

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа дисциплины

Биоиндикация и биотестирование

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):

**Экологические проблемы больших городов, промышленных зон и
полярных областей**

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная, заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

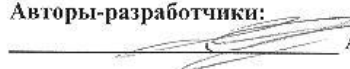
 Алексеев Д.К.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
09 февраля 2021 г., протокол № 5

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
01 февраля 2021 г., протокол № 5

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:
 Алексеев Д.К.

Санкт-Петербург 2021



Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений*

Протокол заседания кафедры прикладной и системной экологии от 04.07.2022 №10

*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

**Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка специалистов, владеющих знаниями в объеме необходимом для понимания основных принципов биологических методов оценки состояния водных объектов при их рациональном использовании и охране.

Задачи:

- изучение теоретических принципов функционирования водных экосистем;
- освоение современных биологических методов оценки экологического состояния и загрязнения водных объектов;
- формирование навыков определения последствий антропогенного воздействия на живые объекты, биоценозы и экосистемы.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Биоиндикация и биотестирование» для направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны иметь представления об общей экологии и биологии.

Дисциплина «Биоиндикация и биотестирование» служит для углубления знаний в области биологических методов анализа различных компонентов окружающей среды.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:ПК-1

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен к работе в лабораториях, в вычислительных центрах при проведении научно-исследовательских и производственных работ в области экологии, охраны природы и других наук об окружающей среде под руководством специалистов и квалифицированных научных сотрудников	ПК-1.4 Создает и поддерживает безопасные условия для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития регионов	Знать: – основные понятия и принципы биоиндикации и биотестирования, их связь с гидробиологией и экологией; – содержание, возможности, преимущества основных методов биоиндикации и биотестирования при исследовании экологического состояния водоемов и водотоков. Уметь: –обосновывать необходимость применения методов биоиндикации и биотестирования;

		– выполнять расчеты критериев оценки экологического состояния водных объектов на основе биологических методов; – проводить анализ результатов и получать обобщенные индексы, характеризующие состояния экосистемы; Владеть: – навыками классификации, систематизации, дифференциации фактов, явлений, объектов, систем, методов, решения, задачи и т.д.; – навыками описывать результаты, формулировать выводы; – методами обобщения, интерпретации полученных результатов по заданным или определенным критериям.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	108	-	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:			
в том числе:			
лекции	14	-	4
занятия семинарского типа:		-	-
практические занятия	28	-	8
лабораторные занятия	-	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	-	96
в том числе:			

курсовая работа	-	-	-
контрольная работа	-	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет		зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/ п	Раздел и тема дисциплины	Семестр/курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы, практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
1	Введение	5	0	0	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
2	Гидробиология как научная основа биоиндикации и биотестирования	5	1	0	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
3	Популяции гидробионтов, биоценозы и водные экосистемы	5	1	2	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
4	Загрязнение континентальных водое- мов	5	2	0	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
5	Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества	5	2	0	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
6	Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов	5	2	4	7	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
7	Биоиндикация	5	2	14	10	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
8	Биотестирование	5	2	4	7	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
9	Методы оценки токсического эффекта на водные сообщества и экосистемы	5	2	4	7	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
	ИТОГО:		1	28	66			

		4					
--	--	---	--	--	--	--	--

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/ п	Раздел и тема дисциплины	Семестр/курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы, практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа			
1	Введение	4	0	0	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
2	Гидробиология как научная основа биоиндикации и биотестирования	4	0	0	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
3	Популяции гидробионтов, биоценозы и водные экосистемы	4	0	0	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
4	Загрязнение континентальных водое- мов	4	0	0	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
5	Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества	4	0	0	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
6	Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов	4	0	4	10	устный опрос	ПК-1	ПК - 1.4
7	Биоиндикация	4	0	4	16	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
8	Биотестирование	4	2	4	10	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
9	Методы оценки токсического эффекта на водные сообщества и экосистемы	4	2	0	10	расчетно- графическая рабо- та	ПК-1	ПК - 1.4
	ИТОГО:		4	8	96			

