

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН»**

УТВЕРЖДЕНО  
Решением Ученого совета  
Протокол № 5 от 14.04.2022г

УТВЕРЖДЕНО  
Приказом ФИЦ ИнБЮМ  
№ 62-од от 14.04.2022г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.ОД.4 ГИДРОБИОЛОГИЯ**

**Научная специальность**  
1.5.16. Гидробиология

Форма обучения - очная

**Уровень высшего образования**  
*подготовка кадров высшей квалификации*

Севастополь

1. Рабочая программа разработана в отделе аспирантуры Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН» в соответствии со следующими нормативными документами:

Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, Федеральным законом от 30 декабря 2020 г. № 517-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» и отдельные законодательные акты»; Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; Приказом Минобрнауки России от 20 октября 2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)»; Приказом Минобрнауки России от 24 февраля 2021 г. № 118 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, и внесении изменения в Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденное приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 ноября 2017 г. № 1093»; Приказом Минобрнауки России от 24 августа 2021 года № 786 «Об установлении соответствия направлений подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) научным специальностям, предусмотренным номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 года № 118; Приказом Минобрнауки России от 6 августа 2021 года № 721 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре».

**2. Разработчик рабочей программы:** Солдатов Александр Александрович, главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом Физиологии животных и биохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Институт биологии южных морей имени А.О.Ковалевского РАН».

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЕ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
1.3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий .....	6
2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
2.1. Содержание учебной дисциплины.....	6
2.2. Структура учебной дисциплины.....	12
2.3. Распределение контактной работы .....	14
2.4. Распределение самостоятельной работы аспирантов .....	15
3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	16
4. СООТВЕТСТВИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО РАЗНЫМ ШКАЛАМ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.....	17
5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
Дополнительная литература .....	19
6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
7. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	21
8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	21
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	28

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЕ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

*Целью* освоения дисциплины «Гидробиология» является формирование у аспирантов углубленных знаний и понятий о структуре гидросферы, функциональных особенностях отдельных водных экосистем, общин закономерностях и тенденциях их развития, значении гидробионтов и гидробиоценозов в трансформации и круговороте химических элементов на планете, без знания которых невозможно рациональное использование водных ресурсов и охрана гидросферы от последствий антропогенной деятельности, научное прогнозирование ее состояния и эксплуатации. Данный курс раскрывает основные направления гидробиологии, процесс ее становления и развития, методологические проблемы современной гидробиологической науки и пути их разрешения, ее связь с другими дисциплинами, основные современные базовые положения и пути развития.

Основными *задачами* курса является получение аспирантами достаточных знаний, необходимых для:

- ознакомления с основными закономерностями биологических и физико-химических явлений и процессов, происходящих в гидросфере;
- изучения экологических основ жизнедеятельности гидробионтов (питание, водно-солевой обмен, дыхание, рост и развитие, метаболизм) на разных уровнях их биологической организации (популяции, биоценозы, экосистемы);
- изучения биологических систем гидросферы, их структуры и функций;
- изучения условий существования гидробионтов в гидросфере, влияния свойств воды и грунтов на морфофизиологические особенности гидробионтов, их распределение, поведение, размножение и другие процессы жизнедеятельности;
- определения роли антропогенного влияния на водные объекты и его последствий, оптимизации рационального использования водных ресурсов;
- изучения закономерностей и тенденций развития современной гидробиологической науки;
- формирования представлений о методологии проведения научных исследований в области гидробиологии, способствовать усвоению базовых методов обработки и критического анализа информации; умению выражать логически построенные теоретические конструкции, аргументировать высказываемые положения.

Изучение курса должно способствовать более глубокому овладению научной специальностью, полученные знания могут быть использованы для подготовки и написания диссертации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

### **Знать:**

- современные методы исследований в гидробиологии;
- современные методы статистического анализа результатов гидробиологических исследований;
- требования к содержанию и правилам оформления результатов научных исследований;
- современные методы классификации и систематизации данных гидробиологических исследований;
- современные методы оценки состояния водных объектов;
- основные загрязнители водной среды и их биологические эффекты;
- основные источники загрязнения водной среды;
- основные принципы мониторинга водной среды.

**Уметь:**

- самостоятельно выбрать информативные методы и способы оценки состояния водных объектов;
- выбрать эффективные методы защиты водных объектов;
- самостоятельно работать, используя современные компьютерные программы для обработки и представления результатов гидробиологических исследований.

**Владеть:**

- методами оценки состояния водных объектов;
- методами планирования охранных мероприятий водных объектов;
- методами планирования мониторинга;
- компьютерными программами, позволяющими систематизировать и обрабатывать результаты исследований;
- методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по гидробиологии;
- навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по гидробиологии.

## 1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидробиология» является обязательной дисциплиной вариативной части учебного плана аспирантуры. Шифр дисциплины по ООП – Б1.ОД.4. Данный курс является интегративным, устанавливает многочисленные межпредметные связи, помогает аспирантам понять закономерности взаимодействия земных оболочек, особенности гидросферы как среды обитания организмов, сущность жизненных форм, характер и масштабы влияния человека на гидробионтов.

Дисциплина «Гидробиология» базируется на знаниях других дисциплин: зоологии, ботаники, экологии, химии, физики, гидрологии.

В структуре ООП дисциплина «Гидробиология» связана с дисциплинами Б1.ОД.1 «История философии и науки».

Овладение системой знаний по данной дисциплине требует высокой подготовки по базовой дисциплине «Биология», а также умения работать с учебной и научной литературой, грамотно формулировать и аргументировать свои идеи. Знание основных закономерностей гидробиологии, методологии гидробиологической науки должно способствовать выработке общенаучных компетенций, расширению кругозора специалиста-профессионала, обретению навыков критико-аналитического мышления, необходимых при решении конкретных научных и прикладных задач.

