этом её горлышко должно находиться над поверхностью воды. Полученный поплавок также запускают через систему створов, при этом скорость его движения будет указывать на среднюю скорость обеих бутылок. Для определения скорости на глубине полученные значения подставляют в формулу:

$$V_{\text{ср}} = V_{\text{ср пов}} + V_{0,2 \text{ h}} / 2 \quad (9.1)$$

$$V_{0,2 \text{ h}} = 2 V_{\text{ср}} - V_{\text{ср пов}} \quad (9.2)$$

Где $V_{\text{ср}}$ – скорость движения обеих бутылок; $V_{\text{ср пов}}$ – скорость воды на поверхности (оценивается с помощью пов. поплавков); $V_{0,2 \text{ h}}$ – скорость воды на глубине, составляющей 0,2 от её глубины h .

* * *

Работа № 8.

Тема: *Определение среднего расхода воды реки.*

Расходом реки называют количество воды (в m^3), протекающее через площадь живого сечения в единицу времени:

$$Q = S_{\text{сеч}} \cdot V_{\text{ср}}$$

Этот показатель определяют во время камеральных исследований.

Работа № 9.

Тема: Составление продольного, поперечного профиля озера и карты глубин.

По результатам измерения глубин для небольших озёр составляются продольные и поперечные профили. Каждый профиль вычерчивается по линии створа и имеет точно такой же номер.

С помощью составленных профилей выполняют план озера с нанесёнными на него изобатами. Расстояние между двумя ближайшими изобатами задают в соответствии с интервалами глубин. Чем круче изменение глубины между двумя ближайшими участками профиля, тем меньше расстояние между соседними изобатами, и наоборот.

Оформление результатов мониторинговых исследований поверхностных вод.

Форма №1

ОТЧЁТ О ВЫПОЛНЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДОЁМА (РЕКИ)

7. Время проведения «_____»

г.

8. Место проведения (область, район, место)

9. Площадь обследованной территории, га

10. Общие сведения о реке (протяжённость, площадь, извилистость и др.)

11. Наблюдения проводили (ФИО, курс, группа)

Результаты исследований

№ контр. точки	Ширина русла, м	Глубина, м min – mid - max	Ср. скорость течения, м/с	Площадь живого сечения, m^2	Расход воды, m^3	Дополнительные сведения о реке

Приложения: гидрологическая карта-схема местности, поперечный профиль реки, рисунки, фотографии и др.

ТЕМА: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ: Получить информацию о состоянии естественных популяций водных биоресурсов и современные оценки их продуктивности

Теоретическая часть: Пищевая (или трофическая) цепь - это последовательный ряд групп живых организмов, в котором организмы каждого последующего звена питаются организмами предыдущего, а сами, в свою очередь, являются объектами питания следующего звена и т. д.

В самом начале пищевой цепи в океанах и морях находятся хлорофиллосодержащие планктонные водоросли (фитопланктон), широко распространенные в океанах и морях. Под

влиянием излучения солнца они накапливают химическую энергию и синтезируют из неорганических веществ органические (углеводы, жиры, белки и др.). Это звено *гидробионтов* (обитателей *гидросферы* - водной оболочки Земли) называют продуцентами.

Следующее звено - это первичные консументы. Сюда входит, например, зоопланктон, мелкие планктонные животные (планктон - парящий, лат.), питающиеся продуцентами, фитопланктоном; *фитофаги*.

Вторичные консументы - третье звено пищевой цепи, сюда входят гидробионты, питающиеся первичными консументами, фитофагами. В океане это так называемые *планктофаги*.

Четвертое звено - это хищники, питающиеся обычно другими крупными гидробионтами.

И конечное, пятое, звено - это деструкторы. Деструкторами являются микроорганизмы (бактерии, дрожжи, некоторые грибы), которые разлагают органические вещества и вновь приводят их в первоначальное неорганическое состояние. Органическое вещество растений обычно разлагают грибы, органику животных - бактерии.

На этом пищевая цепь замыкается, и начинается новый цикл.

Микроорганизмы кроме роли деструкторов могут выполнять и другие функции, в частности, быть *ингибиторами* (пример - антибиотики) или стимуляторами (пример - некоторые витамины).

