

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра микробиологии и биохимии**

**Методические указания к самостоятельной работе**

**По дисциплине: Б1.В.04 Гидробиология**  
(указывается цикл (раздел) ОП, к которому относится дисциплина, название дисциплины)

**для направления подготовки (специальности): 06.06.01 Биологические науки**  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность программы: Гидробиология**  
(наименование профиля /специализаций/образовательной программы)

**Квалификация выпускника, уровень подготовки:**  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**  
(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО)

Составители: Ильинский В.В., профессор кафедры микробиологии и биохимии,  
доктор биологических наук;  
Макаревич Е.В., зав. кафедрой микробиологии и биохимии, кандидат  
биологических наук.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой микробиологии и  
биохимии МГТУ, протокол № 12 от 18.06.2019 г.

Рецензент - Литвинова М.Ю. – доцент кафедры микробиологии и биохимии,  
кандидат биологических наук

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящие методические указания к самостоятельной работе аспирантов составлены на основе ФГОС ВО и в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Гидробиология», утвержденной Департаментом образовательных программ и стандартов профессионального образования для направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленности «Гидробиология».

Целью дисциплины «Гидробиология» является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и учебным планом для направления 06.06.01 «Биологические науки», направленности «Гидробиология», формирование профессиональных знаний и навыков в области гидробиологии.

Задачи изложения и изучения дисциплины «Гидробиология» следующие: получение необходимых знаний по проблемам гидробиологии, происхождения и развития гидросферы, структуре гидросфере, видах водных экосистем, гидробионтах разных уровней организации; получение знаний о биоразнообразии гидробионтов, их приспособлениям и адаптациям к водной среде; формирование способности применять полученные знания для понимания роли биоразнообразия водной среды в поддержании устойчивости экосистем биосферы; ознакомление обучающихся с методологией гидробиологических исследований водной среды; формирование способности применять полученные результаты в научной и производственной деятельности; формирование способности самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области экологии и гидробиологии с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; формирование способности самостоятельно анализировать и оценивать состояние водных экосистем; формирование навыков проведения мероприятий по биоиндикации, биотестирования, индикации эвтрофирования и реабилитации нарушенных водных экосистем.

Обучающийся по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленности «Гидробиология» должен *знать* структуру гидросферы; структуру водных объектов Земли; закономерности обитания микроорганизмов в водоемах; приспособительные и адаптивные реакции гидробионтов к действиям факторов внешней среды; особенности влияния загрязнения на гидробионты; основные методические подходы для изучения реакций водных экосистем на загрязнение; систему гидробиологических наблюдений за состоянием водной среды, методы гидробиологического анализа поверхностных вод.

*А также уметь* использовать полученные знания в профессиональной деятельности; систематизировать знания о санитарной гидробиологии; формулировать цели и определять пути их достижения; определять задачи информационного обеспечения деятельности; применять методы компьютерной обработки при обсуждении результатов эмпирических исследований; использовать знания для работы на водоемах и правильно выбирать методы исследования.

*Владеть* методологическими основами современной науки; современной информацией о структуре и функционировании водных объектов; способностью работы с современной аппаратурой, с компьютером на уровне пользователя, использования информационных технологий для решения экспериментальных и практических задач в области профессиональной деятельности; системой фундаментальных и прикладных знаний в области экологии и гидробиологии; методами сбора информации, ее обработки и анализа.

Программа дисциплины «Гидробиология» для направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» направленности «Гидробиология» рассчитана на три семестра. Учебным планом по дисциплине «Гидробиология» предусматриваются лекции,

лабораторные работы, самостоятельная работа аспирантов. В конце 5-го семестра сдается зачет, в конце 6-го и 7-го - экзамены.

Изучать материал дисциплины «Гидробиология» следует в соответствии с тематическим планом.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Таблица

№ п\п	Наименование и содержание самостоятельной работы	Количество часов
<b>Пятый семестр</b>		
<b>1</b>	Тема 1. Гидробиология как наука.	4
<b>2</b>	Тема 2. Основные закономерности функционирования живых биологических систем в водной среде.	4
<b>3.</b>	Тема 3. Гидросфера как среда жизни.	2
<b>4.</b>	Тема 4.1. Важнейшие абиотические характеристики водоемов Физико-химические свойства воды и грунта.	5
<b>5.</b>	Тема 4.2. Важнейшие абиотические характеристики водоемов. Кислород.	5
<b>6.</b>	Тема 4.3. Важнейшие абиотические характеристики водоемов. Свет.	5
<b>7.</b>	Тема 4.4. Важнейшие абиотические характеристики водоемов. Соленость.	5
<b>8.</b>	Тема 4.5. Важнейшие абиотические характеристики водоемов. Перемещение вод. Течения.	4
<b>9.</b>	Тема 5. . Важнейшие биотические характеристики водоема.	4
<b>10.</b>	Тема 6. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии).	4
	<b>Итого:</b>	<b>42</b>
<b>Шестой семестр</b>		
<b>1.</b>	Тема 7. Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы (сообществ)	8
<b>2.</b>	Тема 8. Функциональные характеристики сообществ	6
<b>3.</b>	Тема 9. Накопление и разрушение органического вещества в экосистеме	6
<b>4.</b>	Тема 10.1. Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем.	6
<b>5.</b>	Тема 10.2. Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем	6
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>
<b>Седьмой семестр</b>		
<b>1.</b>	Тема 11. Проблемы прикладной гидробиологии	6
<b>2.</b>	Тема 12. Антропогенное загрязнение океана.	5
<b>3.</b>	Тема 13. Самоочищение водных экосистем.	5
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>

## 3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература:

1. Перетрухина, А. Т. Гидросфера как среда обитания : учеб. пособие / А. Т. Перетрухина, О. Ю.Богданова, В. Е. Осауленко. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2014. – 347 с. – 30 экз.
2. Богданова, О. Ю. Микробиология водных экосистем : учеб. пособие / О. Ю. Богданова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 180 с. – 30 экз.

3. Калайда, М. Л. Гидробиология : учеб. пособие / М. Л. Калайда, М. С. Хамидова. – СПб. : Проспект науки, 2013. – 192 с. – Режим доступа ЭБС : <http://www.studentlibrary.ru/book/PN0013.html>.