Освоение дисциплины «Гидробиология» необходимо для осуществления грамотной научно-исследовательской работы.

Изучение курса завершается кандидатским экзаменом.

### 1.3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.

Таблица 1. – Распределение объема дисциплины по видам работ (очная форма обучения)

Курс	Семестр	Общий объем, ЗЕ (ч)	Контактная работа, ч			Самостоятельная работа, ч	Контроль	Реферат, РГЗ, контр. работа, коллоквиум	Курсовой проект (работа)	Зачет (семестр)	Канд. экзамен (семестр)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия						
2	3,4	5 (180)	16	16	–	139	9	реферат	–	–	4

Соотношение количества часов самостоятельной работы аспиранта к общему объему часов составляет: 139/180 (77%)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание учебной дисциплины

Содержание дисциплины включает следующие темы:

#### Часть 1. Гидробиология как наука о надорганизменных водных системах

**Тема 1. Введение.** Предмет, метод и задачи гидробиологии. Место гидробиологии в системе биологических наук. Общие принципы и понятия. Возникновение и развитие гидробиологии. Основные научные направления и подходы к изучению объекта (описательный, количественный системный). Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев, Константинов А.С., Корзинкин Г.С., Березина Н.А.). 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.

**Тема 2. Гидросфера Земли как составная часть биосферы.** Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Биогеографический регион как крупномасштабная экосистема. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Структура биогеографического региона – локальные биоценозы. Соотношение понятий: биоценоз Мебиуса, биотоп Даля, биогеоценоз Сукачева, экосистема Тэнсли и Эванса. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистемы. Подходы к изучению водного биоценоза: флоро-фаунистический, биотопический, трофический. Границы биоценозов (дискретность и непрерывность биоценозов). Понятие об экотоне. Энергетически зависимые и независимые сообщества. Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав. Масштабы этого процесса в гидросфере и учение о биосфере В.И. Вернадского. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества: углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере. Физико-химические условия существования гидробионтов. Физико-химические свойства воды и грунтов. Термические и оптические свойства воды. Вещества, содержащиеся в природной воде. Физико-химические явления в водоемах. Водоемы Земли и

их население. Мировой океан и его население. Континентальные водоемы и их население. Подземные воды и их население.

**Тема 3. Методы исследования водных экосистем.** Методы исследования водных экосистем. Задача количественной оценки взаимодействия элементов в системе. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания связей в экосистемах с помощью регрессионного анализа в экологических исследованиях. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей, прогностические свойства моделей.

**Тема 4. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии).** Вода как среда обитания. Химический состав природных вод. Приспособления к водному образу жизни: в толще воды, на поверхности и в толще грунта, в проточных водоемах и в зоне приобья. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Фотохимические, фотофизические и фотобиологические реакции в водной среде. Фотосинтез растений, связь освещенности с фотосинтезом. Понятие компенсационной точки фотосинтеза. Эффективность использования световой энергии. Фототаксисы и фототропизмы. Адаптации гидробионтов к изменению интенсивности освещения и спектральному составу. Вертикальные миграции гидробионтов. Температура как фактор, регулирующий жизнедеятельность гидробионтов. Коэффициент Вант-Гоффа и температурная кривая Крога. Температура и распространение организмов. Стено- и эвритермные организмы. Тепловодные и холодноводные организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Сезонная динамика температуры. Термоклин. Соленость как фактор, определяющий распространение и видовой состав гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Эври- и стеногалинные организмы. Газовый режим. Растворенный кислород и углекислота. Особенности дыхания гидробионтов в воде. Сероводород, его образование и окисление. Связь между содержанием кислорода, температурой и фотосинтезом. Суточные и сезонные колебания кислорода. Активная реакция среды, Eh, pH в воде и грунтах. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале и его влиянии на процессы, связанные с жизнью и активностью гидробионтов. Свободнорадикальные процессы в водоемах и их значение. Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.

**Тема 5. Структурные характеристики биотической компоненты водной Экосистемы. Трофическая структура сообществ.** Структура популяций, видовая структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Консорции как реальная единица структуры биоценоза (В. Н. Беклемишев, Л. Г. Раменский). Методы количественной оценки структуры (биомасса, число видов, разнообразие связей). Показатели разнообразия и сходства. Урони видового разнообразия. Доминирующие формы, ключевые виды и виды - эдификаторы. Относительное обилие популяций как показатель структуры сообщества. Модели относительного обилия, их ограничения. Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты. Питание гидробионтов. Пища гидробионтов. Способы добывания пищи. Отношения организмов в пределах одной трофической группы. Пищевая конкуренция. Принцип Гаузе, его ограничения. Парадокс планктона. Отношения организмов различных трофических группировок. Взаимодействия типа хищник – жертва. Опыты Гаузе и математические модели Лотки и Вольтерра. Современные модели трофических отношений. Трофические цепи и сети. Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Классификация гидробионтов по типу питания. Пищевая избирательность. Спектры питания и пищевая избирательность. Интенсивность питания, рационы и усвоение пищи.

**Тема 6. Структурные характеристики биотической компоненты водной экосистемы. Пространственная структура сообществ.** Пространственная структура сообществ. Количественная и качественная неоднородность сообществ, типы

пространственного распределения. Факторы и механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность планктона и бентоса. Основные деления 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, плейстон. Население границы раздела «вода–грунт». Инфауна и эпифауна. Население грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов, и проблема перестройки биоценозов. Акклиматизация гидробионтов. Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д. Э. Хатчисона. Потенциальная и реализованная ниша. Закономерности нишевой структуры сообществ.