4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

4.3.1 Введение

Биоиндикация и биотестирование – перспективные направления в системе наук об окружающей среде. Предмет, специфика исследования водных объектов, задачи курса. Связь с гидрологией, водной экологией (гидроэкологией), гидрохимией, гидробиологией, водной экотоксикологией, экологическим мониторингом и экологическими рисками. Специфическая особенность биоиндикации и биотестирования – оценка экологических последствий совместного действия антропогенных и природных факторов на живые объекты. Практическое значение и актуальность биоиндикации и биотестирования как составных частей мониторинговых исследований водоемов.

4.3.2 Гидробиология как научная основа биоиндикации и биотестирования

Гидробиология – составная часть экологии. Предмет, методы, задачи гидробиологии. Общие принципы и понятия гидробиологии. Системный анализ, системный подход в гидробиологии и водной экологии.

Гидробионты, среда их обитания. Экологическая зональность морей, озер и рек. Жизненные формы гидробионтов (нейстон, пелагос, бентос). Вода и грунт водоемов как основные среды обитания гидробионтов. Основные физико-химические свойства воды, их значение для гидробионтов. Донные осадки, их классификация, закономерности образования и распределения в водоемах. Понятие эпифауны и инфауны. Воздействие гидробионтов на структуру осадков.

Экологические факторы: определение, классификация. Экологическая валентность гидробионтов. Классификация гидробионтов по отношению к экологическим факторам. Понятие о лимитирующем факторе. Закон минимума Либиха. Работы Блэкмана, Тейлора. Закон толерантности Шелфорда. Закон совокупности (совместного) действия природных факторов Митчерлиха-Тинемана-Бауле. Регулярность воздействия экологических факторов. Влияние основных абиотических факторов на условия существования гидробионтов. Температура. Соленость. Свет. Содержание растворенных газов и биогенных элементов. Активная реакция среды. Окислительно-восстановительный потенциал. Динамика водных масс. Гидростатическое давление. Звук, электричество, магнетизм.

Экологическая ниша. Фундаментальная и реализованная экологические ниши.

4.3.3 Популяции гидробионтов, биоценозы и водные экосистемы

Понятие популяции. Структура и свойства популяции. Величина и плотность поселений популяций. Механизмы регулирующие численность популяций в природных условиях. Пространственная структура популяций гидробионтов. Возрастная структура, половая структура. Внутрипопуляционные взаимоотношения. Типы взаимодействия популяций друг с другом. Воспроизводство, смертность. Рост популяций.

Биоценозы и водные экосистемы. Понятие биоценоза. Виды биоценозов. Структура гидробиоценозов: видовая, размерная, пространственная. Трофическая структура: понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Трофические цепи и сети. Пирамиды чисел и биомассы.

Понятие экосистемы. Типы водных экосистем (циклический, транзитный, каскадный). Функциональные характеристики экосистем. Понятие продукции и деструкции. Первичная и вторичная продукция. Понятие удельной продукции. Продукция биоценозов. Динамика экосистем. Сукцессия как экосистемный процесс.

4.3.4 Загрязнение континентальных водоемов

Классификация загрязнений. Естественные и искусственные загрязнения. Уровни загрязнения – локальный, региональный, глобальный. Основные источники и виды

антропогенного загрязнения гидросферы. Химическое загрязнение водоемов. Классы опасности веществ, загрязняющих водоемы и токсичных для гидробионтов. Экоотоксиканты органического происхождения. Понятие сапробности. Сапробность, токсобность, сапротоксобность, трофосапробность. Система сапробности водоемов. Характеристика различных зон сапробности.

Водная экотоксикология – наука, изучающая распространение и влияние химических загрязнителей (поллютантов) и продуктов их трансформации на гидроэкосистемы. Понятие экологического риска. Факторы риска. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в водоемах и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Особо опасные экотоксиканты. Хлорорганические соединения, радионуклиды, тяжелые металлы.