**Дополнительная литература:**

1. Сиваков, Д. О. Водное право России и зарубежных государств [Электронный ресурс] / Д. О. Сиваков. – М.: Юстицинформ, 2010. – 368 с. – Режим доступа ЭБС: <http://www.iprbookshop.ru/13375.html>.

2. Семенченко В.П., Экологическое качество поверхностных вод / В.П. Семенченко, В.И. Разлуцкий - Минск : Белорус. наука, 2011. - 329 с. Режим доступа ЭБС : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850813350.html>

3. Калайда, М. Л. Методы рыбохозяйственных исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Л. Калайда, Л. К. Говоркова. – СПб. : Проспект Науки, 2013. – 288 с. – Режим доступа ЭБС: <http://www.iprbookshop.ru/35880>.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. Гидробиология как наука.

Предмет, методы и задачи гидробиологии. История возникновения и развития гидробиологии. История гидробиологических исследований в России. Гидробиологическое общество. Основные принципы и понятия гидробиологии. Методика гидробиологических исследований. Направления современных гидробиологических исследований.

В результате изучения данной темы аспиранты должны четко представлять цели и задачи науки, ее перспективы развития; знать исторические предпосылки развития науки гидробиологии, основные исторические этапы формирования основных гидробиологических школ; место гидробиологии в системе биологических наук. Знать и уметь применять методы гидробиологических исследований, уметь оперировать методиками, знать принципы трактовки результатов исследования.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Оцените место гидробиологии в системе биологических наук.
2. Охарактеризуйте предмет, цель, задачи гидробиологии.
3. Какие основные задачи стоят перед гидробиологией в современный период времени?
4. Раскройте основные принципы гидробиологии и понятия.
5. Какие основные направления выделяются внутри гидробиологии?
6. Укажите новые направления гидробиологических исследований, получивших развитие в последнее время.
7. Каковы этапы формирования гидробиологии?
8. Какие этапы в развитии гидробиологии были сформированы на кафедре гидробиологии МГУ им. М.В. Ломоносова?
9. Оцените вклад научно-исследовательской деятельности отечественных и зарубежных исследователей в процессе становление и развития гидробиологии как самостоятельной науки. Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев, Винберг и др.).
10. Назовите основные открытия в области изучения водных экосистем и гидробионтов, сделанные учеными кафедры гидробиологии МГУ им. М. В. Ломоносова? Учеными ММБИ? Учеными ПИНРО? Иностранцами учеными?
11. Какова роль организации специальных морских и пресноводных биологических станций в формировании гидробиологии?
12. Какими основными методами оперирует гидробиология?
13. Какова роль гидробиологии в решении обеспечения населения продуктами водной среды?

### Тема 2. Основные закономерности функционирования живых биологических систем в водной среде.

Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы. Понятие об организации систем и особенностях структуры. Изолированные, закрытые и открытые системы. Биологические системы. Системы с активным и пассивным управлением.

Экологические системы. Элементарные единицы экосистем. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистем. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты. Развитие представлений о взаимозависимости населения и биотопа (Тэнсли, Шорыгин, Эванс, Сукачев, Зенкевич). Биоценология – учение об экосистемах, живой частью которых



является биоценоз. Соотношение понятий – биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса.

Биогеоценозы – хронологические единицы биосферы.

Различные подходы к определению и изучению водного биоценоза как некоторого организованного множества гидробионтов: флора-фаунистический принцип описания, биотопический принцип описания, описания на основании прямых трофических связей и связей через экологический метаболизм. Энергетически зависимые и независимые сообщества.

Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав. Масштабы этого процесса в гидросфере и учение и биосфере В. Н. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества – углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в биосфере.

Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания. Изучение связей в экосистемах с помощью регрессионного анализа. Статистика в экологических исследованиях. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей. Адекватные модели и прогностические свойства моделей.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать основные закономерности функционирования живых биологических систем в водной среде; должны владеть системой фундаментальных и прикладных знаний в области экологии и гидробиологии. Четко представлять и уметь использовать современную информацию о структуре и функционировании водных объектов. Владеть методологическими основами современной науки, методами исследования водных экосистем.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Раскройте основные принципы гидробиологии и понятия.
2. Дайте общую характеристику водным экосистемам, абиотическим и биотическим компонентам.
3. Охарактеризуйте круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав. Масштабы этого процесса в гидросфере и учение о биосфере В. Н. Вернадского.
4. Дайте характеристику биогеохимическим циклам основных элементов живого вещества – углерода, азота, фосфора, кремния.
5. Каковы особенности биогеохимических циклов в морских и пресноводных экосистемах?
6. Какова роль биотических и абиотических факторов в биогеохимических циклах?
7. Охарактеризуйте геохимическую деятельность гидробионтов, принимающих участие в круговороте углерода.
8. Охарактеризуйте геохимическую деятельность гидробионтов, принимающих участие в круговороте азота. Укажите источники азота в водоемах, его формы и их распределение.
9. Охарактеризуйте геохимическую деятельность гидробионтов, принимающих участие в круговороте фосфора. Укажите источники фосфора в водоемах, его формы и их распределение.
10. Дайте характеристику биоценозам Мирового океана.
11. Дайте характеристику биоценозам шельфа.
12. Дайте характеристику биоценозам пелагиали.
13. Дайте характеристику биоценозам континентальных водоемов.
14. Дайте характеристику современным методам исследований в гидробиологии.
15. Статистика в экологических исследованиях. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей. Адекватные модели и прогностические свойства моделей.

16. Дайте характеристику современным методам сбора и обработки фитопланктона; специфике сбора фитопланктона в пресных и морских водных экосистемах. Охарактеризуйте методы измерения численности и биомассы фитопланктона.
17. Дайте характеристику современным методам сбора и обработки зоопланктона; специфике сбора планктона в пресных и морских водных экосистемах. Охарактеризуйте методы измерения численности и биомассы зоопланктона.
18. Дайте характеристику современным методам отбора и обработки бактериопланктона. Охарактеризуйте методы измерения численности и биоразнообразия бактериопланктона.
19. Дайте характеристику современным методам сбора и обработки бентоса; специфике сбора бентоса в пресных и морских водных экосистемах.
20. Дайте характеристику современным методам отбора проб бактериобентоса. Охарактеризуйте методы изучения численности и биоразнообразия бактериобентоса.