**Тема 7. Функциональные характеристики сообществ. Первичная продукция.** 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 и чистая продукция. Особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Первичная продукция морей, океанов и континентальных водоемов (масштаб и пространственно-временная гетерогенность). Эффективность утилизации солнечной энергии. Световые и темновые реакции фотосинтеза. Связь фотосинтетической активности с факторами среды (свет, минеральное питание, температура, структура водных масс). Фотическая зона: компенсационная и критическая глубины. Методы определения первичной продукции (скляночные методы, по хлорофиллу, по изменению содержания кислорода в фотической зоне, флуоресцентные методы и др.). Чувствительность методов, достоинства и недостатки. Бактериальная продукция. Численность и биомасса, методы расчета бактериальной продукции. Прямое микроскопирование, содержание АТФ, скорость размножения (время генерации), радиоуглеродные и тимидиновый методы. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастания в морях и континентальных водоемах.

**Тема 8. Функциональные характеристики сообществ. Вторичная продукция. Деструкция органического вещества.** Продукция консументов (так называемая «вторичная» продукция). Фитофаги и зоофаги. Методы определения продукции популяций без постоянного пополнения (метод П. Бойсен-Иенсена и его модификации). Расчет продукции популяций с постоянным пополнением (графический, «физиологический» методы расчета). 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. 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.

**Тема 9. Формирование, развитие и устойчивость экосистемы.** Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности. Движущие силы и направление сукцессии. Зрелость экосистем и концепция климакса. Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные). Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы. Устойчивость, стабильность и сложность. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости.

**Тема 10. Антропогенное воздействие на водные экосистемы и их ответные реакции.** Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ). Трансграничный перенос. Химическое, физическое и биологическое загрязнение. Виды-вселенцы. Процессы аккумуляции, биодеградации и биотрансформации загрязнителей в экосистеме.

**Тема 11. Накопление органического вещества в экосистеме.** Формы существования органического вещества в экосистеме — живое, детрит, взвешенное, 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. Экологический метаболизм. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль. Влияние условий внешней среды на интенсивность выделения растворенного органического вещества.

**Тема 12. Разрушение (минерализация) органического вещества в экосистеме.** Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус. 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. Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме. Мусорщики и сапрофаги.

**Тема 13. Баланс органического вещества в экосистеме.** Методы расчета баланса. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему. Эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида. Понятие о типах пищевых цепей (пастбищный и детритный), их особенности в разных типах экосистем. Поток энергии через систему по цепи хищник — жертва и по детритной цепи. Понятие «микробной петли». Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа. Невозможность оценки метаболических связей в сообществах в рамках энергетического подхода. Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.

## **Часть 2. Проблемы частной гидробиологии**

**Тема 1. Типология водоемов.** Классификация водоёмов: океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруда. Вертикальная экологическая зональность водоемов, основные черты ее 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. Характеристики и особенности водоемов и их зон.

**Тема 2. Абиотические характеристики водоемов.** Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Соленость и пространственное распределение гидробионтов. Особенности условий жизни, флоры и фауны гипергалинных водоемов. Свет. Солнечная радиация и закономерности распространения света в водной среде. Цветность воды. Роль УФ-излучения и приспособительные реакции гидробионтов для защиты от него. Температура. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная, изменчивость. Термоклин. Эпилимнион и гиполимнион в озерах. Прямая и обратная температурная стратификация. Типы озер по

термическому режиму (тропические, умеренные и полярные). Роль термоклина в существовании сообществ эпипелагиали океана, его «проницаемость» для мигрирующих интерзональных видов. Последствия повышения температуры для биоты водоемов. Особенности термического и солевого режима. ТС- кривые как индикаторы водных масс. Пикноклин как нижняя граница биотопа фитопланктона в пелагиали. Водные массы. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливно-отливные явления. Ветровое перемешивание. Голомиктические и меромиктические озера (по Хатчисону).

**Тема 3. Биотические характеристики водоемов.** Трофность. Биологическая классификация водоемов: эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные. Продуктивность. Основные представления о продуктивности как важнейшей характеристики водоема. Конечная продукция. Соотношение между первичной и конечной продукциями. 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.

**Тема 4. Особенности пространственной и трофической структуры морей и океанов.**

Концепция биологической структуры океана. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане. Пелагиаль. Фитопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики фитопланктона и факторы, их определяющие. Зоопланктон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики зоопланктона и факторы, их определяющие. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции. Биогеографическое районирование пелагиали океана. Ихтиофауна. Рыбы эпипелагиали, мезопелагиали, глубоководные и придонные. Комплекс неритических видов. Систематический состав и закономерности географического распространения. Роль в трофических цепях пелагиали. Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Глубоководные сообщества. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий. Бенталь. Количественное распределение донного населения в Мировом океане и факторы, его определяющие. Методы количественной оценки. Фитобентос, видовой состав, вертикальная структура и географическая зональность. Зообентос, видовой состав мелководного и глубоководного бентоса. Микро-, мейо- и макробентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав донной фауны. Донная фауна как пищевая база бентосоядных рыб. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана. Сообщества обрастаний — перифитон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и факторы, их определяющие.

**Тема 5. Особенности пространственной и трофической структуры континентальных водоемов. Реки.** Масштаб перемещения в Мировой океан речными водами растворенных и взвешенных веществ. Биосток. Условия жизни (турбулентное перемешивание водных масс и выравнивание гидрологических градиентов). Реопланктон. Доминирующие группы планктона. Бентос. Лито-, аргилло-, пелореофильные формы. Биогидрологические профили. Перифитон. Растения -эдификаторы и полночленность консорциев. Нектон. Проходные и полупроходные рыбы. **Озера.** Сточные и бессточные. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и гиперсоленые озера. Лиманы. Лимнобионты (планктон, бентос, макрофиты, перифитон). Доминирующие формы. Сезонные явления, особенности вертикального распределения. Ихтиофауна, озерные, озерно-речные и проходные рыбы. **Болота.** Гидрологический и гидрохимический режимы. Основные представители флоры и фауны. **Водохранилища.** Особенности гидрологического

режима. Колебания уровня и осушенная зона. Состав населения. Основные черты сообществ пелагиали и бентали. Стадии формирования экосистем водохранилищ. Проблема эвтрофикации, “цветение” водохранилищ. **Пруды.** Плотинные, копаные и наливные. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов. Рыбоводство, прудовое хозяйство, особенности нерестовых, выростных и зимовальных прудов. **Каналы.** Особенности гидрологического режима. Особенности формирования флоры и фауны. Межбассейновые миграции.