Биологическая продуктивность может быть первичной и вторичной. Продуктивность хлорофиллоносных растений - продуцентов, или фитопланктона, называют первичной, продуктивность консументов и деструкторов - вторичной.

Промысловой продуктивностью называют максимально допустимое годовое изъятие гидробионтов из какого-либо водоема или участка океана без ущерба для их воспроизводства.

Суть реакции фотосинтеза следующая: под воздействием лучистой солнечной энергии углекислота, вода, ферменты и хлорофилл, химически взаимодействуя, преобразуются в протоплазму, состоящую из различных органических веществ; при этом происходит выделение кислорода.

Первичную продуктивность можно оценить с помощью непосредственного измерения фотосинтеза. Для этого применяют метод Стиманна-Нильсена, основанный на использовании изотопа углерод-14, или метод Рилея (по количеству выделяемого кислорода). Измерения показали, что средняя первичная продуктивность Мирового океана составляет 0,15 г/м² в сутки, то есть около 15 млрд. т углерода в год.

За год в Мировом океане образуется около 30 млрд. т органического вещества, что эквивалентно 12 млн. ккал. Общая первичная продуктивность биосферы (океанов и суши) оценивается в 61 млрд. т.

В океанах и морях существуют два основных биотопа: *пелагиаль* (*pelagos* - открытые воды) и *бенталь* (*benthos* - дно, глубина). Соответственно *пелагос* - это обитатели пелагиали, а *бентос* - население бентали.

Пелагобентосом называют формы, которые на разных этапах жизни ведут пелагический и бентический образ жизни.

Различные формы обрастаний на предметах и живых организмах в воде называют *перифитоном*.

Все население пелагиали подразделяют на планктон (*planktos* - парящий, лат.) и нектон (*nektos* - плавающий, лат.).

Планктон - это гидробионты, либо не способные к самостоятельному передвижению в водной среде, либо не способные противостоять течениям и переносимые ими.

Плейстон (*plein* - плавать, лат.) - пелагические гидробионты, часть тела которых находится в воде, а часть выступает над ее поверхностью. Например, это медуза-сифонофора (физалия, или, как ее еще называют, "португальский кораблик", кстати, способная парализовать человека в воде).

К *нектону* относятся крупные гидробионты, способные активно двигаться в воде и преодолевать течения. Это рыбы, головоногие моллюски (кальмары, осьминоги, каракатицы), водные млекопитающие, черепахи и др.

Нейстон - это гидробионты, жизненная среда которых (в основном) - поверхностная пленка воды.

Детрит, или *сестон* - совокупность взвешенных в воде органических и минеральных частиц.

В зависимости от размеров планктонные организмы подразделяют на:

- *мегалопланктон* (гидробионты размером более 1 м длиной);
- *макропланктон* (1-100 см);
- *мезопланктон* (1-10 мм);
- *микропланктон* (0,05-1 мм);
- *наннопланктон* (менее 0,05 мм).

В зависимости от степени привязанности к различным слоям водной среды различают *голопланктон* (весь жизненный цикл, или почти весь, кроме ранних стадий развития) и *меропланктон* (это, например, пелагические личинки донных животных или водоросли, ведущие периодически то планктонный, то бентосный образ жизни). *Криопланктон* - это население тающей под лучами Солнца воды в трещинах льда и пустотах снега.

Морской планктон содержит около 2000 видов гидробионтов, из которых около 1200 относятся к ракообразным, 400 - к кишечнополостным. Среди ракообразных наиболее широко представлены веслоногие (750 видов), амфиподы (более 300 видов) и эвфаузиевые (крыль) - более 80 видов.

К нектону относятся все гидробионты, которые в процессе эволюции выработали много приспособлений, увеличивающих скорость их перемещения в водной среде и снижающих ее сопротивление. Это, например, форма тела и плавники у рыб и морских млекопитающих, изгибание тела при движении в воде, реактивный способ движения у головоногих моллюсков и др. Некоторые представители нектона приспособлены к полету над поверхностью воды (так называемые "летучие рыбы"). Именно представителям нектона обычно свойственны упорядоченные вертикальные и горизонтальные миграции - перемещения в водной среде (суточные, сезонные, связанные с физиологическим состоянием гидробионтов, их возрастом и др.). Иногда эти миграции происходят на значительные расстояния - несколько тысяч миль.

