

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Зоологический институт Российской академии наук**

ОДОБРЕНО
Ученым советом ЗИН РАН
протокол № 1 от 14 марта 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ЗИН РАН
Цугачев О.Н.
2018 г.

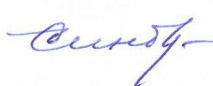

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГИДРОБИОЛОГИЯ

По направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки

Профиль 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Присуждаемая квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Присуждаемая ученая степень: Кандидат наук

	Должность	Фамилия И.О.	Подпись
Согласовано	Зам. директора по научной работе	Синев С.Ю.	
Разработано	Секретарь отдела аспирантуры	Доронин И.В.	

Санкт-Петербург
2018

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая рабочая программа обязательной дисциплины «Гидробиология» – профиль основной образовательной программы послевузовского профессионального образования (ООП ППО) разработана на основании законодательства Российской Федерации в системе послевузовского профессионального образования, в том числе: Федерального закона РФ от 22.08.1996 г. № 125-ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании», Положения о подготовке научно-педагогических и научных кадров в системе послевузовского профессионального образования Российской Федерации, утвержденного приказом Министерства общего и профессионального образования РФ от 27.03.1998 г. № 814 (в действующей редакции); составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными Приказом Минобрнауки России от 16.03.2011 г. № 1365 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)» и инструктивного письма Минобрнауки России от 22.06.2011 г. № ИБ-733/12.

2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ, НЕОБХОДИМОМУ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ АСПИРАНТА

Лица, желающие освоить ООП подготовки аспиранта по данному направлению подготовки, должны иметь высшее образование. Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных экзаменов на конкурсной основе. По решению экзаменационной комиссии лицам, имеющим достижения в научно-исследовательской деятельности, отраженные в научных публикациях, может быть предоставлено право преимущественного зачисления.

3. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЯ 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Выпускник, освоивший программу аспирантуры по профилю «Гидробиология», должен обладать следующими универсальными компетенциями (УК):

- способностью 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).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими общепрофессиональными компетенциями (ОПК):

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1).

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- способностью к разработке новых методов исследований функций животных и человека (ПК-3);

Квалификационные характеристики (общие и специальные) в соответствии с требованиями к выпускнику аспирантуры как специалисту высшей квалификации в отрасли Биологические науки 06.06.01.

Выпускники аспирантуры являются научными кадрами высшей квалификации, способными самостоятельно ставить и решать научные и производственные проблемы, а также проблемы образования в различных областях биологии.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, включает:

- исследование живой природы и ее закономерностей;
- изучение биологических систем различных уровней организации, процессы их

жизнедеятельности и эволюции;

- биологическая экспертиза и мониторинг, оценка и восстановление территориальных биоресурсов и природной среды.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу аспирантуры:

- научно-исследовательская деятельность в области биологических наук;
- преподавательская деятельность в области биологических наук.

Программа аспирантуры направлена на освоение всех видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник.

4. СТРУКТУРА ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ) ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ ПРОФИЛЯ 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Основная образовательная программа высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ» реализуется на основании лицензии на право ведения образовательной деятельности ЗИН РАН.

ООП (аспирантура) включает в себя учебный план, рабочие программы дисциплин (модулей), обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Структура программы аспирантуры включает обязательную часть (базовую) и часть, формируемую согласно направлению подготовки аспиранта (вариативную).

Программа аспирантуры состоит из следующих блоков:

Блок 1. "Дисциплины (модули)", который включает дисциплины (модули), относящиеся к базовой части программы, и дисциплины (модули), относящиеся к ее вариативной части.

Блок 2. "Практики", который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 3. "Научные исследования", который в полном объеме относится к вариативной части программы.

Блок 4. "Государственная итоговая аттестация", который в полном объеме относится к базовой части программы и завершается присвоением квалификации "Исследователь. Преподаватель-исследователь".

5. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ООП (АСПИРАНТУРА ПО НАПРАВЛЕНИЮ 06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ, ПРОФИЛЬ 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»)

Общий объем ООП по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ» составляет **8640** часов, или **240** ЗЕ.

Зачетная единица (ЗЕ) - это мера трудоемкости основной образовательной программы высшего образования. Одна ЗЕ приравнивается к 36 академическим часам продолжительностью по 45 минут аудиторной или внеаудиторной (самостоятельной) работы аспиранта. Объем программы аспирантуры в очной форме обучения, реализуемый за один учебный год, составляет 60 ЗЕ.