### **Часть 3. Проблемы прикладной гидробиологии**

**Тема 1. Промысел гидробионтов.** Промысловая продукция океана. 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.

**Тема 2. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура.** Гидробионты — объекты аквакультуры. Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоёмов и рыбозаведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительноядные рыбы. Организация аквакультурных хозяйств в морях и пресных водоёмах. Особенности гипергалинных комплексных хозяйств.

**Тема 3. Проблемы обрастания и эвтрофирования.** Обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы. Эвтрофирование, причины, распространение, последствия, меры борьбы.

**Тема 4. Водоёмы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения.** Проблема чистой воды. Биологическое самоочищения водоёмов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.

**Тема 5. Рациональное использование биологических ресурсов водоёмов.** Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоёмов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Подходы к управлению биологической продуктивностью водоёмов.

### **Часть 4. Загрязнение водной среды как биосферный процесс**

**Тема 1. Основные источники загрязнения водной среды. Основные типы загрязнений.** Основные загрязнители водоёмов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Нефть, тяжёлые металлы, пестициды, детергенты, бытовые стоки. Радиоактивное и термическое загрязнения. Принципы биологического мониторинга. Биотестирование, биоиндикация. Токсикологическое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей. Трансграничный перенос. Биодоступность, биоусвояемость, биоаккумуляция, биодеградация и биотрансформация ксенобиотиков.

**Тема 2. Биологические эффекты загрязнителей водоёмов.** Последствия загрязнения водоёмов для биоты. Молекулярно-генетические эффекты. Патологии, вызванные действием загрязнителей. Организменные и популяционные эффекты. Сокращение биоразнообразия.

**Тема 3. Борьба с загрязнением водной среды.** Идентификация источников загрязнения. Определение экологического риска. Управление риском. Системы очистки. Утилизация загрязнителей.

## 2.2. Структура учебной дисциплины

Таблица 2.1. – Структура учебной дисциплины (очная форма обучения)

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
<b>Часть 1</b>						
Тема 1. Введение. Предмет и задачи гидробиологии	6	-		-	-	6
Тема 2. Гидросфера Земли как составная часть биосферы	6			-	-	6
Тема 3. Методы исследования водных экосистем	10	2	2	-	-	6
Тема 4. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии)	6			-	-	6
Тема 5. Структурные характеристики биотической компоненты водной экосистемы. Трофическая структура сообществ	8	2		-	-	6
Тема 6. Структурные характеристики биотической компоненты водной экосистемы. Пространственная структура сообществ	8		2	-	-	6
Тема 7. Функциональные характеристики сообществ. Первичная продукция	8	2		-	-	6
Тема 8. Функциональные характеристики сообществ. Вторичная продукция. Деструкция органического вещества	6			-	-	6

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
Тема 9. Формирование, развитие и устойчивость экосистемы	6			-	-	6
Тема 10. Антропогенное воздействие на водные экосистемы и их ответные реакции	8		2	-	-	6
Тема 11. Накопление органического вещества в экосистеме	6					6
Тема 12. Разрушение (минерализация) органического вещества в экосистеме	6			-	-	6
Тема 13. Баланс органического вещества в экосистеме.	8	2		-	-	6
<b>Часть 2</b>						
Тема 1. Типология водоемов	6		2			4
Тема 2. Абиотические характеристики водоемов	4					4
Тема 3. Биотические характеристики водоемов	4					4
Тема 4. Особенности пространственной и трофической структуры морей и океанов	6	2				4
Тема 5. Особенности пространственной и трофической структуры континентальных водоемов	4					4
<b>Часть 3</b>						
Тема 1. Промысел гидробионтов	5					5
Тема 2. Эксплуатация	7	2				5

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов					
	Объем в часах	в том числе				
		лек.	пр.	лаб.	инд.	СР
1	2	3	4	5	6	7
природных сообществ и аквакультура						
Тема 3. Проблемы обрастания и эвтрофирования	7		2			5
Тема 4. Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения.	5					5
Тема 5. Рациональное использование биологических ресурсов водоемов.	9	2	2			5
<b>Часть 4</b>						
Тема 1. Основные источники загрязнения водной среды. Основные типы загрязнений	7		2			5
Тема 2. Биологические эффекты загрязнителей водоемов	7	2				5
Тема 3. Борьба с загрязнением водной среды	8		2			6
<b>Всего часов</b>	<b>180 (5 ЗЕ)</b>	<b>16</b>	<b>16</b>			<b>139</b>

### 2.3. Распределение контактной работы

Таблица 2.2. – Лекции, их содержание и объем в часах (очная форма обучения)

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции.	Объем, ч	Семестр
<b>Часть 1</b>				
Т.3	Л.1	Методы исследования водных экосистем	2	3
Т.5	Л.2	Структурные характеристики биотической компоненты водной экосистемы.	2	3
Т.7	Л.3	Функциональные характеристики сообществ. Первичная продукция	2	3
Т.13	Л.4	Баланс органического вещества в экосистеме.	2	3
<b>Часть 2</b>				