Бентос подразделяют на *эпибентос* (бентосные организмы, обитающие на поверхности дна) и *эндобентос* (организмы, обитающие в толще грунта).

Бентосные организмы по степени подвижности подразделяют на *вагильные* (или бродячие) - это, например, крабы, морские звезды и т.п.; *седентарные* (не совершающие больших перемещений), например, многие моллюски, морские ежи; и *сесильные* (прикрепленные), например, кораллы, губки и т.п.

По размерам среди бентосных организмов выделяют *макробентос* (длина тела более 2 мм), *мезобентос* (0,1-2 мм) и *микробентос* (менее 0,1 мм).

Всего у дна обитают около 185 тыс. видов животных (кроме рыб). Из них около 180 тыс. видов обитают на шельфе, 2 тыс. - на глубинах более 2000 м, 200-250 видов - на глубинах более 4000 м. В мелководной зоне океана, таким образом, обитает более 98% всех видов морского бентоса.

Гидробиоценозы - это сообщества живых организмов, обитающие в *гидросфере* - водной оболочке Земли.

От сообществ суши они отличаются многими особенностями, в том числе:

1. Продуценты в этих сообществах имеют микроскопические размеры и, как следствие, высокие темпы размножения и *метаболизма* (обмена веществ в процессе жизнедеятельности). Соотношение продуцентов и консументов в экосистемах воды и суши весьма существенно различается: в Мировом океане биомасса животных (32 млрд. т) значительно выше биомассы растений (1,7 млрд. т), то есть в 19 раз, а на суше, напротив, биомасса растений более чем в 1000 раз превышает биомассу животных. Это происходит потому, что водоросли очень быстро размножаются и дают возможность существовать большой биомассе консументов.

2. В водных экосистемах значительно повышена роль биохимических межорганизменных связей, так как в воде содержится большое количество продуктов метаболизма, которые оказывают ингибирующее (подавляющее), стимулирующее или другое влияние на гидробионтов.

3. Водные сообщества, в отличие от наземных, часто функционируют в условиях дефицита кислорода.

4. Сообщества гидросферы в гораздо большей степени стратифицированы по вертикали, чем наземные.

Пелагиаль Мирового океана по вертикали подразделяют на:

- эпипелагиаль - глубины от поверхности до 200-500 м;
- мезопелагиаль - от 200-500 м до 1000-2000 м;
- батипелагиаль - от 1000-2000 м до 3000 м;
- абиссопелагиаль - от 3000 м до 5000 м;
- хадопелагиаль более 5000 м.

Аналогично подразделение бентали на *эпибенталь*, *мезобенталь*, *батыбенталь*, *абиссобенталь* и *хадобенталь*. В зоне континентального шельфа и в эпипелагиали обычно представлены биоценозы полного состава (продуценты-консументы-редуценты). Начиная с глубин 200-300 м, фотосинтезирующие растения (продуценты) практически отсутствуют, поэтому здесь население океана представлено биоценозами неполного состава.

В пелагиали Мирового океана выделяют *неритическую* (прибрежную) и *океаническую* зоны. В океанической зоне сообщества пелагиали часто существуют в пределах крупных круговоротов вод. В неритической зоне обитает большое количество *гетеротопных* (обитающих на разных стадиях жизненного цикла в разных биотопах - участках среды, например, в толще воды или у дна). Для пелагиали, наоборот, характерны *монотопные* формы.

Работа № 10. Использование флуктуирующей асимметрии животных для оценки качества среды

Интегральная экспресс-оценка качества среды обитания живых организмов по

флуктуирующей асимметрии некоторых признаков позвоночных и беспозвоночных.

Задачи:

1. Освоить методику оценки стабильности развития рыб по флуктуирующей асимметрии.
2. Освоить методику оценки стабильности развития земноводных по флуктуирующей асимметрии.
3. Освоить методику оценки стабильности развития млекопитающих по флуктуирующей асимметрии.
4. Ознакомиться с походами сбора материала.
5. Научиться регистрировать фенотипические признаки.
6. Иметь представление об оценке качества окружающей среды в баллах по интегральному показателю стабильности развития животных.