### **Тема 3. Гидросфера как среда жизни.**

Происхождение гидросферы и океанов. Формирование гидросферы на Земле. Эволюция гидросферы. Общая характеристика гидросферы Земли. Зональность гидросферы. Типы водных экосистем. Водные массы. Биогеографическое районирование Мирового океана. Классификация водоемов: океаны, моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды. Вертикальная экологическая зональность водоемов – основные черты структуры: бенталь моря и океана – супралитораль, литораль, сублитораль (зона шельфа), батиталь (материковый склон), абиссаль (ложе океана), ультраабиссаль (глубоководные желоба). Соответствующие подразделения в пелагиали – эпипелагиаль, мезопелагиаль, батипелагиаль, абиссапелагиаль. Климатическая зональность водоемов – арктическая, бореальная, тропическая, нотальная и антарктическая зоны

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать основные теории происхождения водной оболочки Земли, этапы эволюции гидросферы, общие свойства и характеристики гидросферы, ее обобщенный состав, общее количество обитателей гидросферы, массу и объем воды в Мировом океане, его ценнейшие ресурсы, глубины, наиболее известные моря, реки, озера, должны изучить зоны океана, рек и озер.

Аспиранты должны свободно владеть понятийным аппаратом зон гидросферы, названий и понятий ее составляющих частей.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Расскажите о структуре гидросферы и значении воды.
2. Каковы этапы формирования гидросферы?
3. Каковы причины происхождения Мирового океана?
4. Каковы причины увеличения в океане со временем общей массы воды?
5. Каковы причины цикличности резких колебаний уровня океана в истории планеты?
6. Сколько этапов можно выделить в истории образования и эволюции гидросферы? Каков их возраст?
7. Какова зональность гидросферы? Мирового океана? Континентальных водоемов?
8. В чем отличие пресноводных экосистем от морских по зональности?
9. Дайте характеристику климатической зональности.
10. Охарактеризуйте физико-географические зоны Мирового океана.
11. Расскажите о фаунистическом Тропическом регионе Мирового океана.
12. Расскажите о фаунистическом Бореальном регионе Мирового океана.
13. Расскажите о фаунистическом Антибореальном регионе Мирового океана.
14. Назовите самые изученные моря, их глубины, их местоположение.
15. Какова протяженность морей, рек?
16. Какая река самая глубокая? Самая длинная? Самая загрязненная?

17. Как распределяется по вертикали и горизонтали живое население гидросферы?
18. Каковы теории сохранения в природе реликтовых видов организмов?
19. Какие основные методы использует гидрометрия?
20. Какие объекты изучает океанология?

#### **Темы 4. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.**

##### **4.1. Физико-химические свойства воды и грунта. Растворенные и взвешенные в воде вещества. Температура.**

Температура как важнейший экологический фактор гидросферы. Основные термодинамические свойства воды. Температура и плотность. Источники поступления и выхода тепла из водоемов. Распределение температуры на поверхности Мирового океана. Вертикальное распределение температуры (эпи-, мета- и гипolimнион). Прямая и обратная температурная стратификация. Сезонный ход температуры в озерах и морях. Термическая классификация озер. Температурные зоны и климатические области Мирового океана и особенности их населения. Роль термоклина в существовании сообществ эпипелагиали океана, его «проницаемость» для мигрирующих интерзональных видов. Особенности термического и солевого режима. ТС-кривые как индикаторы водных масс. Пикноклин как нижняя граница биотопа фитопланктона в пелагиали.

**Тема 4.2. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.** Кислород. Кислород как важнейший экологический фактор гидросферы. Источники поступления и выхода кислорода из водоемов. Понятие дефицита кислорода. Суточные и сезонные колебания кислорода в водоемах разного типа. Вертикальное распределение кислорода (кислородной дихотомии и гомооксигении). Биохимическое потребление кислорода.

**Тема 4.3. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.** Свет. Значение света в водных экосистемах. Основные закономерности проникновения света в воду. Источники света в водоемах. Методы изучения проникновения света в воду. Прозрачность Мирового океана и внутренних водоема, факторы ее определяющие. Световые зоны водоемов. Распределение гидробионтов в водоемах в связи с условиями освещения. Цветовая адаптация гидробионтов. Вертикальные миграции гидробионтов. Свечение моря (биолюминесценция).

**Тема 4.4. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.** Соленость. Способы выражения солености. Влияние солености на растворимость газов и другие физико-химические свойства воды. Состав солей пресной и морской воды. Методы определения солености. Классификация вод по солености. Особенности фауны и флоры морских и пресных водоемов. Солоноватоводные и ультрагалинные водоемы и особенности их населения.

**Тема 4.5. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.** Перемещение вод. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Водные массы и структура. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливно-отливные явления. Ветровое и термическое перемешивание. Голомиктические и меромиктические озера (по Хатчинсону).

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать физико-химические свойства и характеристики воды и грунтов, уметь оперировать понятийным аппаратом и применять методы изучения свойств воды и грунтов. Знать методы измерения температуры и солености, методы учета растворенных органических и неорганических веществ. Аспиранты должны четко понимать различия в условиях обитания гидробионтов разных экологических групп; понимать влияние изменения характеристик воды и грунта на жизнедеятельность и функционирование гидробионтов.

##### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Дайте общую характеристику водных экосистем и их значение в проявлении биологических свойств гидробионтов (температура, соленость, гидростатическое давление, циркуляция вод, свет, солевой состав, газовый состав).

2. Каковы зонально-региональные особенности проявления физико-химических свойств воды?
3. Каковы основные закономерности проникновения света в воду?
4. Каково распределение гидробионтов в водоемах в связи с условиями освещения?
5. Дайте характеристику методам изучения проникновения света в воду.
6. Как приспособлены гидробионты к режиму освещенности?
7. Каково распределение органического вещества в морских и пресноводных экосистемах?
8. Дайте характеристику суточным и сезонным колебаниям кислорода в водоемах разного типа.
9. Дайте характеристику методам определения кислорода в водоемах.
10. Какие адаптации имеют гидробионты к кислородному режиму водоема?
11. Какова классификация грунтов дна океана?
12. Какова роль грунта в жизнедеятельности гидробионтов?
13. Каковы особенности строения обитателей дна и грунтов?
14. Каков температурный профиль гидросферы?
15. Какую роль для живых организмов играет температура воды?
16. Какие области Мирового океана имеют наименьшую температуру? Наибольшую температуру?
17. Каковы значения солености водных экосистем?
18. Каково влияние солености и температуры на жизнедеятельность гидробионтов и их распределение в водной среде?
19. Как распределена соленость в мировом океане?
20. Что такое критическая соленость?
21. Какие области Мирового океана имеют наименьшую соленость? Наибольшую соленость?
22. Охарактеризуйте адаптации морских организмов к опреснению.
23. Как течения влияют на распределение биогенов?
24. Что такое апвеллинг?
25. Какова роль приливно-отливных явлений в жизни гидробионтов?
26. Какие виды движения воды в Мировом океане Вам известны?
27. Какие факторы являются лимитирующими в пресноводных экосистемах?
28. Какие факторы являются лимитирующими в морских экосистемах?