4.3.5 Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества

Пути поступления токсикантов в организм. Биоматрификация, биоконцентрирование, биоаккумуляция и экологическая матрификация. Закономерности концентрирования токсических веществ в живых организмах. Воздействие загрязнителей на рост, половое созревание и скорость размножения водных организмов. Ответные реакции гидробионтов на присутствие токсикантов. Таксис. Чувствительность и устойчивость к токсикантам.

Закономерности накопления токсикантов в популяциях гидробионтов. Влияние загрязняющих веществ на структуру и динамику популяций водных организмов. Показатели оценки популяционного стресса: морфологическая внутривидовая изменчивость, частота аномалий развития и поведения. Взаимоотношения с популяциями смежных трофических уровней.

Динамика водных сообществ в условиях загрязнения. Инвариантные состояния и трофическая структура гидробиоценозов. Метаболический и экологический прогресс. Метаболический и экологический регресс.

Антропогенная трансформация водных экосистем. Классификация водоемов по трофности (дистрофные, олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, гипер(эв)трофные). Антропогенное эвтрофирование озер.

4.3.6 Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов

Оценка. Единичные, косвенные, комплексные, многокритериальные и интегральные оценки. Экологическая оценка и ее отличие от других оценок. Экологический мониторинг, его задачи. Диагностический и прогностический мониторинг. Экологический скрининг. Определение наличия и количеств токсикантов в водоеме. Определение содержания токсикантов в гидробионтах. Роль экологического мониторинга в контроле загрязнения окружающей среды. Решение задач экологического мониторинга на основе применения химических, бактериологических и биологических методов.

Биоиндикация и биотестирование – биологические методы оценки экологического состояния водной среды, их преимущества и недостатки.

4.3.7 Биоиндикация

Понятие о биоиндикаторах. Объект индикации. Биоиндикационные признаки загрязнения водных экосистем. Биохимические и физиологические реакции. Анатомические, морфологические, биоритмические и поведенческие отклонения. Флористические, фаунистические и хорологические изменения. Ценозические изменения.

Виды-индикаторы. Классификация биологических индикаторов. Критерии пригодности различных видов-индикаторов для биоиндикационных исследований. Чувствительность биоиндикаторов как проявление ответных реакций на загрязнение. Типы чувствительности. Оценка достоверности связи индикатора с объектом индикации и частоты встречаемости биоиндикаторов.

Оценка сапробности водоемов по спискам индикаторных видов. Система биологического анализа качества вод Р. Кольквитца и М. Марссона. Метод Р. Пантле и Г. Букка в модификации В. Сладечека. Оценка степени загрязнения водоема по крупным таксонам. Олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея в интерпретации Э.А. Пареле, хирономидный индекс Е.В. Балускиной. Биотический индекс Ф. Вудивисса. Индексы Т.Ватанабе. Оценка степени загрязнения по видовому разнообразию. Индексы видового разнообразия. Кривые доминирования-разнообразия. Индекс Р. Маргалефа, индекс Шеннона-Уивера. Оценка видового сходства биоценозов.

Оценка состояния водных экосистем по показателям развития макрофитов. Оценка среды по отдельным видам индикаторам, растительным ассоциациям-индикаторам и соотношению индикаторных групп видов. Шкала обилия по Друде. Проективное покрытие. Морфологические индикационные признаки растений: аномалии роста и развития. Экспресс-оценка качества воды по ряске.

Оценка состояния водных экосистем с применением бактериопланктона. Определение общего микробного числа в водоеме. Классификация качества воды водоемов и водотоков по гидробиологическим и микробиологическим параметрам.

Интегральные критерии оценки качества экосистем по нескольким гидробиологическим показателям. Интегральный показатель по Е.В. Балускиной. Комбинированный индекс состояния водного сообщества по А.И. Баканову.