По содержанию ООП (аспирантура) включает следующие компоненты: образовательную, практическую, научно-исследовательскую.

Образовательная компонента ООП - это совокупность дисциплин (модулей) основной образовательной программы, обеспечивающих получение знаний, выработку умений и приобретение опыта профессиональной деятельности по избранной специальности научно- педагогических и научных работников.

Объем образовательной составляющей ООП равен 1080 часа, или 30 ЗЕ. По содержанию образовательная компонента включает два блока:

Базовая часть - дисциплины (модули), в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов (9 ЗЕ),

Вариативная часть - дисциплины (модули), в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатского экзамена и дисциплина/дисциплины (модуль/модули), направленные на подготовку к преподавательской деятельности.

Практическая составляющая (Блок 2 "Практики") включает в себя практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическую практику).

Объем исследовательской составляющей (Блок 3 "Научные исследования") равен 7128 часов, или 198 ЗЕ и включает в себя научно-исследовательскую работу аспиранта по направлению подготовки.

Государственная итоговая аттестация составляет 9 ЗЕ (324 часа) и включает в себя подготовку и сдачу государственного экзамена и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

Таблица 1. Трудоемкость ООП (аспирантура) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, профиль 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Код	Наименование	Всего часов			ЗЕ
		Всего часов	в том числе		
			Ауд	СРС	
Б1	Блок 1 «Дисциплины (модули)»	1080	480	492	30
Б1.Б	Базовая часть	324	123	120	9
Б1.Б.1	История и философия науки	180	78	66	5
Б1.Б.2	Иностранный язык	144	54	54	4
Б1.В	Вариативная часть	756	348	372	21
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины	560	294	318	15
Б1.В.ОД.1	Гидробиология	360	198	162	11
Б1.В.ОД.2	Педагогика высшей школы	180	96	156	4
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору	196	54	54	6
Б1.В.ДВ.1.1	Компьютерная обработка биоэкологических данных	98	27	27	3
Б1.В.ДВ.1.2	Молекулярные методы исследования биоразнообразия	98	27	27	
Б1.В.ДВ.2.1	Светооптическая, конфокальная и люминисцентная (эпифлуоресцентная) микроскопия в комплексных морфологических исследованиях организации животных	98	27	27	3
Б1.В.ДВ.2.1	Происхождение и эволюция животных	98	27	27	
Б2	Блок 2 «Практики»	108	54	54	3

Б2.1	Педагогическая практика (стационарная)	72			2
Б2.2	Научно-исследовательская практика (стационарная)	36			1
Б3	Блок 3 «Научные исследования»	7128			198
Б3.1	Научно-исследовательская деятельность	7128			198
	Итого по Блокам 2 и 3	7236			201
Б4	Блок 4 «Государственная итоговая аттестация»	324	54	270	9
Б4.Г	Подготовка и сдача государственного экзамена	108		108	3
Б4.Г.1	Государственный экзамен	108		108	3
Б4.Д	Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	216	54	162	6
Б4.Д.1	Подготовка научного доклада	162		162	4,5
Б4.Д.2	Представление научного доклада	54	54		1,5
Итого					240

6. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ООП (АСПИРАНТУРА) ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 06.06.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ, ПРОФИЛЬ 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

В соответствии с требованиями ФГОС к структуре ООП (аспирантура), содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП регламентируется следующими документами:

- Учебный план;
- Календарный учебный график;
- Рабочие программы учебных дисциплин (модулей);
- Программа кандидатского экзамена по профилю 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

Дисциплины по выбору аспиранта (Б1.В.ДВ) выбираются им из числа предлагаемых научной организацией, реализующей образовательную программу.

Педагогическая практика (Б2.1) и научно-исследовательская практика (Б2.2) являются обязательными. Сроки и форма прохождения, а также форма контроля и отчётности по практикам определяется научной организацией.

По усмотрению научной организации сдача кандидатских экзаменов может проводиться в несколько этапов.

Государственная итоговая аттестация (Б4) включает в себя подготовку и сдачу государственного экзамена и представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), оформленной в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Министерством образования и науки Российской Федерации.

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В процессе обучения применяются следующие образовательные технологии:

- лекции;

- семинары;
- практические занятия.

1. Лекции сопровождаются визуальным материалом в виде презентаций с использованием компьютерной презентационной программы Power Point).
2. Семинары носят характер дискуссии, собеседования, свободного изложения тематического материала.
3. На практических занятиях аспиранты осваивают методы световой, конфокальной, и люминесцентной микроскопии, методы выделения ДНК, ПЦР и постановки геле-электрофореза на оборудовании, которым располагает ЗИН РАН, работают с базами данных.

8. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения профиля «Гидробиология» является изучение современных представлений о функционировании водных экосистем, а также формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих им

- применять полученные знания для самостоятельного анализа гидробиологических показателей водоемов
- определения направлений эволюции гидробиологических сообществ
- изучать экологию популяций и водной среде, закономерности их распространения и той роли, которую они играют в природных и антропогенноизмененных экосистемах
- анализировать пути формирования гидробиологических сообществ
- определять воздействие экологических и географических факторов на распространение гидробионтов

9. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА (ТЕМ) ДИСЦИПЛИНЫ 03.02.10 «ГИДРОБИОЛОГИЯ»

9.1. 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.

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: 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.

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.

9.2. 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 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 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.

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 прибоя.

9.3. 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. 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.

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.

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. Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниша. Закономерности нишевой структуры сообществ.

9.4. 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 обрастания в морях и континентальных водоемах.

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.

9.5. Формирование, развитие и устойчивость экосистем

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

9.6. 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.

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.

9.7. Проблемы частной гидробиологии (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), батипаль (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 мезомиктические 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.

9.8. Проблемы частной гидробиологии

(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. Прудовое хозяйство, особенности нерестовых, выростных и

зимовальных прудов.

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

9.9. Проблемы прикладной гидробиологии

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 рыбозаведение. Акклиматизация кормовых объектов и промысловых организмов. Растительноядные рыбы.

Проблема обрастания. Обрастания судов и технических сооружений. Заращение водотоков. Меры борьбы.

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

Водоемы как источники питьевого и хозяйственного водоснабжения. Проблема чистой воды. Биологическое самоочищения водоемов. Организмы — показатели сапробности вод. Охрана водоёмов.

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.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и подготовку к семинарам в виде докладов. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются доступом к библиотечному фонду Института.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

11.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, то есть проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляемая в процессе обучения. Текущая самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

11.2. Промежуточная аттестация

Форма аттестации – кандидатский экзамен.

Кандидатский экзамен аспиранты сдают в конце 6 семестра. Для проведения кандидатского экзамена по профилю 03.02.10 «Гидробиология» подготовлены экзаменационные билеты.

Экзаменационный билет № 1

Основные вопросы

1. Место гидробиологии в системе биологических наук. Понятие о системном подходе.
2. Смертность и рождаемость в популяциях водных животных. Методы расчета.
3. Видовое разнообразие, закономерности пространственного распределения, сезонной динамики фитопланктона морей и океанов и факторы, их определяющие.

Дополнительные вопросы

1. Основные черты пелагиофауны и пелагиопланктона
2. Свет как фактор среды.
3. Нарушения и восстановительные сукцессии (естественные и антропогенные).
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 2

Основные вопросы

1. Биосфера и ее расчленение на биогеографические регионы. Основные биогеографические понятия, используемые в гидробиологии.
2. Энергетический принцип и балансовый подход к изучению функционирования популяций гидробионтов и водных экосистем
3. Подходы к планированию однофакторного и многофакторного экспериментов при описании воздействий факторов среды на характеристики популяций гидробионтов.

Дополнительные вопросы

1. Дрифт и его значение в водотоках.
2. Влияние температуры на скорость развития беспозвоночных животных.
3. Устойчивость природных экосистем. Различные способы ее оценки.
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 3

Основные вопросы

1. Водная экосистема и ее компоненты. Подходы к изучению и ведению мониторинга
2. Продукция популяций водных животных с непрерывным размножением. Методы расчета.
3. Биогеографическое районирование пелагиали океана.

Дополнительные вопросы

1. Определение апвеллинга. Его значение в продуктивности океана.
2. Тепловое загрязнение водоемов. Причины и возможные последствия.
3. Хозяйственное освоение шельфов морей.
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 4

Основные вопросы

1. Круговорот веществ в водных экосистемах.
2. Продукция популяций водных животных с коротким сроком размножения. Методы расчета.
3. Рыбы эпипелагиали, мезопелагиали, глубоководные и придонные рыбы морей и океанов. Роль в трофических цепях пелагиали и бентали.

Дополнительные вопросы

1. Значение эстуариев и шельфовых зон в продуктивности океана.
2. Факторы и механизмы, обуславливающие пространственную неоднородность планктона и бентоса.