### **Тема 5. Важнейшие биотические характеристики водоема.**

**Трофность.** Биологическая классификация озер по А. Тинеману и Е. Науману – эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные озера. Выделение эвтрофных, мезотрофных и олиготрофных районов в пелагиали и на дне океана. Факторы, определяющие трофность океанических вод и дна океана. Бенталь озер – литораль (прибрежное мелководье), сублитораль (до нижней границы водной растительности), профундаль (дно глубоких озер). Соответствующие подразделения пелагиали – прибрежная и собственно пелагиаль.

**Продуктивность.** Основные представления о продуктивности как важнейшей характеристике водоема. Конечная (изымаемая человеком) продукция. Соотношение между первичной и конечной продукцией. Продуктивность водоемов различной трофности. Продуктивные районы морей и океанов, их характеристика. Зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны. Потенциальная продуктивность водоемов и биологические ресурсы океана.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать важнейшие биотические характеристики водоема, различные классификации гидробионтов, группы гидробионтов по биотопам, в зависимости от вертикального распределения; биологическую классификацию озер; знать факторы, определяющие трофность водоема; иметь представление о продуктивности как о важнейшей характеристике водоема.

Аспиранты должны уметь оценивать продуктивность водоемов различной трофности, продуктивные районы морей и океанов.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что означает термин трофность? Охарактеризуйте факторы, определяющие трофность водоема.
2. Биологическая классификация озер по А.Тинеману и Е.Науману.
3. Дайте характеристику эвтрофным озерам.
4. Дайте характеристику олиготрофным озерам.
5. Дайте характеристику дистрофным озерам.
6. Каковы площади в Мировом океане, которые потенциально возможно использовать для культивирования марикультуры?
7. Что такое биологическая продукция?
8. Что называют первичной продукцией?
9. Что означает понятие вторичная продукция?
10. Какие уровни биопродуцирования можно выделить?
11. Дайте характеристику продуктивным районам морей и океанов.
12. Дайте характеристику величине первичной продукции в различных районах водоемов.
13. Какова зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны?

#### **Тема 6. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии).**

**Свет.** Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Фотосинтез растений, связь освещенности с фотосинтезом. Понятие компенсационной точки фотосинтеза. Фототаксис у животных.

**Температура.** Температура как фактор, регулирующий активность гидробионтов. Коэффициент Вант-Гоффа и температурная кривая Крога. Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомойтермные организмы.

**Соленость.** Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Засоление почв.

**Газы и бионты.** Газы в атмосфере и в воде. Растворенный кислород и углекислота. Особенности дыхания гидробионтов в воде. Сероводород, его образование и окисление.

**Активная реакция среды.** рН в воде, грунтах и почве. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.

**Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.**

**Субстрат.** Вода как среда обитания гидробионтов и приспособления гидробионтов к водному образу жизни. Приспособления к обитанию в водной толще, на поверхности грунта и в толще грунта. Приспособления водных организмов к обитанию в проточных водоемах и в зоне приобья. Почва как среда жизни. Наземно-воздушная среда жизни.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать факторы, определяющие и регулирующие существование и поведение гидробионтов, понимать влияние изменения факторов среды обитания на жизнедеятельность и функционирование гидробионтов. Изучить адаптации гидробионтов к различным условиям и физико-химическим свойствам и характеристикам воды и грунтов, уметь оперировать понятийным аппаратом и применять методы изучения адаптаций гидробионтов, проводить корреляционный анализ взаимовлияния адаптаций гидробионтов и свойств воды и грунтов. Знать причины цикломорфоза, заморов, красных приливов в водных экосистемах.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Каковы основные закономерности проникновения света в воду?
2. Что такое прозрачность? Укажите факторы ее определяющие. Прозрачность вод Мирового океана и континентальных водоемов.
3. Охарактеризуйте световые зоны водоемов. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов.
4. Дайте характеристику фотосинтеза растений, связь освещенности с фотосинтезом.
5. Что такое биолюминисценции моря, ее причины и значение в биотических отношениях гидробионтов.
6. Температура как важнейший физиологический и экологический фактор гидросферы. Оцените роль температуры в развитии вертикальной стратификации вод.
7. Дайте характеристику эври- и стенотермным организмам. Приведите примеры.
8. Дайте характеристику гомойотермным и пойкилотермным организмам. Приведите примеры.
9. Какие особенности придает водной среде ее теплоемкость, и какие адаптации имеют гидробионты к температурному режиму?
10. Соленость как важнейший физиологический и экологический фактор гидросферы. Дайте характеристику классификации, причинам и степени различий природных вод по величине минерализации и особенностям солевого состава.
11. Оцените роль солености в формировании вертикальной стратификации вод.
12. Дайте характеристику морским, пресноводным, солоноватоводным и ультрагалинным организмам.
13. Каковы адаптации гидробионтов к изменению солености?
14. Какова разница между экологическими группами гидробионтов в соленых и пресных водоемах?
15. Дайте характеристику понятиям осморегуляции и критической солености.
16. Каковы значения солености водных экосистем? Соленость как фактор, определяющий распространение гидробионтов.
17. Каково влияние солености и температуры на жизнедеятельность гидробионтов?
18. Дайте общую характеристику газовому режиму гидросферы.
19. Укажите источники образования, содержания в природных водах, пути трансформации и характер влияния на гидробионтов: кислорода, углекислого газа, сероводорода и метана.
20. Каково влияние показателей величины активной реакции среды (pH) и окислительно-восстановительного потенциала (Eh) на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов.
21. Дайте характеристику еври- и стеноионным гидробионтам. Приведите примеры.