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы. Содержание лекции.	Объем, ч	Семестр
<b>Часть 1</b>				
Т.4	Л.5	Особенности пространственной и трофической структуры морей и океанов	2	4
<b>Часть 3</b>				
Т.2	Л.6	Эксплуатация природных сообществ и аквакультура	2	4
Т.5	Л.7	Рациональное использование биологических ресурсов водоемов.	2	4
<b>Часть 4</b>				
Т.2	Л.8	Биологические эффекты загрязнителей водоемов	2	4
		<b>Общий лекционный объем дисциплины</b>	<b>16</b>	<b>3,4</b>

Таблица 2.3. – Практические занятия, их содержание и объем в часах (очная форма обучения)

Номер темы	Номер занятия	Содержание занятий	Объем, ч	Семестр
<b>Часть 1</b>				
Т.3	ПЗ.1	Методы исследования водных экосистем	2	3
Т.6	ПЗ.2	Структурные характеристики биотической компоненты водной экосистемы. Пространственная структура сообществ	2	3
Т.10	ПЗ. 3	Антропогенное воздействие на водные экосистемы и их ответные реакции	2	3
<b>Часть 2</b>				
Т.1	ПЗ. 4	Типология водоемов	2	3
<b>Часть 3</b>				
Т.3	ПЗ.5	Проблемы обрастания и эвтрофирования	2	4
Т.5	ПЗ.6	Рациональное использование биологических ресурсов водоемов.	2	4
<b>Часть 4</b>				
Т.1	ПЗ.7	Основные источники загрязнения водной среды. Основные типы загрязнений	2	4
Т.3	ПЗ.8	Борьба с загрязнением водной среды	2	4
		<b>Всего часов практических занятий по дисциплине</b>	<b>8</b>	<b>3,4</b>

#### 2.4. Распределение самостоятельной работы аспирантов

Распределение самостоятельной работы аспирантов отражено в таблице 2.7.

Таблица 2.4. – Распределение самостоятельной работы аспиранта (очная форма обучения)

Вид работ	Итого
Изучение теоретического материала по дисциплине	67
Подготовка к практическим занятиям	16
Работа над индивидуальным заданием (реферат)	20
Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (экзамен)	36
Итого	139

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 3.1. – Перечень вопросов и заданий для видов контроля

Наименование вида контроля и темы	Перечень вопросов и задач
Входной контроль Проводится на 1-2 неделях в письменной форме.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет, задачи и структура гидробиологии.</li> <li>2. Структура гидросферы.</li> <li>3. Круговорот веществ в гидросфере.</li> <li>4. Водоемы Земли и их население.</li> <li>5. Методы исследования водных экосистем.</li> <li>6. Важнейшие факторы внешней среды.</li> <li>7. Трофическая структура сообществ.</li> <li>8. Пространственная структура сообществ.</li> <li>9. Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез.</li> <li>10. Вторичная продукция.</li> <li>11. Деструкция органического вещества.</li> <li>12. Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы.</li> <li>13. Антропогенное воздействие на водные экосистемы и их ответные реакции.</li> <li>14. Формы существования органического вещества в экосистеме.</li> <li>15. Накопление органического вещества в экосистемах.</li> <li>16. Разложение органического вещества в экосистемах.</li> <li>17. Баланс органического вещества в экосистеме.</li> <li>18. Классификация водоёмов.</li> <li>19. Абиотические характеристики водоемов.</li> <li>17. Биотические характеристики водоемов.</li> <li>18. Пелагические сообщества.</li> <li>19. Донные сообщества.</li> <li>20. Особенности пространственной и трофической структуры континентальных водоемов.</li> <li>21. Промысловая продукция океана.</li> <li>22. Эксплуатация природных сообществ и аквакультура.</li> <li>23. Проблемы обрастания и эвтрофирования.</li> <li>24. Рациональное использование биоресурсов водоемов.</li> <li>25. Основные источники загрязнения водной среды.</li> <li>26. Биологические эффекты загрязнителей водоемов.</li> <li>27. Борьба с загрязнением водной среды.</li> </ol>

#### 4. СООТВЕТСТВИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО РАЗНЫМ ШКАЛАМ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 4.1. – Таблица соответствия результатов контроля знаний по разным шкалам и критерию оценивания

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка ECTS	Критерии оценивания	Уровень компетентности	Оценка по национальной шкале	
				для экзамена, КП (КР), практики	для зачета
90 – 100	<b>A</b>	<b>Отлично</b> - выполнены все требования-компетенции, а именно: теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены качественно и оценено высоким, близким к максимальному числом баллов.	Высокий (творческий)	отлично	зачтено
82-89	<b>B</b>	<b>Очень хорошо</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, выполнены все предусмотренные программой обучения учебные задания, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	Достаточный	хорошо	
74-81	<b>C</b>	<b>Хорошо</b> - теоретическое содержание курса освоено полностью, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками			

64-73	<b>D</b>	<b>Удовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	Средний	удовлетворительно	
60-63	<b>E</b>	<b>Достаточно (посредственно)</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному			
35-59	<b>FX</b>	<b>Условно неудовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Низкий	не удовлетворительно	не зачтено
1-34	<b>F</b>	<b>Безусловно неудовлетворительно</b> - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому			

		повышению качества выполнения учебных заданий			
--	--	---	--	--	--

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Биология океана. Под ред. М.Е. Виноградова, в 2-х томах. М.: Наука.
2. Одум Ю. Основы экологии. М., 1975 г.
3. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоёмов. Л.: Наука, 1974 г.
4. Федоров В. Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: изд-во МГУ, 1980 г.
5. Константинов А.С. Общая гидробиология. - Москва, 1967 г.
6. Риклефс Р. Основы общей экологии. - М., 1979.
7. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М., 1981.
8. Рамад Ф. Основы прикладной экологии. Л., 1981.
9. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М., 1963.
10. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х т.- М., 1990.
11. Вилли К., Детье В. Биология. -М., 1975.
12. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. - М., 1989.
13. Натали В.Ф. Зоология беспозвоночных. М., 1975.
14. Основы альгосозологии.- К., 2008.
15. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М., 1971.
16. Никольский Г.В. Экология рыб. - М., 1974. .
17. Ихтиопатология. - М., 1977
18. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов: В 2-х т. -Л., 1969.
19. Раймонт Дж. Планктон и продуктивность океана: В 2-х т. - М., 1988.
20. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. -М., 1965.
21. Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. - М., 1974.
22. Беклемишев К.В. Экология и биогеография пелагиали. - М., 1969.
23. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960. -
24. Биология океана: В 2-х т. / отв. ред. М.Е. Виноградов. - М., 1977.
25. Барбье М. Введение в химическую экологию. М., 1978.
26. Романенко В.Д. Основы гидроэкологии.. - К., 2004.

### **Дополнительная литература**

1. Сидоренко Е.Н. Отравление пестицидами. Киев. Высшая школа. 1978. 128 с.
2. Гершензон В.Е., Смирнова Е.В., Элиас В.В. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания. Москва. Академия. 2003. 284 с.
3. Константинов В.М., Челидзе Ю.Б. Экологические основы природопользования. Москва, Академия. 2009. 208 с.
4. Залогин Б.С., Кузьминская К.С. Мировой океан. Москва, Академия, 2001. 192 с.
5. Залогин Б.С., Кузьминская К.С., Ушаков С.А. Учение о гидросфере. Москва, Академия. 2003. 208 с.

6. Потеев М.И. Концепции современного естествознания. Санкт-Петербург. Питер.1999.350 с.
7. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В четырех книгах Москва, Мир. 1995.
8. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. М.: МГУ, 1992 г.
9. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990 г.
10. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: РАН, 1998 г.
11. Заика В.Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев, 1972 г.
12. Оуэн О.С. Охрана природных ресурсов. М., 1977 г.
13. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л., 1971 г.
14. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных: В 2-х т.- М., 1964.
15. Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб. М., 1989
16. Falkowski P.G., Raven J.A. Aquatic photosynthesis. Malden, Massachusetts: Blackwell Science, 1997. 375 p.
17. Graham L.E., Wilcox L.W. Algae. Prentice-Hall, Inc. N-Y, 2000

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 6.1. – Описание информационных ресурсов необходимых для освоения дисциплины

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов, представленных на сайте
1.	<a href="http://www.earthview.sdsu.edu/trees/tress.html">http://www.earthview.sdsu.edu/trees/tress.html</a>	Представлена информация по широкому спектру информационных материалов о Земле. Представлены географические карты. Представлена информация по океанографии.
2.	<a href="http://www.agu.org/sci_soc/everyoneoc.html">http://www.agu.org/sci_soc/everyoneoc.html</a>	Представлены открытия ученых в океанологии
3.	<a href="http://www.agu.org/sci_soc/eissabine.html">http://www.agu.org/sci_soc/eissabine.html</a>	Представлены данные о взаимодействии углекислого газа с водами Мирового океана.
4.	<a href="http://www.agu.org/sci_soc/everyonehy.html">http://www.agu.org/sci_soc/everyonehy.html</a>	Представлена информация о гидрологии, экологических проблемах водных объектов
5.	<a href="http://ege.uaf.edu/">http://ege.uaf.edu/</a>	Представлена информации я о роли мирового океана в формировании климата планеты
6.	<a href="http://menet.marietta.edu/-biol/102.html">http://menet.marietta.edu/-biol/102.html</a>	Информация о биологии окружающей среды.
7.	<a href="http://conbio.rice.edu/">http://conbio.rice.edu/</a>	Обзор исследований по биологии и экологии
8.	<a href="http://www.gypsomoth.ento.vt.edu/-sharov/PopEcol/popocol.html">http://www.gypsomoth.ento.vt.edu/-sharov/PopEcol/popocol.html</a>	Содержится информация о динамике популяции, паразитизме, внутри- и межпопуляционных взаимоотношениях.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В ходе реализации дисциплины предполагается активное использование различных видов и форм проведения учебных занятий. Выбор образовательных технологий определяется особенностями каждого из разделов.

### **Перечень информационных технологий:**

1. Программное обеспечение Microsoft Word;
2. Программное обеспечение Microsoft Power Point.

## **8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Реализация учебной дисциплины «Гидробиология» требует:

- наличие лекционной аудитории;
- комнаты для самостоятельной работы аспирантов, оснащенной компьютерами с выходом в интернет;
- оборудование – доска, мел, столы, стулья;
- технические средства обучения: мультимедийное оборудование.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ»**

1. Научные школы в отечественной гидробиологии.
2. Системный подход в гидробиологии.
3. Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы.
4. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
5. Круговорот веществ в экосистемах.
6. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем.
7. Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов.
8. Трофическая структура сообществ.
9. Пространственная структура сообществ.
10. Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез.
11. Вторичная продукция. Деструкция органического вещества.
12. Сукцессия. Развитие экосистемы.
13. Виды антропогенного воздействия на экосистемы.
14. Критерии антропогенного воздействия на экосистемы.
15. Формы существования органического вещества в экосистеме.
16. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество.
17. Пути разложения органического вещества в экосистеме.
18. Методы расчета баланса вещества в экосистеме.
19. Трофические связи в экосистеме.
20. Вертикальная экологическая зональность водоемов.
21. Климатическая зональность водоемов.
22. Абиотические характеристики водоемов.
23. Биотические характеристики водоемов.
24. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.
24. Классификация и особенности континентальных водоемов.
25. Основные методы промысла гидробионтов.
26. Основы аквакультуры.
27. Проблемы обрастания и эвтрофирования водоемов.
28. Самоочищение водоемов.
29. Основные источники и загрязнители водной среды.
30. Биологические эффекты загрязнителей и методы борьбы с загрязнением.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