Материалы и оборудование: бинокляр; чашки Петри; энтомологические булавки; резиновые перчатки; фиксированный материал рыб выдержанный предварительно в воде.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Морфогенетические показатели, используемые для оценки стабильности развития животных.
2. Основные принципы сбора материала для метода флуктуирующей асимметрии животных.
3. Оценка величины флуктуирующей асимметрии.
4. Анализ асимметрии качественных признаков.

Дата	Исполнитель										Вид			
Место сбора														
№ препарата	№ признака													
	1		2		3		4		5				k	
	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр	л	пр
1														
2														
20														

5. Балльная оценка качества среды обитания по интегральному показателю стабильности развития животных.

Практическая работа. Задания.

1. С каждого препарата рыб снять 5 морфогенетических признаков.
2. Данные измерений занести в таблицу 9.1.
3. Провести оценку величины флуктуирующей асимметрии по дисперсии относительного различия между сторонами, основанной на оценке величины дисперсии различий между сторонами не от нуля (строгой симметрии), а от некоторого среднего различия

Таблица 9.1.

между ними, имеющего место в рассматриваемой выборке особей.

Примечание: л - левая сторона; пр - правая сторона.

4. Для анализа асимметрии качественных признаков рассчитать среднее число асимметричных признаков (ЧАП) на особь:

$$\text{ЧАП} = \frac{A_i}{nk}$$

где A_i - число асимметричных проявлений признака i (число особей, асимметричных по признаку i); n - численность выборки; k - число признаков.

5. Провести балльную оценку качества среды обитания в соответствии с таблицей 9.2, в которой приведены коэффициенты асимметрии.

Примечание: л - левая сторона; пр - правая сторона

Таблица 9.2.

**Оценка качества окружающей среды в баллах по интегральному показателю
стабильности развития животных**

Класс	Коэффициент асимметрии согласно бальной оценке				
	1 (чисто)	2 (относительно чисто)	3 (загрязнено)	4 (грязно)	5 (очень грязно)
Рыбы	< 0,35	0,35 - 0,40	0,40 - 0,45	0,45 - 0,50	> 0,50
Земноводные	< 0,50	0,50 - 0,55	0,55 - 0,60	0,60 - 0,65	> 0,65
Млекопитающие	< 0,35	0,35 - 0,40	0,40 - 0,45	0,45 - 0,50	> 0,50

Лабораторная работа №11. Биологический контроль водоема методами сапробности

Цель работы: Определение сапробности водоема.

Задачи:

Ознакомиться с понятиями сапробность, сапробные индикаторы, планктон, бентос, перифитон.

Ознакомиться с методами оценки сапробности в полевых условиях.

Изучить основные характеристики зон сапробности.

Ознакомиться с методами оценки качества воды по системе сапробности.

Изучить и применить на практике метод Пантле и Бука.

Материалы и оборудование: микроскоп, аквариумы, предметные и покровные стекла, пинцет.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Понятие сапробности. Сапробионты.
2. Сапробные индикаторы. Их применение в биоиндикации.
3. Организмы водоема.
4. Характеристики зон сапробности.
5. Количественный учет организмов пробы водоема. Учет частоты встречаемости.
6. Оценка качества воды по системе сапробности.
7. Метод Пантле и Бука.

Практическая работа. Задания.

1. Получить у преподавателя «стекла орастания» с разным временем экспозиции в аквариуме.
2. Рассмотреть под микроскопом препараты с объективом Х40.
3. Используя ключ для определения главных групп водных беспозвоночных животных и определители водорослей, составить таблицу видового многообразия и оценить сапробность обнаруженных организмов.
4. Произвести учет организмов по частоте встречаемости по таблице 11.1.
5. Определить сапробность водоема по методу Пантле и Бука (см. пример табл. 11.2). Определить класс качества воды с помощью таблицы 11.3.

Таблица 11.1.