**Тема 7. Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы (сообществ).**

Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Методы количественной оценки структуры (биомасса, численность, число видов).

Показатели разнообразия и сходства сообществ.

Доминирующие и руководящие (индикаторные) виды.

Относительное обилие популяций как показатель структуры сообществ. Нормальное и лог-нормальное распределение (Престон). Модели относительного обилия, их ограничения (МакАртур).

Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты.

Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гаузе, его ограничения. Парадокс планктона.

Отношения организмов различных трофических группировок. Опыты Граузе и математические модели Вольтера и Лотки. Трофические цепи и сети. Колебание численности популяций как результат запаздывания отклика при взаимодействии хищника и жертвы.

Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Величины рационов, общий и частный рацион. Пищевая избирательность. Классификация гидробионтов по типу питания.

Пространственная структура сообществ. Однородность и неоднородность биотопа. Убежища. Количественная и качественная неоднородность, неоднородность сообществ, микрораспределение.

Механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность, центробежные и центростремительные силы.

Основные топические подразделения водной биоты:

- Население водной толщи. Планктон и нектон. Вертикальное распределение и миграции гидробионтов. Горизонтальное распределение и активные миграции гидробионтов. Перемещение водных масс и проблема их биоиндикации.

- Население границы раздела «вода-воздух». Нейстон и плейстон.

- Население границы раздела «вода-грунт». Инфауна и эпифауна. Консорции как реальная единица структуры биоценоза (В. Беклемишев, Раменский).

- Население почв и грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна.

Граница биоценозов. Понятие об экотопе. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема пространственной перестройки биоценозов.

Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д.Э.Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниша. Проблема акклиматизации гидробионтов.

Гидробионты различных уровней организации, процессы их жизнедеятельности и эволюции.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать различные классификации гидробионтов, группы гидробионтов по биотопам, в зависимости от вертикального распределения. Должны знать гидробионтов нектона, планктона, бентоса, знать какие типы живых организмов обитают в этих нишах, каковы условия обитания перифитона. Аспиранты должны четко понимать различия в условиях обитания гидробионтов разных экологических групп; знать адаптации гидробионтов к различным условиям и физико-химическим свойствам и характеристикам воды и грунтов; уметь проводить сравнительные исследования гидробионтов, делать выводы по результатам данных исследований.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое плейстон? Планктон? Бентос?
2. Какие организмы входят в состав плейстона? Планктона? Бентоса?
3. Какие бактерии обитают в составе планктона? Бентоса? Перифитона?
4. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского нейстона. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки.
5. Охарактеризуйте адаптации нейстонных организмов к особенностям среды обитания; условия существования нейстона в совокупности факторов водной и воздушной среды.
6. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского плейстона. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки.
7. Охарактеризуйте адаптации плейстона к особенностям среды обитания; условия существования плейстона в совокупности факторов водной и воздушной среды.

8. Какие адаптации имеют гидробионты к поверхностному натяжению и плотности воды?
9. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского фитопланктона. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Закономерности пространственного распределения фитопланктона и факторы, его определяющие. Адаптации фитопланктона к особенностям среды обитания.
10. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского зоопланктона. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Закономерности пространственного распределения зоопланктона и факторы его определяющие. Адаптации зоопланктона к особенностям среды обитания.
11. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского бактериопланктона. Характеристика биоразнообразия, количественное и пространственное распределение бактериопланктона и факторы его определяющие. Адаптации бактериопланктона к особенностям среды обитания.
12. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского фитобентоса. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Закономерности пространственного распределения фитобентоса и факторы его определяющие. Адаптации фитобентоса к особенностям среды обитания.
13. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского зообентоса. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Закономерности пространственного распределения зообентоса и факторы его определяющие. Адаптации зообентоса к особенностям среды обитания.
14. Проведите сравнительный анализ пресноводного и морского бактериобентоса. Характеристика биоразнообразия, количественное и пространственное распределение бактериобентоса и факторы его определяющие. Адаптации бактериобентоса к особенностям среды обитания.
15. Дайте характеристику бактерио-, фито-, зооперифитона в пресноводных и морских экосистемах. Количественное и пространственное распределение перифитона и факторы его определяющие. Роль обрастаний в водной экосистеме.
16. Дайте характеристику нектона в пресноводных и морских экосистемах. Количественное и пространственное распределение, факторы его определяющие.
17. Какова разница между экологическими группами гидробионтов в соленых и пресных водоемах?
18. Как называются гидробионты, не способные противостоять течениям?
19. Охарактеризуйте структуру популяций, видовую структуру сообществ.
20. Дайте характеристику методам количественной оценки структуры сообществ (биомасса, число видов, разнообразие связей).
21. Охарактеризуйте трофическую структуру сообществ.
22. Дайте характеристику понятиям: продуценты, консументы, редуценты, трофические цепи, трофические сети и др.

### **Тема 8. Функциональные характеристики сообществ.**

Представления о продукции как о важнейшей функциональной характеристике сообществ. Основные понятия – первичная, вторичная и конечная продукция. Удельная продукция (П/Б-коэффициент). Вопросы терминологии (продукция, продуктивность). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.

Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая, эффективная и чистая продукция. Отличие процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Первичная продукция морей и океанов, континентальных водоемов (масштаб и распределение), разных ландшафтных зон суши. Степень утилизации солнечной энергии.



Связь процессов накопления первичного органического вещества с факторами среды (свет, минеральное питание, температура и др.). Связь процессов накопления органического вещества с биотическими факторами (конкуренция за биогенные элементы, выедание). Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, по изменению содержания кислорода и углекислого газа, по изменению активной кислотности и т.д.), их достоинства, недостатки, ошибки.

Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции. Прямое микроскопирование, АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные методы. Бактериальная продукция в водной толще и донных отложениях водоемов, в почве, напочвенном покрове.

Продукция консументов («вторичная продукция»). Фитофаги и зоофаги. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет популяций с постоянным пополнением (графический, «физиологический»). Радиоуглеродные методы. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения. Трофические коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$ . Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.

Продукция сообществ. Оценка продукции сообществ через продукцию трофической цепи. Чистая и валовая продукция сообществ. Методы ее определения, П/Б коэффициенты. Сравнение сообществ по продуктивности.

Деструкция органического вещества. Основные представления о прижизненном распаде органического вещества. Дыхание и пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка. Связь между интенсивностью обмена и весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Бергаланфи.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать функциональные характеристики сообществ, знать определение и характеристики основных понятий (продукции, продуктивности и др.); характеристику первичной продукции морей, океанов и континентальных водоемов; характеристику вторичной продукции, бактериальной продукции. Аспиранты должны четко понимать взаимосвязь процессов накопления первичного органического вещества с абиотическими и биотическими факторами среды. Аспиранты должны владеть методологическими основами современной науки, методами исследования водных экосистем, владеть методами определения и оценки продукции, уметь проводить сравнительные исследования, делать выводы по результатам данных исследований.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Дайте определение и характеристику основным понятиям (продукции и продуктивности).
2. Что называют первичной продукцией?
3. Дайте характеристику первичной продукции морей, океанов и континентальных водоемов (масштаб и пространственно-временная гетерогенность).
4. Какова величина первичной продукции в различных районах водоемов?
5. Укажите особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах.
6. Какова связь процессов накопления первичного органического вещества с факторами среды (свет, минеральное питание, температура и др.)?
7. Какова связь процессов накопления органического вещества с биотическими факторами (конкуренция за биогенные элементы, выедание)?
8. Дайте характеристику методам определения первичной продукции, их достоинства, недостатки.
9. Дайте характеристику бактериальной продукции водной толщи, донных отложениях морей и континентальных водоемов.

10. Дайте характеристику методам определения бактериальной продукции, их достоинства, недостатки.
11. Какова роль микроорганизмов в продуктивности водных экосистем?
12. Что означает понятие вторичная продукция?
13. Охарактеризуйте методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод П. Бойсен-Иенсена и его модификации).
14. Охарактеризуйте расчет продукции популяций с постоянным пополнением (графический, «физиологический» методы расчета). Радиоуглеродные методы.
15. Охарактеризуйте определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения.
16. Какова оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте?
17. Какова оценка продукции сообществ через продукцию трофической цепи.
18. Дайте характеристику понятиям чистая и валовая продукция сообществ. Дайте характеристику методам ее определения, П/Б коэффициенты.
19. Проведите сравнительный анализ сообществ по продуктивности.

### **Тема 9. Накопление и разрушение органического вещества в экосистеме.**

Формы существования органического вещества в экосистеме – живое, детрит, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов. Пищевая доступность органического вещества. Развитие представлений о важности растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ. Теория Пюттера и ее современная интерпретация - экологический метаболизм.

Принципиальная схема: соотношение замкнутого и открытого обмена в экосистеме.

Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллахтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль. Влияние на интенсивность выделения растворенного органического вещества условий внешней среды.

Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Гуминовые вещества. Ферментативный распад, связанный с активностью гидробионтов. Экзоферменты.

Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи. Связь интенсивности разложения с концентрацией пищи (величиной рациона). Включение в рационы гидробионтов живого вещества, детрита и растворенного органического вещества. Методы определения рационов.

Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме. Мусорщики и сапрофаги.

Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Методы расчета. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида. Поток энергии через систему по цепи хищник-жертва и по детритной цепи. Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа.

Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей. Пищевая «избирательность», коэволюция систем «хищник-жертва».

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать основные закономерности накопления и разрушения органического вещества в экосистеме; должны владеть системой фундаментальных и прикладных знаний в области экологии и гидробиологии. Владеть методологическими основами современной науки, методами исследования водных экосистем.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Перечислите и охарактеризуйте формы существования органического вещества в экосистеме.
2. Какие существуют соотношения между различными формами органического вещества в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов?
3. Раскройте понятие пищевая доступность органического вещества.
4. Раскройте понятия автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа.
5. Какое влияние оказывают условия внешней среды на интенсивность выделения растворенного органического вещества?
6. Охарактеризуйте пути разложения органического вещества в экосистемах.
7. Оцените роль сапрофитных форм жизни в процессе разложения мертвого органического вещества. Оцените роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме.
8. Раскройте понятие баланса органического вещества в экосистеме. Дайте характеристику методам расчета.
9. Раскройте понятие пирамида биомасс.
10. Какая эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней?
11. Раскройте понятие энергетическая пирамида.
12. Дайте характеристику типам пищевых цепей, их особенности в разных типах экосистем.
13. Сравните эффективность использования энергии в системах разного типа.

**Тема 10. Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем.**

**Тема 10.1. Экосистемы морей и океанов.**

Концепция биологической структуры океана Л. А. Зенкевича. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.

Пелагиаль. Состав населения. Характеристика основных таксонов, их видовое разнообразие, количественное распределение, методы его оценки. Биогеографическое районирование пелагиали океана. Фитопланктон. Закономерности вертикального и горизонтального распределения и факторы, его определяющие. Сезонные изменения обилия и состава водорослей. Зоопланктон. Закономерности пространственного распределения. Смена с глубиной видового состава и соотношения трофических групп. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции, их причины и биологическое значение.

Ихтиофауна. Рыбы эпипелагиали, мезапелагиали, глубоководные и придонные. Комплекс неритических видов. Систематический состав и закономерности географического распространения. Роль в трофических цепях пелагиали.

Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов Северного и Южного полушарий. Глубоководные сообщества.

Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Методы количественной оценки.

Фитобентос, его групповой состав, вертикальная и географическая зональность. Развитие и продуктивность в различных климатических зонах.

Зообентос. Групповой состав мелководного и глубоководного бентоса. Мейо-, макро-, мегабентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав донной фауны.

Донная фауна как база обитания бентосоядных рыб. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана и ее связь с вертикальной фаунистической

зональностью. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана. Сообщества обрастания.

### **Тема 10.2. Экосистемы континентальных водоемов.**

Естественные и искусственные водоемы, их особенности.

Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речных водно-растворенных и взвешенных веществ. Биосток. Условия жизни (турбулентное перемешивание водных масс) и выравнивание гидрологических градиентов. Реопланктон. Доминирующие группы планктона. Бентос. Лито-, аргилло-, палореофильные формы. Биогидрологические профили. Перифитон. Растения и полночленность консорциев. Нектон. Жилые, проходные и полупроходные рыбы.