3. Живое вещество, детрит, взвешенное в-во, растворенное в-во в морских и пресных водоемах. Количественное соотношение между ними в водной толще и грунтах, пути взаимных переходов.
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 5

Основные вопросы

1. Понятие об организации систем и особенностях структуры (изолированные, закрытые и открытые системы; биологические системы; системы с активным и пассивным управлением).
2. Методы определения скорости потребления кислорода у водных животных. Метаболизм и размеры особей.
3. Комплекс неритических видов рыб в морях и океанах. Систематический состав и закономерности географического распространения.

Дополнительные вопросы

1. Прозрачность воды в озерах разного типа. Планктонные, макрофитные и детритные озера.
2. Значение эстуарных районов как источников инвазионных видов гидробионтов для континентальных водоемов.
3. Значение растворенного органического вещества для существования и интеграции водных сообществ.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 6

Основные вопросы

1. Трофическая классификация водоемов.
2. Концепция лимитирующих факторов. Закон минимума Либиха.
3. Использование регрессионного анализа в экологических исследованиях.

Дополнительные вопросы

1. Влияние солености воды на видовое разнообразие.
2. Первичная продукция в зависимости от географической широты.
3. Биологические особенности «успешного» вселенца.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 7

Основные вопросы

1. Научные школы в отечественной гидробиологии (Зернов, Скадовский, Зенкевич, Ивлев).
2. Размерно-возрастная структура популяций у разных систематических групп водных животных. Определение когорты.
3. Использование методов многомерной статистики для описания структуры и динамики сообществ гидробионтов

Дополнительные вопросы

1. Барьерные эффекты в эстуариях рек.
2. Особенности экосистем-реципиентов биологических инвазий
3. Экологический метаболизм.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 8

Основные вопросы

1. Основные представления о прижизненном распаде органического вещества. Дыхание как основной функциональный механизм разрушения органического вещества живым организмом. Его количественная оценка.
2. Соотношение первичной и вторичной продукций в водоемах разного трофического типа.

Зависимость между продукцией рыб и первичной продукцией. Возможности практического применения этой зависимости.

3. Моделирование как специфический подход в изучении и описании экосистем. Типы моделей, прогностические свойства моделей

Дополнительные вопросы

1. Соленость как фактор среды. Осморегуляция и понятие критической солености.
2. Особенности морских арктических экосистем.
3. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество. Соотношение между ними в экосистемах различного типа.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 9

Основные вопросы

1. Метаболическая теория в биологии.
2. Соотношение сырой и сухой массы тела у разных групп гидробионтов. Методы определения калорийности у гидробионтов.
3. Скорость воспроизводства численности в популяциях беспозвоночных животных.

Дополнительные вопросы

1. Солевые пороги распространения организмов.
2. Особенности пространственного распределения и динамики сообществ эстуария р. Нева
3. Прижизненные выделения органического вещества растительными и животными организмами, их экологическая роль.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 10

Основные вопросы

1. Комплексный подход к изучению водных экосистем. Гидробиология как экология водных экосистем.
2. Зависимость массы тела от размеров. Зависимость плодовитости от массы тела и размеров у водных животных.
3. Методы определения первичной продукции.

Дополнительные вопросы

1. Биологическое самоочищение водоемов. Организмы показатели сапробности вод.
2. Влияние температуры на метаболизм у пойкилотермных животных.
3. Прямое химическое окисление органических веществ. Стойкое и нестойкое органическое вещество. Водный гумус.
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 11

Основные вопросы

1. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества: углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в гидросфере.
2. Роль фильтраторов планктона и бентоса в самоочищении водоемов.
3. Зависимость скорости обмена от температуры

Дополнительные вопросы

1. Биогеографическое районирование пелагиали океана.
2. Правило Бергмана.
3. Разложение органического вещества при дыхании и переваривании пищи.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 12

Основные вопросы

1. Пастбищная и детритная пищевые цепи.

2. Роль макрофитов в водоемах
3. Зависимость скорости энергетического обмена животных от содержания кислорода, накормленности животных, диапаузы.

Дополнительные вопросы

1. Влияние температуры на скорость роста у гидробионтов.
2. Основные направления воздействий чужеродных видов на экосистемы-реципиенты.
3. Общие закономерности пространственного распределения жизни в Мировом океане.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 13

Основные вопросы

1. Понятие популяции в гидробиологии. Типы популяций у водных беспозвоночных.
2. Логистический тип роста.
3. Методы изучения питания планктонных ракообразных.