Шкала для пересчета организмов-сапробионтов в 100 полях зрения микроскопа на частоту встречаемости

Частота встречаемости в баллах	Сапробионты
1-я категория крупности (организмы размером до 50 мкм)	
1 (очень редко)	Не более 1 в каждом 2-м поле зрения
2 (редко)	Не более 2 в поле зрения
3(нередко)	Не более 10 в поле зрения
5(часто)	Не более 30 в поле зрения
7 (очень часто)	Не более 60 в поле зрения
9 (масса)	Более 60 в поле зрения
2-я категория крупности (организмы размером 50 - 200 мкм)	
1 (очень редко)	Не более 1 в каждом 20-м поле зрения
2 (редко)	Не более 1 в каждом 5-м поле зрения
3(нередко)	Не более 1 в поле зрения
5(часто)	Не более 3 в поле зрения
7 (очень часто)	Не более 6 в поле зрения
9 (масса)	Более 6 в поле зрения
3-я категория крупности (организмы размером 200 - 1000 мкм)	
1 (очень редко)	1 в 100 полях зрения
2 (редко)	1 в 50 полях зрения
3(нередко)	Не более 1 в 10 полях зрения
5(часто)	Не более 1 в 4 полях зрения
7 (очень часто)	Не более 1 в 2 полях зрения
9 (масса)	Приблизительно 1 в поле зрения

Таблица 11.2.

Проба: река, забор воды ниже города. Сообщество: перифитон		Дата	
Организмы	S	h	Sh
<i>Euglena viridis</i>	4	3	12
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2	1	2
<i>Spirogyra sygmoidae</i>	2	3	6
<i>Closterium acerosum</i>	3	2	6
<i>Closterium moniliferum</i>	2	1	2
<i>Cyclotella menengiana</i>	3	3	9

<i>Cymbella vesiculosa</i>	2	2	4
<i>Diatoma vulgare</i>	2	3	6
<i>Melosira varians</i>	2	5	10
<i>Navicula viridula</i>	3	2	6
<i>Navicula cryptocephala</i>	3	2	6
<i>Nitzschia acicularis</i>	2	3	6
<i>Nitzschia palea</i>	2	2	6
<i>Surirella ovata</i>	2	2	4
<i>Chilidonella cuculata</i>	3	2	6
<i>Colpoda cuculus</i>	3	2	6

S - цифровое значение зон сапробности (0 - 4 - в порядке возрастания за грязнения); *h* - частота встречаемости организмов в сообществе.

Индекс сапробности определяется по формуле: $Ind S = X(Sh)/Xh$

$Xh = 41$; $X(Sh) = 103$

$Sh_p = 3$; $Xh_a = 15$; $Xh_p = 23$.

Пример вычисления сапробности

$Ind S = X(Sh)/Xh = 103/41 = 2,51$.

Таблица 6.3. Шкала оценки качества воды по системе сапробности

Класс качества водоема	Характеристика воды	Индекс сапробности по Пантле и Буку
1	Очень чистая	< 1,00
2	Чистая	1,00 - 1,50
3	Умеренно (слабо) загрязненная	1,51 - 2,50
4	Загрязненная	2,51 - 3,50
5	Грязная	3,51 - 4,00
6	Очень грязная	> 4,00

Лабораторная работа №12 Биологический анализ активного ила

Цель работы: Ознакомление с биологическим методом анализа активного ила.

Задачи:

1. Ознакомиться с основными направлениями использования индикаторных организмов активного ила.
2. Ознакомиться с перечнем индикаторных организмов активного ила.
3. Освоить метод микроскопирования в живом состоянии.
4. Изучить критерии нормы и патологии индикаторных видов активного ила.
5. Научиться характеризовать ил по индикаторным видам.
6. **Материалы и оборудование:** микроскоп; предметные и покровные стекла; пипетка на 1 мл; активный ил; формалин 40%-ный; вата; спирт.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Активный ил. Его применение для оперативного контроля состояния процесса биологической очистки сточных вод.
2. Причины отклонений от оптимального режима биоочистки.
3. Взятие проб для анализа.

4. Методы анализа активного ила.
5. Критерии нормы и патологии индикаторных видов активного ила.
6. Основные характеристики индикаторных организмов активного ила.
7. Характеристика ила по индикаторным видам.

Практическая работа. Задания.

1. Использовать микроскоп с малым увеличением. На предметное стекло нанести пипеткой каплю предварительно хорошо перемешанной иловой смеси и накрыть покровным стеклом. Немедленно приступить к микро- скопированию. Зарисовать обнаруженные во всех полях зрения виды в рабочую тетрадь.

2. На следующем этапе на предметное стекло нанести произвольное количество осевшего ила и зажать между двумя предметными стеклами. Здесь следует сосредоточить внимание на состоянии организмов, величине, форме и плотности хлопьев ила, наличии посторонних примесей.

3. Дать возможную характеристику активного ила по наличию индикаторных видов.

Таблица 12.1.

Критерии нормы и патологии индикаторных видов активного ила

Биоиндикаторы	m	5	m + 35	m + 75
<i>Zooglea ramigera</i>	428	349	1475	2871
Нитевидные бактерии	561	2000	6561	14561
Грибы	351	375	1476	2976
Водоросли	76	89	343	699
Мелкие <i>Flagellata</i>	504	431	1797	3521
<i>Amoebina</i>	1598	1063	4787	9039
<i>Tromia neglecta</i>	431	550	2087	4281
Цисты	1312	1000	4312	8312
<i>Actinopoda</i>	52	59	229	465
Сумма:				
бентосных раковинных амёб	505	1000	4505	7505
свободноплавающих инфузорий	861	—	—	—
прикрепленных инфузорий	1087	—	—	—
коловраток	139	—	—	—

4. При статистической обработке полученные данные необходимо сравнить с отклонением от принятых норм, приведенных в таблице 12.1. Согласно приведенной в таблице классификации, средние значения даны для выборки по пробам с хорошим качеством очищенной воды, для которых прозрачность превышает 30 см. Если полученная характеристика не превышает $m + 35$, то возникшие патологические изменения в процессах биологической очистки нормализуются без дополнительного вмешательства оператора за счет самопроизвольного возвращения к режиму биологической очистки. Если характеристика превышает $m + 75$, то для восстановления нормальной работы необходимо вмешательство оператора.

5. В отчете представить рисунки имеющихся групп организмов- индикаторов, сведения об их количественном учете, оценку степени очистки ила.

Лабораторная работа №13 Оценка трофических свойств водоема с использованием высших растений

Цель работы: Дать оценку трофических свойств водоема.

Задачи:

1. Освоить принцип метода оценки трофических свойств водоема с использованием высших растений.
2. Научиться распознавать экологические типы водоема.

3. Научиться рассчитывать суммарную трофность водоема.
4. Ознакомиться с основными индикаторными видами макрофитов водоемов различной трофности.
5. Изучить основные характеристики различных типов стоячих водоемов по трофности.

Материалы и оборудование: гербарий растений; определители-каталоги высших растений.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Макрофиты. Их использование в биотестировании.
2. Показатели, используемые при ботанической индикации стоячих водоемов.
3. Лимитирующие факторы использования высших растений в биоиндикации.
4. Экологическая классификация стоячих водоемов.
5. Основные характеристики типов водоемов.
6. Оценка частоты встречаемости и относительного обилия растений.
7. Индикаторные виды макрофитов водоемов различной трофности.

Практическая работа.

Задания.

1. Получить у преподавателя задание на карточке и гербарий.
2. Дать название каждому растению, указанному в задании номером, используя гербарий и каталоги-определители.
3. Выделить индикаторные виды водоемов разной трофности. Дать характеристику водоема в шкале трофности по растениям-индикаторам (см. пример - таблица 8.2).
4. Привести в отчете названия всех растений, указать индикаторные виды водоемов по шкале трофности, охарактеризовать трофические свойства водоема.

Для расчета общей трофности каждому типу водоема присуждается номер: ацидотрофные - 0, дистрофные - 1, олиготрофные - 2, мезотрофные - 3, эвтрофные - 4. Частоту встречаемости учитывают по девятибалльной шести- ступенчатой шкале частот (таблица 13.1).

Таблица 13.1.

Соотношение значений относительного обилия и частоты встречаемости организмов (h)

Частота встречаемости	Количество экземпляров одного вида, %	h
Очень редко	< 1	1
Редко	2 - 10	2
Нередко	10 - 40	3
Часто	40 - 60	5
Очень часто	60 - 80	7
Масса	80 - 100	9

Пример расчета суммарной трофности водоема

Место отбора проб:			
Дата Водоем - естественный пруд			
Вид	Тип водоема (1)	Частота встречаемости (2)	(1)x(2)=(3)
<i>Nuphar lutea</i>	1	1	1
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	2	2	4
<i>Potamogeton lucens</i>	2	5	10
<i>P. compressus</i>	3	5	15
<i>Lemna trisulca</i>	3	7	21

<i>Elodea canadensis</i>	3	9	27
<i>Carex vesicaria</i>	3	3	9
		Z(2) = 31	Z(3) = 87

Общая суммарная трофность водоема $X(3) : X(2) = 2,8$, что соответствует переходному типу водоема между олиго- и мезотрофным

Лабораторная работа №14 Определение качества воды в пресноводном водоеме по видовому разнообразию макрофитов

Цель работы: Определить степень загрязнения водоема по видовому разнообразию макрофитов.

Задачи:

1. Изучить преимущества и недостатки различных групп водной растительности, используемых в качестве биоиндикаторов загрязнения водоемов
2. Ознакомиться с классификацией водоемов по степени загрязненности и применяемыми для этого водными растениями-биоиндикаторами.
3. Ознакомиться с ключом к определению степени загрязненности поверхностных вод по индикаторным видам растений.
4. Освоить способ расчета общей суммарной степени загрязнения водоема

Материалы и оборудование: гербарий растений; каталоги-определители высших растений.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Токсические вещества, их накопление и распределение в различных средах.
2. Группы организмов водной растительности, используемые в качестве биоиндикаторов загрязнения водоемов. Их преимущества и недостатки.
3. Характеристики состояния поверхностных вод по их загрязненности.
4. Что такое ключ к определению степени загрязнения поверхностных вод по индикаторным видам растений? Его применение.

Практическая работа.

Задания.

1. Получить у преподавателя задание на карточке.
2. Дать название каждому растению, указанному в задании номером, используя каталоги-определители.
3. Выделить растения-индикаторы разной степени загрязнения водоемов.
4. Рассчитать общую суммарную степень загрязнения водоема (см. пример - таблица 13.1).
5. Привести в отчете названия всех растений, указать индикаторные виды водоемов разной степени загрязненности, привести расчет общей суммарной степени загрязнения.

Таблица 13.1.

Пример вычисления общей суммарной степени загрязнения

Проба: верхний пруд. Дата		Сообщество: растительное	
Вид	Степень Загрязнения (1)	Частота Встречаемости (2)	(1)x(2)=(3)
<i>Utricularia minor</i>	1	1	1
<i>U. australis</i>	2	1	2
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2	3	6
<i>M. verticillatum</i>	3	2	6
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3	2	6
<i>Elodea canadensis</i>	4	7	28
<i>P. crispus</i>	4	7	28
<i>P. pectinatus</i>	4	3	12

<i>Ranunculus circinatus</i>	4	3	12
<i>P. nodosus</i>	5	2	10
		1(2) = 31	1(3) = 111

Общая суммарная степень загрязнения $X(3) : X(2) = 3,6$, что соответствует промежуточной степени загрязнения водоема между умеренной и сильной.

Лабораторная работа №15 Определение качества воды в пресноводном водоеме по видовому разнообразию зообентоса

Цель работы: Определить степень загрязнения водоема по видовому разнообразию зообентоса.

Задачи:

1. Освоить метод Ф. Вудивиса.
2. Ознакомиться с методом отбора проб для анализа.
3. Ознакомиться со списком выделяемых в зообентосе «групп» для расчета индекса Вудивиса.
4. Освоить шкалу для определения биотического индекса.
5. Изучить классификацию качества воды по биологическим показателям.

Материалы и оборудование: музейные экспонаты зообентоса; определители-каталоги макрозообентоса.

Теоретические вопросы для обсуждения.

1. Метод Вудивиса, основные принципы.
2. Отбор проб для анализа по методу Вудивиса.
3. «Группы» зообентоса для расчета индекса Вудивиса.
4. Определение биотического индекса.
5. Классификация качества воды по биологическим показателям.

Практическая работа.

Задания.

Получить у преподавателя задание на карточках.

Определить представителей зообентоса, указанных цифрами, по «музейным» экспонатам до класса, семейства или вида.

Определить общее число присутствующих групп и биотический индекс водоема (таблица 15.1).

Сделать вывод о качестве воды в водоеме по таблице 15.2.

Таблица 15.1.

Организмы	Видовое разнообразие	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0 - 1	2 — 5	6 — 10	11 — 15	16 — 20	> 20
Личинки веснянок	Более 1 вид	-	7	8	9	10	11
(<i>Plecoptera</i>)							
Личинки поденок	Более 1 вид	-	6	7	8	9	10
(<i>Ephemeroptera</i>)	1 вид	—	5	6	7	8	9
(<i>Trichoptera</i>)							
Личинки ручейников	Более 1 вид	-	5	6	7	8	9
(<i>Trichoptera</i>)	1 вид	4	4	5	6	7	8
Бокоплавы (<i>Gammarus</i>)		3	4	5	6	7	8
Водяной ослик (<i>Asellus</i>)		2	3	4	5	6	7

<i>aquaticus</i>)							
Олигохеты (<i>Tubificidae</i>) или личинки звонцов (<i>Chironomidae</i>)	1	2	3	4	5	6	
Отсутствуют все приведенные выше группы	0	1	2	—	—	—	

Таблица 15.2.

Классификация качества воды по биологическим показателям

Класс качества воды	Степень загрязнения	Биотический индекс
1	Очень чистая	10
2	Чистая	8 — 9
3	Умеренно грязная	6 — 7
4	Загрязненная	5
5	Грязная	3 — 4
6	Очень грязная	0 — 2

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шибает, С.В. Промысловая ихтиология: учебник. / Шибает С.В. – СПб: «Прспект Науки», 2007. - 400 с.
2. Промысловая ихтиология с основами рыболовства: краткий курс лекций для магистров I курса специальности (направления подготовки) 111400.68 Водные биоресурсы и аквакультура / Сост.: В.В. Кияшко // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2011
3. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России. - С.-П.: ГосНИОРХ, 2000.
4. Аксютина, З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях / З.М. Аксютина - М.: Пищевая пром-ть, 1968. - 289 с.
5. Денисов, Л.И. Промышленное рыболовство на внутренних водоёмах / Л.И. Денисов - Л.: М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. - 272 с.
6. Андреев, Н.Н. Справочник по орудиям лова, сетеснастным материалам и промысловому снаряжению/ Н.Н. Андреев - М.: Пищепромиздат, 1962. - 504 с.
7. Тюрин, П.В. Биологическое обоснование регулирования рыболовства на внутренних водоёмах/ П.В. Тюрин - М.: Пищепромиздат, 1963. - 120 с.
8. Дементьева, Т.Ф. Биологическое обоснование промысловых прогнозов/ Т.Ф. Дементьева - М.: Пищевая пром-ть, 1976. - 238 с.
9. Сечин, Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Учебник / Ю.Т. Сечин– Калуга.: «Эйдос», 2010. – 204 с.
10. Сечин, Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах. / Ю.Т. Сечин. - М.:ВНИИПРХ 1990.- 50 с.
11. Малкин, Е.М. Методические рекомендации по контролю за состоянием рыбных запасов и оценки численности рыб на основе биостатистических данных./ Е.М. Малкин, В.М. Борисов - М.:ВНИРО, 2000. - 36 с.
12. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоёмах./ Ю.Т. Сечин – М.: ВНИИПРХ, 1990.- 51 с.
13. Н.Л. Кузнецов Современный справочник рыбака <http://www.booksgid.com/loadbook/6268>
14. Все о рыбалке <http://fishfilm.ru>
15. Журнал рыбоводство и рыболовство (архив) <http://journal-club.ru/?q=node/4843>
16. Журнал рыбное хозяйство http://elibrary.ru/query_results.asp
17. Журнал вопросы рыболовства http://elibrary.ru/query_results.asp