Озера. Сточные и бессточные. Условия жизни. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и пересоленные озера. Лиманы, Лимнобионты. Планктон как наиболее показательная топическая группировка гидробионтов. Доминирующие формы. Сезонные явления в жизни планктона. Бентос. Основные особенности вертикального распределения. Ихтиофауна – жилые, озерно-речные и проходные формы рыб.

Водохранилища. Особенности гидрологического режима. Коэффициент водообмена. Колебания уровня и осушная зона. «Промежуточный» между речным и озерным состав населения. Основные черты сообществ пелагиали и бентали. Формирование экосистем водохранилища как процесс сукцессии. Три стадии формирования фауны. Проблема эвтрофикации, «цветение» равнинных водохранилищ синезелеными водорослями.

Пруды. Плотинные, копаные и наливные. Условия жизни. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов. Ведущая роль вторичноводных животных и бентоса.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать основные закономерности функционирования морских и пресноводных экосистем; должны владеть системой фундаментальных и прикладных знаний в области экологии и гидробиологии. Владеть методологическими основами современной науки, методами исследования водных экосистем.

#### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Охарактеризуйте гидрологический режим рек.
2. Охарактеризуйте гидрологический режим озер.
3. Охарактеризуйте особенности гидрологического режима искусственных водоемов.
4. Охарактеризуйте закономерности формирования химического состава речных вод.
5. Охарактеризуйте гидрохимический режим озер.
6. Охарактеризуйте гидрохимический режим искусственных водоемов.
7. Охарактеризуйте гидрологический режим Мирового океана.
8. Охарактеризуйте гидрохимический режим Мирового океана.
9. Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речными водами растворенных и взвешенных веществ.
10. Дайте характеристику реобионтам.
11. Охарактеризуйте условия обитания гидробионтов в реках, ручьях и родниках.
12. Дайте классификацию озер.
13. Дайте характеристику лимнобионтам.
14. Охарактеризуйте условия обитания гидробионтов в озерах.
15. Охарактеризуйте условия обитания гидробионтов в загрязненных водоемах.
16. Охарактеризуйте условия обитания гидробионтов в поверхностных водах и глубоководных илах.
17. Охарактеризуйте состав населения водохранилищ. Какие основные черты сообществ пелагиали и бентали водохранилищ?
18. Опишите стадии формирования экосистем водохранилищ. Проблема эвтрофикации, «цветения» водохранилищ.

19. Какие виды прудов вы знаете? Охарактеризуйте видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов.
20. Рыбоводство, прудовое хозяйство, особенности нерестовых, выростных и зимовальных прудов.
21. Охарактеризуйте гидробиоценоз морских экосистем. Раскройте трофическую, видовую, пространственную и размерную структуру.
22. Охарактеризуйте гидробиоценоз континентальных водоемов. Раскройте трофическую, видовую, пространственную и размерную структуру.
23. Охарактеризуйте структурные и функциональные особенности водных экосистем.
24. Что такое динамика экосистем?
25. Раскройте понятие сукцессии как процесса развития экосистемы.
26. Охарактеризуйте виды сукцессии, их характерные особенности, движущие силы и направление сукцессии.
27. Охарактеризуйте зрелость экосистем и концепция климакса.
28. Раскройте понятие устойчивость природных экосистем. Опишите способы ее оценки.
29. Охарактеризуйте устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепцию предельно допустимого воздействия (ПДВ).
30. Раскройте общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.
31. Дайте характеристику нейстона континентальных водоемов.
32. Дайте характеристику нейстона морей и океанов.
33. Дайте характеристику плейстона континентальных водоемов.
34. Дайте характеристику плейстона морей и океанов.
35. Дайте характеристику планктона континентальных водоемов.
36. Дайте характеристику планктона морей и океанов.
37. Охарактеризуйте бентос континентальных водоемов.
38. Охарактеризуйте бентос морей и океанов.
39. Дайте характеристику nekтона в пресноводных и морских экосистемах.

### **Тема 11. Проблемы прикладной гидробиологии.**

Биологические, биоинженерные, биомедицинские, природоохранные технологии. Использование гидробионтов в хозяйственных и медицинских целях, экотехнологиях, охране и рациональном использовании природных ресурсов.

Промысел рыбы и водных объектов. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Акклиматизация.

Промысловая продукция океанов. Уровень современного вылова. Состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие). Промысловая ихтиофауна и ее биогеографические комплексы. Хозяйственное освоение шельфов морей. Виды морской аквакультуры.

Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоемов и рыбозаведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительные рыбы. Проблема рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Реконструкция донной фауны, ее методы. Реконструкция донной фауны Каспийского моря. Проблема Азовского и Аральского морей. Проблема Байкала, Балхаша и Урала. Разработка и теории управления биологической продуктивностью водоемов и проблема промысловых прогнозов.

В результате изучения данной темы аспиранты должны знать основные аспекты и проблемы прикладной гидробиологии; должны владеть системой фундаментальных и прикладных знаний в области экологии и гидробиологии. Аспиранты должны уметь использовать биологические системы в хозяйственных, медицинских целях,

экотехнологиях, охране и рациональном использовании природных ресурсов; уметь вычислять основные показатели и характеристики, приметь в практической деятельности данные результаты. Владеть навыками проведения экспертной оценки водной экосистемы. Аспиранты также должны ориентироваться в теме рыбного хозяйства, знать, какие санитарно-микробиологические исследования необходимы для анализа экологического состояния водоема, предназначенного для питьевого водоснабжения и для рыбозаведения.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Охарактеризуйте предмет, цель, задачи прикладной гидробиологии.
2. Оцените состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие).
3. Дайте характеристику промысловой ихтиофауне и ее биогеографическим комплексам.
4. Хозяйственное освоение шельфов морей.
5. Виды морской аквакультуры.
6. Акклиматизации гидробионтов (акклиматизация, интродукция).
7. Рыбоводство в озерах и водохранилищах.
8. Прудовое рыбоводство.
9. Садковое и бассейновое выращивание пресноводных рыб.
10. Аквакультура беспозвоночных.
11. Культивирование водорослей.
12. Промысловая продукция континентальных вод.
13. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью.
14. Регламентация и регулирование промысла.
15. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Подходы к управлению биологической продуктивностью водоёмов.
16. С какими странами осуществляется научно-техническое сотрудничество в области рационального использования и охраны водных ресурсов?
17. Раскройте понятие продуктивности.
18. Что означает понятие первичная продукция? Вторичная продукция? Конечная продукция?
19. Дайте характеристику первичной продукции морей, океанов и континентальных водоемов (масштаб и пространственно-временная гетерогенность).
20. Какова величина первичной продукции в различных районах водоемов?
21. Оцените соотношение между первичной и конечной продукциями.
22. Укажите особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах.
23. Оцените продуктивность водоемов различной трофности.
24. Дайте характеристику продуктивным районам морей и океанов.
25. Раскройте понятия потенциальная продуктивность водоемов и биологические ресурсы океана.
26. Дайте характеристику современным методам и способам эффективной эксплуатации природных ресурсов водоемов.
27. Каким образом используют гидробионтов в биоинженерных, биомедицинских, природоохранных и др. технологиях.

**Тема 12. Антропогенное загрязнение океана.**

Загрязнение водной среды как биосферный процесс. Общая характеристика основных типов антропогенного воздействия на водные экосистемы (антропогенное эвтрофирование, загрязнение, тепловое воздействие, радиоактивное заражение). Основные источники эвтрофирования. Отличие антропогенного эвтрофирования от естественного. Основные источники токсичного загрязнения (нефтепродукты, пестициды,

детергенты, тяжелые металлы и др). Проблема обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков и меры борьбы с ними.

В результате изучения данных тем аспиранты должны знать все виды антропогенного загрязнения, его источники, уделить особое внимание биологическим видам загрязнений, понимать связь видов загрязнений с региональными особенностями водоемов; знать меры профилактики и биоиндикации загрязнений. А также должны представлять себе все аспекты загрязнений и процессов самоочищения в водоемах. Уметь применять методы индикации загрязнения и очищения водной среды.

Аспиранты должны хорошо ориентироваться в современном состоянии водных экосистем, знать историю изучения загрязнения водоемов. Необходимо рассмотреть современные методы контроля качества воды морских и пресных водоемов, подземных источников, питьевой воды.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Загрязнение водной среды как биосферный процесс.
2. Дайте общую характеристику основных типов антропогенного воздействия на водные экосистемы.
3. Охарактеризуйте физическое, химическое, биологическое загрязнение водной среды.
4. Расскажите о причинах антропогенного эвтрофирования водоемов.
5. Раскройте сущность проблемы загрязнения водоемов бытовыми сточными водами.
6. Охарактеризуйте источники, состав, формы и воздействие загрязнения водоемов нефтепродуктами.
7. Охарактеризуйте источники, накопление и воздействие загрязнения водоемов полициклическими ароматическими соединениями.
8. Охарактеризуйте источники загрязнения водоемов металлами (мышьяк, свинец, ртуть, кадмий), токсичность и воздействие на водные экосистемы.
9. Охарактеризуйте источники загрязнения водоемов и воздействие пестицидами.
10. Какое влияние оказывает загрязнение на функционирование и устойчивость водных экосистем, жизнедеятельность гидробионтов?
11. Каково современное состояние загрязнения океана?
12. Каковы основные загрязнители гидросферы?
13. Какие виды загрязнителей наиболее опасны для гидробионтов?
14. Раскройте сущность проблемы обрастаний подводных сооружений.
2. Какие помехи вызывают обрастания навигационного оборудования, гидротехнических сооружений, подводной части судов?

**Тема 13. Самоочищение водных экосистем.**

Водоемы как источники хозяйственного и питьевого водоснабжения. Проблема чистой воды. Вопросы биологического самоочищения водоемов. Организмы и сообщества – показатели сапробности и таксобности вод. Задачи санитарной гидробиологии и охрана водоемов. Биологическое самоочищение водоемов. Минерализация, биоседimentация, биофильтрация, аккумуляция и утилизация загрязнений гидробионтами. Биологическая детоксикация. Аэрация вод. Восстановление нарушенных водоемов. Основные методы восстановления нарушенных водных экосистем (аэрация водной толщи и донных отложений, углубление водоема, удаление донных отложений, изоляция дна, химические способы восстановления водоемов). Биоманипуляция. Биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

Аспиранты должны уметь анализировать современное состояние водоемов и прогнозировать процессы изменения экологической и санитарной ситуации в водоеме. Должны уметь применять на практике современные методы микробиологического и санитарного контроля водоема.

Аспирантам необходимо рассмотреть современные технологии защиты водоемов от загрязнений, технологии очистки сточных вод, применяемые на современном этапе развития промышленности, знать перспективные направления развития технологической науки. Уметь анализировать очистные технологии, делать выводы об эффективности технологий защиты водоемов от загрязнений.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Какие основные подходы вам известны в оценке качества воды?
2. Какие методы используют для определения качества вод по гидробиологическим показателям?
3. Какие гидрохимические показатели применяют для определения качества поверхностных вод?
4. Сапробиологический анализ. Классификация сапробности вод. Определение сапробности.
5. Каким образом определяют среднюю величину сапробности биоценоза?
6. Что такое сапробная валентность и индикаторный вес показательных организмов?
7. Как определить биологическую эффективность органической нагрузки и индекс сапробности?
8. Какие водные организмы используются в качестве индикаторов при оценке экологического состояния водных экосистем.
9. Охарактеризуйте биологическое самоочищение водоемов.
10. Как происходит самоочищение водоемов?
11. Какие виды загрязнителей наиболее опасны для гидробионтов?
12. Экологический мониторинг водной среды. История становления системы мониторинга.
13. Современное состояние мониторинга на территории РФ.
14. Раскройте принципы биологического мониторинга.
15. Дайте характеристику понятиям: минерализация, биоседimentация, биофилтратция, аккумуляция, утилизация загрязнений гидробионтами.
16. Дайте характеристику понятиям: биотестирование, биоиндикация.
17. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.
18. Назовите основные законы Российской Федерации по охране окружающей среды и водных объектов.
19. Как классифицируются водные объекты в законодательстве Российской Федерации?
20. Перечислите основные показатели и нормативы, по которым оценивается безопасность поверхностных водоемов. Перечислите санитарно-микробиологические показатели и нормативы, по которым оценивается безопасность питьевой воды.
21. Назовите основные нормативно-технические документы Российской Федерации по контролю поверхностных водоемов.
22. Назовите основные нормативно-технические документы Российской Федерации по контролю за качеством питьевой воды.