4.3.8 Биотестирование

Биотестирование как экспериментальный метод. Принципы и задачи биотестирования. Основные понятия и определения: тест-объекты, тест-реакции, тест-критерии. Токсический эффект. Токсический эффект смесей поллютантов: аддитивность, антагонизм, синергизм, сенсibilизация. Токсичность водной среды. Интегральная токсичность. Баллы токсичности. Толерантность. Диапазон толерантности. Толерантный лимит. Токсобность. Токсикометрия. Количественные меры токсичности: максимально недействующая концентрация вещества, минимальный порог чувствительности, медианная летальная концентрация или доза, абсолютно летальная концентрация. Зона токсического действия. Пробит-анализ.

Классификация биотестов: острые, краткосрочные и хронические. Организмы используемые в качестве тест-объектов. Критерии выбора тест-объектов при проведении биотестирования. Тест-реакции различных живых организмов, используемых при биотестировании. Многообразие тест-реакций: биохимические, физиологические, морфологические, генетические, иммунологические, поведенческие, вегетативные. Летальные и сублетальные тест-реакции. Тест-критерии. Чувствительность биотеста. Подбор тест-объектов и определение для них тест-критериев на основе экофизиологических исследований. Культивирование тест-объектов.

Визуальные и приборные биотесты. Биофизический подход в биотестировании. Люминесцентные и флуориметрические методы. Регистрация результатов биотестирования. Биотестовые измерительные системы (БИС).

Примеры биотестов. Простейшие организмы как тест-объекты. Биотесты с использованием беспозвоночных животных. Водоросли и высшие водные растения в биотестировании.

Использование методов биотестирования для установления предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в водоемах и ориентировочно безопасные

уровней воздействия (ОБУВ).

Перспективность использования биотестирования. Стандартизация биотестов и нормирование биотестовых оценок токсичности.

4.3.9 Методы оценки токсического эффекта на водные сообщества и экосистемы

Нормальное и критическое состояние водных экосистем. Норма состояния и норма воздействия. Регламент. Норматив. Способы оценки нормального и критического состояния: статистический, теоретический, экспертный, эмпирический. Критерии нормального состояния водных экосистем. Параметры экосистем, подлежащие регистрации при экологическом нормировании. Принципы выбора параметров. Последовательность и примеры экологического нормирования. Виды нормативов. Выбор полигона исследования. Мера нагрузки. Выбор биологических параметров. Форма представления биологических данных. Временные этапы процедуры нормирования. Адекватность нормативов. Индексы состояния, маркеры, аналитические индексы, функции желательности. Методы свертывания информации о загрязнении. Основные критерии для определения допустимой экологической нагрузки. Понятия: ОБУВ, МДУ, ДОК, ПДУ, ПДН, ПДЭН и др. Методы определения предельных значений нагрузки.

Оценка токсического эффекта. Свойства количественных оценок. Зависимость «доза-эффект». Расчет предельных нагрузок. Моделирование токсического эффекта воздействия на водные сообщества и экосистемы. Прогнозирование экологического эффекта воздействия токсикантов: возможности экологического моделирования.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 4.

Содержание практических занятий для очной/заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Население континентальных водоемов, многообразие форм, основные жизненные формы гидробионтов	2	2
7	Оценка состояния водной экосистемы по состоянию макробентосных сообществ.	5	5
7	Оценка экологического состояния морских экосистем по показателям сообществ макрозообентоса (АВС-метод)	5	5
7	Флуктуирующая асимметрия как индикатор экологического состояния водных экосистем	4	4
8	Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний	4	4
9	Оценка зависимости «доза-эффект»	4	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, дискуссиям и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов –15.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет**.

Форма проведения зачета: устно по билетам или тестирование

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету:

ПК-3

1. Биоиндикация и биотестирование – перспективные направления в системе наук об окружающей среде. Предмет, специфика объектов исследования. Практическое значение и актуальность биоиндикации и биотестирования как составных частей мониторинговых исследований водоемов.

2. