

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
Институт океанологии им. П.П. Ширшова  
Российской академии наук (ИО РАН)**



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**«Гидробиология»**

Направление подготовки кадров высшей квалификации  
**06.06.01 Биологические науки**

Направленность подготовки:  
**03.02.10 Гидробиология**

Квалификация (степень) выпускника

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения очная, заочная

Москва 2018

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

1.1. Цель изучения дисциплины состоит в усвоении общих концепций и методологических вопросов в области гидробиологии. Дисциплина ориентирована на специализированную подготовку и призвана раскрыть специфику гидробиологии как комплексной науки.

1.2. Основные задачи изучения дисциплины включают в себя:

- углубление знаний фундаментальных основ общей гидробиологии и ознакомление с современным состоянием науки;
- закрепление традиционных и освоение современных методов исследований и технологий в области гидробиологии;
- изучение важнейших факторов внешней среды и реакции на них организмов (проблемы аутоэкологии); структурных характеристик биотической компоненты экосистемы; функциональных характеристик сообществ; формирования, развития и устойчивости экосистем; накопления и разрушения (минерализации) органического вещества в экосистеме; проблем частной гидробиологии и проблем прикладной гидробиологии.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

2.1. Дисциплина "Гидробиология" входит в состав обязательных дисциплин вариативной части Блока 1 «Дисциплины» ООП ВО по направлению «Биологические науки», профиль «Гидробиология», и направлена на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

2.2. Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания по общей гидробиологии в рамках университетского курса. Отдельные темы, входящие в данную дисциплину, предшествуют учебным дисциплинам, более детально рассматривающим, функционирование экосистем пелагиали и донную фауну.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)**

3.1. В результате освоения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции (элементы компетенций):

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способность к глубоким исследованиям и самостоятельным научным выводам на базе системы фундаментальных и прикладных знаний в области гидробиологии (ПК-1);
- умение использовать современные методы исследования биологических процессов и явлений с целью анализа и прогноза состояния морской среды и получения приоритетных научных результатов (ПК-2);
- умение применять современные знания в области гидробиологии для разработки и совершенствования востребованных технологий и решения актуальных прикладных проблем, возникающих при взаимодействии человека и природы (ПК-3);
- способность выполнять информационный поиск, обработку и критический анализ разнородной информации по объектам исследований в гидробиологии, используя современные информационные технологии (ПК-4).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владение	Умение	Знания
(УК-1)-1	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов	методов критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
(УК-1)-2	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации, исходя из наличных ресурсов и ограничений	фундаментальных научных концепций, тем и философских идей
(УК-3)-1	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач	особенностей представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
(УК-3)-2	технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся	осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него	

	на иностранном языке	ответственность перед собой, коллегами и обществом	
(УК-3) -3	технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач		
(ПК-1)-1	методами планирования, подготовки, проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций в области гидробиологии	представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях	современного состояния науки в области гидробиологии
(ПК-1)-2	навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по гидробиологии	готовить заявки на получение научных грантов и заключение контрактов по НИР в области гидробиологии	требований к содержанию и правила оформления рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях
(ПК-1)-3		представлять результаты НИР (в т.ч., диссертационной работы) многоцелевой аудитории (академической, бизнес-сообществу и др.)	
(ПК-2)-1	навыками критического анализа современных методов исследований в области гидробиологии	использовать современные методы исследований в области гидробиологии с целью анализа и прогноза состояния морской среды	современных методов исследований в области гидробиологии
(ПК-2)-2	навыками анализа и синтеза результатов исследований, полученных с применением современных методов гидробиологии	выбрать и применить оптимальный метод исследования биологического процесса или явления	
(ПК-3)-1	навыками практического использования результатов современных биологических исследований при решении прикладных	Проанализировать прикладную проблему и выбрать методы ее решения	основных прикладных задач гидробиологии, связанных с природно-хозяйственной деятельностью

	задач, возникающих при взаимодействии человека и природы		
(ПК-4)	навыками сбора, обработки и анализа разнородной биологической информации	применять современные информационные технологии поиска, обработки и анализа биологической информации	современных информационных технологий, применяемых в гидробиологии

#### 4. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных единиц, что составляет 468 академических часов.

Виды учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	162
В том числе:	
Лекции (Лек)	54
Семинары (Сем)	108
Самостоятельная работа (СР)	270
В том числе:	
Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам	162
Подготовка к докладу	108
Вид промежуточной аттестации - экзамен	36

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)			
		Всего	Лекции	Семинары	Самостоятельная работа
1	Общая гидробиология	288	54	54	180
2	Частная гидробиология	90		36	54
3	Прикладная гидробиология	54		18	36
	Экзамен	36			

##### 5.2 Содержание разделов дисциплины

## **Раздел 1. Общая гидробиология**

### ***Лекции***

#### **Тема 1.1 Гидробиология как наука о надорганизменных водных системах**

Место гидробиологии в системе биологических наук. Предмет гидробиологии. Цели и задачи. Основные научные направления и подходы к изучению объекта (описательный, количественный системный). Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев).

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 1.2 Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии)**

Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения гидробионтов. Фотосинтез растений, связь освещенности с фотосинтезом. Понятие компенсационной точки фотосинтеза. Эффективность использования световой энергии. Фототаксис животных. Адаптация гидробионтов к изменению интенсивности освещения и спектральному составу. Вертикальные миграции гидробионтов.

Температура как фактор, регулирующий жизнедеятельность гидробионтов. Коэффициент Вант-Гоффа и температурная кривая Крота. 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 гидробионтов. Адаптации гидробионтов к изменению солености. Осморегуляция и понятие критической солености. Эври- и стеногалинные организмы.

#### **Тема 1.3 Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы**

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. Уровни 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.

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. Рационы, усвояемость пищи.

#### **Тема 1.4 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 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 обрастаний в морях и континентальных водоемах.

### **Тема 1.5 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).

### **Тема 1.6 Накопление и разрушение (минерализация) 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.

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 дыхания и переваривании пища. 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.

## **Семинары**

### **Тема 1.1 Гидробиология как наука о надорганизменных водных системах**

Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Биогеографический регион как крупномасштабная экосистема. 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: флорофаунистический, 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.

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 1.2 Важнейшие факторы внешней среды и реакция на них организмов (проблемы аутоэкологии)**

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.

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

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.

### **Тема 1.3 Структурные характеристики биотической компоненты экосистемы**

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 1.4 Функциональные характеристики сообществ**

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 1.5. Формирование, развитие и устойчивость экосистемы**

Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки. Устойчивость по Ляпунову. Эмпирические подходы. Устойчивость, стабильность и сложность. Гомеостаз системы как основной механизм поддержания устойчивости.

Устойчивость экосистем к антропогенному воздействию и концепция предельно допустимого воздействия (ПДВ).

### **Тема 1.6 Накопление и разрушение (минерализация) органического вещества в экосистеме**

Понятие баланса органического вещества в экосистеме. Методы расчета. 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.

## **Раздел 2. Частная гидробиология**

### **Семинары**

#### **Тема 2.1. Типология водоемов**

Классификация водоёмов: океаны и моря, озера и водотоки, водохранилища и пруды. Вертикальная экологическая зональность водоемов, основные черты ее структуры: бенталь моря и океана — супралитораль, литораль, сублитораль (зона шельфа), батиль (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.

Важнейшие абиотические характеристики водоемов.

Соленость. Классификация водоемов по содержанию соли в воде и фаунистический состав. Соленость и пространственное распределение гидробионтов.

Свет. Солнечная радиация и закономерности распространения света в водной среде. Цветность воды.

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.

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).

Важнейшие 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 2.2 Особенности пространственной и трофической структуры основных природных экосистем**

**Моря и океаны.** 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.

**Экосистемы 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 осушная 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.

### Раздел 3 Прикладная гидробиология

#### Семинары

#### **Тема 3.1. Промысел рыбы и 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.

Эксплуатация природных сообществ и аквакультура. Гидробионты — объекты аквакультуры.

Промысловая продукция континентальных вод. Удобрение водоёмов и рыборазведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительоядные рыбы.

#### **Тема 3.2. Проблема обростания**

Обростания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы.

#### **Тема 3.3 Загрязнение водной среды как биосферный процесс**

Основные загрязнители водоемов, их влияние на функционирование и устойчивость водных сообществ. Нефть, тяжелые металлы, пестициды, детергенты, бытовые стоки. Радиоактивное и термическое загрязнения. Принципы биологического мониторинга. Бiotестирование, биоиндикация. Токсикологическое нормирование. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.

#### **Тема 3.4. Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения**

Проблема чистой воды. Биологическое самоочищение водоемов. Организмы - показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.

#### **Тема 3.5. Рациональное использование биологических ресурсов водоемов**

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

### 6. Самостоятельная работа

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Объем в часах
1	Общая гидробиология	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий; подготовка текста по темам докладов.	180
2	Частная гидробиология	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий; подготовка текста по темам докладов.	54
3	Прикладная гидробиология	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий.	36

### 7. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В процессе освоения дисциплины «Гидробиология» используются следующие образовательные технологии.

Стандартные методы обучения:

- чтение лекций;
- проведение семинаров;
- самостоятельная работа обучающегося.

В ходе **лекций** раскрываются основные вопросы в рамках заявленной темы, делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты аспирантами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки аспирантов к семинарским занятиям и выполнения самостоятельной работы.

На **семинаре** рассматриваются наиболее сложные и дискуссионные вопросы в рамках темы занятия. Проводится контроль степени усвоения пройденного материала (коллоквиумы), заслушиваются доклады. Семинарские занятия построены следующим образом:

1. вводная речь преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены)
2. обсуждение и дискуссии по типовым вопросам разделов
3. заслушивание и обсуждение докладов, подготовленных в рамках самостоятельной работы

**Самостоятельная работа** аспирантов включает:

- подготовку к семинарам (коллоквиумам) по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий в соответствии с темами, представленными в рабочей программе;
- изучения отдельных теоритических вопросов, которые предлагает преподаватель дисциплины для подготовки к семинарам в виде докладов.

## **8. Контроль достижения планируемых результатов обучения по дисциплине «Гидробиология»**

Оценка качества освоения аспирантами дисциплины включает:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточную аттестацию.

### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости осуществляется в рамках семинара. И проводится в дискретные временные интервалы в течение учебного года в устной форме в виде:

- типовых вопросов для обсуждений и дискуссий. Оценочное средство: Коллоквиум. Шкала оценивания пятибалльная.
- подготовки и выступления с докладами по отдельным вопросам курса. Оценочное средство доклад. Шкала оценивания пятибалльная.

Результаты текущего контроля служат для своевременной диагностики и возможной корректировки уровня знаний, умений и навыков обучающихся и не протоколируются.

### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Форма контроля промежуточной аттестации – устная. Оценочное средство: теоретические вопросы. Шкала оценивания: пятибалльная.

Результаты промежуточной аттестации фиксируются в протоколе и подписываются тремя экзаменаторами.

## **9. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств, позволяющий оценить результаты обучения по дисциплине приведен в Приложении 8А.

## **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 10.1. Основная литература

1. Верещака А.Л. 2000. Глубоководная бентопелагиаль: жизнь у дна. М.: Научный мир, 240с.
2. Верещака А.Л. 2003. Биология моря. М.: Научный мир, 192с.
3. Виноградов М.Е. (Отв. ред.). 1977. Океанология. Биология океана. Т.1. Биологическая структура океана. Москва: Наука. 398 с.
4. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография. М: Наука. 2000,176 с. (pdf-файл на сайте <https://nashol.com/2017041494093/morskaya-biogeografiya-kafanov-i-i-kudryashov-v-a-2000.html>)
5. Структура и продукционные характеристики планктонных сообществ Черного моря. Сборник научных трудов, Отв. Ред.: М.Е. Виноградов, М.В. Флинт, Москва "НАУКА" 1989. 263 с. (pdf- <http://www.geokniga.org/books/9159>)
6. Федоров В.Д, Гильманов Т.Г. Экология. М.: изд-во МГУ, 1980 г. (pdf- файл на сайте [http://www.studmed.ru/fedorov-vd-gilmanov-tg-ekologiya\\_6131e6e3e80.html](http://www.studmed.ru/fedorov-vd-gilmanov-tg-ekologiya_6131e6e3e80.html))

### 10.2. Дополнительная литература

1. Беляев Г.М. 1989. Глубоководные океанические желоба и их фауна. Москва: Наука. 285 с.
2. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. М.: МГУ, 1992 г. (pdf- файл на сайте <http://www.geokniga.org/books/9038>)
3. Виноградов М.Е. Шушкина Э.А. Функционирование планктонных сообществ эпипелагиали океана, Москва «НАУКА» 1987, 239 с.
4. Галкин С.В. Гидротермальные сообщества Мирового океана. М: Геос. 2002.197 с.
5. Гебрук А.В. (Отв. ред.). 2002. Биология гидротермальных систем. Москва: КМК, 543 с.
6. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: РАН, 1998г.
7. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л., 1971 г.
8. Одум Ю. Основы экологии. М., 1975 г.

### 10.3 Электронные ресурсы

<https://jor.ocean.ru/index.php/jor>

[webofscience.com](http://webofscience.com)- доступ к платформе Web of Science

<https://rd.springer.com/> Более 3000 журналов Springer 1997-2018 гг;

- Более 80 000 электронных книг Springer 2005-2010 гг (через РФФИ) и 2011-2017 гг (через ГПНТБ), включая монографии, справочники и труды конференций

[www.nature.com/](http://www.nature.com/)- 88 естественнонаучных журналов, включая старейший и один из самых авторитетных научных журналов - Nature

<http://materials.springer.com/> - Springer Materials – это самая полная база данных, описывающая свойства и характеристики материалов. Она аккумулирует информацию из таких дисциплин, как материаловедение, физика, физическая и неорганическая химия, машиностроение и др.

<http://www.springerprotocols.com/> - Крупнейшая база данных воспроизводимых лабораторных протоколов (более 40 000) предоставляет доступ к надежным и проверенным данным, накопленным за последние 30 лет.

<https://zbmath.org/> - zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов из более 3000

журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др.

<http://nano.nature.com/> - База данных Nano впервые стала доступна для всех грантополучателей РФФИ. Этот уникальный ресурс предоставляет данные о более 200 000 наноматериалов и наноустройств, собранные из самых авторитетных научных изданий, и постоянно пополняемую коллекцию статей из самых авторитетных журналов в области нанотехнологий

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)- доступ к базе данных Scopus издательства Elsevier

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) - доступ в режиме on-line к журналам издательства Elsevier

[journals.aps.org/about](http://journals.aps.org/about) - доступ в режиме on-line к журналам American Physical Society

[onlinelibrary.wiley.com](http://onlinelibrary.wiley.com) - доступ к on-line сервису Wiley Online Library

[eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU) - ИО РАН имеет подписку на коллекцию из 140 российских журналов (Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука") в полнотекстовом электронном виде.

Доступом можно воспользоваться со всех компьютеров сети ИО РАН (идентификация по IP-адресам).

### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лекционная аудитория.
2. Мультимедийный проектор.
3. Персональный компьютер с доступом в интернет.

### **12. Дополнения и изменения к рабочей программе**

- 12.1. Дополнения и изменения к рабочей программе вносятся ежегодно перед началом нового учебного года.
- 12.2. Список литературы обновляется с учетом приобретенной и изданной новой литературы.
- 12.3. Изменения оформляются документально и вносятся во все печатные экземпляры, а также в электронную базу в виде вкладыша «Дополнения и изменения в рабочей программе».

Согласовано:

Научный куратор аспирантуры ИО РАН  
зам. директора ИО РАН  
член - корреспондент РАН

М.В. Флинт

Заведующий аспирантурой  
к.б.н.

Д.Н. Засько