Дополнительные вопросы

1. Вертикальная экологическая зональность водоемов, основные черты ее структуры
2. Роль бактерий, грибов и простейших в экосистеме.
3. Проблемы рационального использования биологических ресурсов водоемов
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 14

Основные вопросы

1. Подходы к изучению водного биоценоза: флоро-фаунистический, биотопический, трофический; границы биоценозов (дискретность и непрерывность биоценозов).
2. Понятие экологического и физиологического рационов.
3. Удельная скорость воспроизводства численности.

Дополнительные вопросы

1. Особенности эстуарных экосистем.
2. Использование коэффициентов сходства и различия в анализе гидробиологических данных с применением методов многомерной статистики
3. Концепция комплексного управления прибрежными зонами.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 15

Основные вопросы

1. Понятие репродуктивного потенциала популяций.
2. Параболический тип роста у беспозвоночных животных.
3. Принцип определения продукции биоценозов.

Дополнительные вопросы

1. Климатическая зональность водоемов арктическая, бореальная, тропическая, нотальная и антарктическая зоны.
2. Физико-географические особенности Балтийского моря и формирование его фауны и флоры
3. Аквакультура: основы лабораторного культивирования водных беспозвоночных.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 16

Основные вопросы

1. Особенности процессов создания первичной продукции в наземных и водных системах. Продукция фитопланктона, фитобентоса и макрофитов.
2. Типы возрастной структуры водных животных.
3. Роль мейобентоса в морских и пресных водах.

Дополнительные вопросы

1. Связь фотосинтетической активности с факторами среды (свет, минеральное питание, температура, структура водных масс).
2. Соотношение соматического, генеративного и экзувиального прироста у водных беспозвоночных.
3. Роль хищников в водных биоценозах.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 17

Основные вопросы

1. Поток энергии через систему по цепи хищник жертва и по детритной цепи.
2. Экспоненциальный тип роста у водных животных.
3. Способы определения избирательности питания у водных беспозвоночных.

Дополнительные вопросы

1. Важнейшие абиотические характеристики водоемов.
2. Проблема обрастания в континентальных водах и подходы к ее решению.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимый сброс (ПДС), ориентировочно-безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязнителей.
4. Вопрос по теме диссертации.

Экзаменационный билет № 18

Основные вопросы

1. Методы определения первичной продукции (скляночные методы (кислородный и радиоуглеродный), по хлорофиллу, по изменению содержания кислорода в фотической зоне, флуоресцентные методы и др.). Чувствительность методов, достоинства и недостатки.
2. Удельная скорость роста при разных типах роста.
3. Избирательность питания у фильтраторов.

Дополнительные вопросы

1. Температурная стратификация, ее сезонная и широтная, изменчивость.
2. Зависимость продуктивности донных сообществ от продуктивности фотической зоны
3. Зрелость экосистем и концепция климакса.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 19

Основные вопросы

1. Соотношение трофических уровней в водоеме. Трофические цепи и трофические сети в водных экосистемах.
2. Избирательность питания у хищников.
3. Понятие скорости роста и интегральной продукции.

Дополнительные вопросы

1. Важнейшие биотические характеристики водоемов.
2. Первичная и вторичная сукцессии, их характерные особенности.
3. Соотношение между первичной и продукцией консументов.
4. Вопрос по теме диссертации

Экзаменационный билет № 20

Основные вопросы

1. Бактериальная продукция водной толщи, осадков и обрастания в морях и континентальных водоемах.
2. Уравнение Лотки-Вольтерра и его использование в гидробиологии.
3. Правило Гаузе и пределы его применения в гидробиологии.

Дополнительные вопросы

1. Продуктивные районы морей и океанов, их характеристика.

2. Сезонные сукцессии и биологические сезоны.
3. Трофические, трофические, форические отношения чужеродных и аборигенных видов в сообществах бентали.
4. Вопрос по теме диссертации.

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная и учебно-методическая литература и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. Зоологический институт РАН располагает обширной библиотекой, включающей научно-техническую литературу по дисциплине, научные журналы и труды конференций.