1. Предмет, метод и задачи гидробиологии. Место гидробиологии в системе биологических наук. Общие принципы и понятия.
2. Возникновение и развитие гидробиологии. Основные научные направления и подходы к изучению объекта. Научные школы в отечественной гидробиологии.
3. Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы.
4. Биосфера биogeографические регионы.
5. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
6. Структура биogeографического региона – локальные биоценозы.
7. Составные части экосистемы, ее абиотическая и биотическая компоненты.
8. Популяция и трофическая группировка как основные подсистемы биотической компоненты экосистемы.
9. Подходы к изучению водного биоценоза. Границы биоценозов.
10. Понятие об экотоне. Энергетически зависимые и независимые сообщества.
11. Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав.
12. Биогeoхимические циклы основных элементов живого вещества: углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере.
13. Физико-химические условия существования гидробионтов.
14. Водоемы Земли и их население. Мировой океан и его население.
15. Методы исследования водных экосистем.
16. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания связей в экосистемах
17. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей, прогностические свойства моделей.
18. Вода как среда обитания.
19. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов.
20. Температура как фактор, регулирующий жизнедеятельность гидробионтов.
21. Соленость как фактор, определяющий распространение и видовой состав гидробионтов.
22. Газовый режим водоемов и его значение для жизнедеятельности гидробионтов.
23. Активная реакция среды, Eh, pH в воде и грунтах. Понятие об окислительно-восстановительном потенциале
24. Гидростатическое давление и его влияние на вертикальное распределение и биологические особенности организмов.
25. Структура популяций, видовой структура сообществ. Олиго- и полимиксные сообщества. Консорции.
26. Методы количественной оценки структуры (биомасса, число видов, разнообразие связей). Показатели разнообразия и сходства.
27. Трофическая структура сообществ. Понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Продуценты, консументы, редуценты.
28. Отношения организмов в пределах одной и разных трофических групп. Принцип Гаузе, его ограничения. Трофические цепи и сети.
29. Методы количественных оценок пищевых взаимоотношений организмов в сообществе. Классификация гидробионтов по типу питания.
30. Пищевая избирательность. Спектры питания и пищевая элективность. Интенсивность питания, рационы и усвоение пищи.
31. Пространственная структура сообществ. Количественная и качественная неоднородность сообществ, типы пространственного распределения.
32. Население водной толщи. Вертикальное и горизонтальное распределение и миграции гидробионтов. Перемещение водных масс и проблема их биоиндикации.

33. Население границы раздела «вода–воздух». Нейстон, плейстон. Население границы раздела «вода–грунт». Инфауна и эпифауна.
34. Население грунтов. Инфауна и интерстициальная фауна. Механизмы экспатриации (выноса), миграции и интродукции гидробионтов и проблема перестройки биоценозов. Акклиматизация гидробионтов.
35. Понятие экологической ниши. Трофический и пространственный аспекты. Фундаментальная ниша Д. Э. Хатчисона. Потенциальная и реализованная ниша. Закономерности нишевой структуры сообществ.
36. Понятия первичная, вторичная и конечная продукция. Удельная продукция (П/Б-коэффициент). Выражение продукции в единицах энергии и единицах массы.
37. Первичная продукция. Фотосинтез и хемосинтез. Валовая и чистая продукция.
38. Особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах.
39. Первичная продукция морей, океанов и континентальных водоемов (масштаб и пространственно-временная гетерогенность).
40. Эффективность утилизации солнечной энергии. Световые и темновые реакции фотосинтеза.
41. Фотическая зона: компенсационная и критическая глубины.
42. Методы определения первичной продукции. Чувствительность методов, достоинства и недостатки.
43. Бактериальная продукция. Численность и биомасса.
44. Методы расчета бактериальной продукции. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастаний в морях и континентальных водоемах.
45. Продукция консументов. Фитофаги и зоофаги.
46. Методы определения продукции популяций без Радиоуглеродные методы. Определение продукции эксплуатируемых популяций по данным промысловой статистики и учета пополнения.
47. Трофические коэффициенты —  $K_1$ ,  $K_2$ . Оценка продукции различных групп консументов в региональном аспекте.
48. Деструкция органического вещества. Дыхание и пищеварение как основные функциональные механизмы разрушения органического вещества живым организмом. Их количественная оценка.
49. Связь между интенсивностью обмена и весом тела, методы оценки. Активный, пассивный и стандартный обмен. Уравнение Бергаланфи.
50. Понятие сукцессии как процесса развития экосистемы. Первичная и вторичная сукцессии. Движущие силы и направление сукцессии.
51. Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны.
52. Пространственно-динамический аспект развития сообществ пелагиали. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные).
53. Устойчивость природных экосистем, способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы. Устойчивость, стабильность и сложность. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости.
54. Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ). Трансграничный перенос.
55. Химическое, физическое и биологическое загрязнение. Виды-вселенцы.
56. Процессы аккумуляции, биодеградации и биотрансформации загрязнителей в экосистеме.
57. Формы существования органического вещества в экосистеме — живое, детрит, взвешенное, растворенное. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов.

58. Пищевая доступность органического вещества. Развитие представлений о важности растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ. Экологический метаболизм.

59. Накопление органического вещества в экосистемах. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа.

60. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль.

61. Разложение органического вещества в экосистемах. Прямое химическое окисление органических веществ.

62. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус. Ферментативный распад, связанный с активностью гидробионтов. Экзоферменты.

63. Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи. Связь интенсивности разложения с концентрацией пищи (величиной рациона).

64. Разложение мертвого органического вещества сапрофитными формами жизни. Мусорщики и сапрофаги.

65. Методы расчета баланса. Пирамида биомасс. Поток энергии через экосистему.

66. Эффективность использования энергии организмами различных трофических уровней. Энергетическая пирамида.

67. Понятие о типах пищевых цепей (пастбищный и детритный), их особенности в разных типах экосистем.

68. Поток энергии через систему по цепи хищник — жертва и по детритной цепи.

69. Понятие «микробной петли».

70. Сравнение эффективности использования энергии в системах разного типа.

71. Сбалансированность процессов накопления и потребления органического вещества в трофической цепи. Степень удовлетворения пищевых потребностей. Напряженность трофических связей.

72. Классификация водоёмов

73. Вертикальная экологическая зональность водоемов, основные черты ее структуры.

74. Климатическая зональность водоемов. Характеристики и особенности водоемов и их зон.

75. Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Соленость и пространственное распределение гидробионтов. Особенности условий жизни, флоры и фауны гипергалинных водоемов.

76. Свет. Солнечная радиация и закономерности распространения света в водной среде. Цветность воды. Роль УФ-излучения и приспособительные реакции гидробионтов для защиты от него.

77. Температура. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная, изменчивость. Термоклин. Эпилимнион и гиполимнион в озерах. Прямая и обратная температурная стратификация. Типы озер по термическому режиму (тропические, умеренные и полярные).

78. Особенности термического и солевого режима. ТС- кривые как индикаторы водных масс. Пикноклин как нижняя граница биотопа фитопланктона в пелагиали.

79. Водные массы. Течения. Общая схема циркуляции вод в океане. Основные конвергенции и дивергенции.

80. Перемешивание водных масс. Турбулентность. Конвекция и адвекция. Приливно-отливные явления. Ветровое перемешивание. Голомиктические и меромиктические озера (по Хатчисону).

81. Трофность. Биологическая классификация водоемов: эвтрофные, олиготрофные, мезотрофные, дистрофные.

82. Продуктивность. Конечная продукция. Соотношение между первичной и конечной продукциями.

83. 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.

84. Концепция биологической структуры океана. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.

85. Пелагиаль и его население. Биогеографическое районирование пелагиали океана.

86. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики зоопланктона и факторы, их определяющие. Суточные, онтогенетические и сезонные вертикальные миграции.

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

88. Пелагические сообщества, их структурно-функциональные характеристики. Глубоководные сообщества. Сообщества тропиков, умеренных и полярных районов северного и южного полушарий.

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

90. Фитобентос, видовой состав, вертикальная структура и географическая зональность. Зообентос, видовой состав мелководного и глубоководного бентоса. Микро-, мейо- и макробентос. Основные факторы, влияющие на распределение и состав донной фауны.

91. Биогеографическое районирование донной фауны Мирового океана. Донные сообщества литорали, коралловых рифов, шельфа, глубин океана.

92. Сообщества обрастаний — перифитон. Видовое разнообразие. Закономерности пространственного распределения, сезонной динамики и факторы, их определяющие.

93. Внутренние водоемы и их основные характеристики.

94. Реки. Масштаб перемещения в Мировой океан речными водами растворенных и взвешенных веществ. Биосток. Условия жизни и основные жизненные формы.

95. Озера. Сточные и бессточные. Конвективное и ветровое перемешивание. Пресные, солоноватые, соленые и гиперсоленые озера. Лиманы. Лимнобионты

96. Болота. Гидрологический и гидрохимический режимы. Основные представители флоры и фауны.

97. Водохранилища. Особенности гидрологического режима. Колебания уровня и осушная зона. Состав населения. Основные черты сообществ пелагиали и бентали.

98. Пруды. Плотиновые, копаные и наливные. Видовое разнообразие сообществ и продуктивность прудов.

99. Каналы. Особенности гидрологического режима. Особенности формирования флоры и фауны. Межбассейновые миграции.

100. Промысловая продукция океана. Уровень современного вылова. Состояние и перспективы промысла по регионам и типам объектов (рыбы, беспозвоночные, водоросли и млекопитающие).

101. Промысловая продукция континентальных вод. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов.

102. Организация аквакультурных хозяйств в морях и пресных водоемах. Особенности гипергалинных комплексных хозяйств

103. Обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы.

104. Проблема чистой воды. Биологическое самоочищения водоемов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.

105. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов и управление их продуктивностью. Регламентация и регулирование промысла.

106. Математическое моделирование динамики численности промысловых объектов. Подходы к управлению биологической продуктивностью водоёмов.

107. Основные загрязнители водоемов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ.

108. Принципы биологического мониторинга. Биотестирование, биоиндикация.

109. Токсикологическое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.

110. Биодоступность, биоусвояемость, биоаккумуляция, биodeградация и биотрансформацияксенобиотиков.

111. Последствия загрязнения водоемов для биоты. Молекулярно-генетические эффекты. Патологии, вызванные действием загрязнителей. Организменные и популяционные эффекты. Сокращение биоразнообразия.

112. Идентификацияисточниковзагрязнения. Определениеэкологического риска. Управление риском. Системы очистки. Утилизациязагрязнителей.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **ПРИМЕРЫ КОМПОНОВКИ ВОПРОСОВ В БИЛЕТАХ**

#### Билет 1

1. Предмет, метод и задачи гидробиологии. Место гидробиологии в системе биологических наук. Общие принципы и понятия.
2. Однофакторный и многофакторный эксперимент при получении моделей описания связей в экосистемах
3. Методы определения первичной продукции. Чувствительность методов, достоинства и недостатки.

#### Билет 2

1. Возникновение и развитие гидробиологии. Основные научные направления и подходы к изучению объекта. Научные школы в отечественной гидробиологии.
2. Круговорот веществ в экосистемах. Живое вещество, его накопление, состав.
3. Виды сукцессии. Исторические сукцессии и эволюция экосистем. Циклические сукцессии. Сезонные сукцессии и биологические сезоны.
- 4.

#### Билет 3

1. Понятие о системном подходе. Система и слагающие ее элементы.
2. Методы исследования водных экосистем.
3. Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ). Трансграничный перенос.