Основная литература:

1. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
2. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб, 2000.
3. Биология океана. Под ред. М.Е. Виноградова, в 2-х томах. М.: Наука, 1977.
4. Бульон В.В. Закономерности первичной продукции в лимнических экосистемах. СПб, 1994.
5. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения с помощью гидробионтов: учебное пособие для СПО / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. , 2017.
Режим доступа : www.biblioonline.ru/book/F61C18A3-8C37-4397-A0F9-3A8380B7CDCD.
6. Долгин, В.Н. Гидробиология : учебное пособие / В.Н. Долгин, В.И. Романов. — Электрон. дан. — Томск, 2014.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76698>.
7. Зиллов Е.А. Гидробиология и водная экология (организация, функционирование и загрязнение водных экосистем): учебное пособие. - Иркутск: Иркут. ун-т, 2008.
8. Калайда М.Л. Гидробиология : доп. М-вом сельского хозяйства РФ в качестве учеб. пособия для студентов высш. аграр. учеб. заведений... по направл. "Водные биоресурсы и аквакультура" / М. Л. Калайда, М. Ф. Хамитова. - СПб. : Проспект науки, 2013.
9. Одум Ю. Экология. М., 1986.
10. Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. – Киев: Академперіодика, 2011.
11. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоёмов. Л.: Наука, 1974.
12. Садчиков, А. П. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017.
Режим доступа : www.biblioonline.ru/book/1AFA7BB9-835C-4D4F-9014-85A72DE332E4.
13. Шилин М.Б., Хаймина О.В. Прикладная морская экология. Учебное пособие.- СПб., изд. РГГМУ, 2014.
14. Graham L.E., Wilcox L.W. Algae. Prentice-Hall, Inc. N-Y, 2000.
15. Wetzel R.G. Limnology: Lake and River Ecosystems. Academic Press (Third Edition), 2001.

Дополнительная литература:

1. Алимов А.Ф., Голубков С.М. (ред.) Динамика биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов. СПб, Наука, 2012
2. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. М.: МГУ, 1992.
3. Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
5. Винберг Г.Г. Методы определения продукции водных животных. Минск, Вэшейшая школа, 1968.
6. Заика В.Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. Киев, 1972.

7. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. Киев, 1983.
8. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М., 1963.
9. Зернов С.А. Общая гидробиология М.-Л., 1949.
10. Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных. Л., 1985.
11. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., 1967.
12. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974.
13. Меншуткин В.В. Математическое моделирование популяций и сообществ водных животных. Л., 1971 г.
14. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: РАН, 1998.
15. Оуэн О.С. Охрана природных ресурсов. М., 1977 г.
16. Разумовский С.К. Избранные труды. М.: КМК Scientific Press, 1999 г.
17. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. М.: Мир, 1990.
18. Хатчинсон Д. Лимнология. М., 1969.
19. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л.: Наука, 1974.
19. Хлебович В.В. Очерки экологии особи. СПб, Зоологический институт, 2012.
20. Falkowski P.G., Raven J.A. Aquatic photosynthesis. Malden, Massachusetts: Blackwell Science, 1997.
21. Williams W.D. Management of inland saline waters. Guidelines of lake management 6. 1998.

Электронные ресурсы:

<http://www.nature.com/nature> <http://www.nature.com/methods> <http://www.nature.com/materials> <https://www.researchgate.net/> <http://www.oxfordjournals.org> <http://www.tandf.co.uk/journals/> <http://www.springerlink.com> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

Электронные образовательные ресурсы:

1. Научная электронная библиотека e-Library
2. www.e-science.ru – портал естественных наук, теоретическая база по биологии (бесплатный ресурс)
3. elibrary.ru и libnauka.ru (электронная библиотека Издательства "Наука").

Электронно-образовательные ресурсы свободного доступа:

1. Федеральный портал "Российское образование" – <http://www.edu.ru/>
2. Национальная педагогическая энциклопедия – <http://didacts.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам/Федеральный портал – <http://window.edu.ru/>
4. Портал естественных наук, теоретическая база по биологии – www.e-science.ru
5. Российская государственная библиотека – <http://www.rsl.ru>
6. Научная библиотека СПбГУ – <http://www.library.spbu.ru>
7. ЭБС издательства Лань – <http://e.lanbook.com>

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

1. Чтение курса лекций осуществляется в учебной аудитории или малом конференц-зале Зоологического института РАН.
2. Преподаватель может использовать компьютер ACER Model ZL1 с приставкой In FOCUS Model LP70 и любое иллюстративное оборудование, которым располагает ЗИН РАН.
3. Практические занятия проходят в центре коллективного пользования и компьютерных классах ЗИН РАН, оснащенных соответствующим современным оборудованием.
4. Чтение лекций осуществляется с использованием интерактивной презентации авторской

разработки.
5.

Фонды

Библиотеки

РАН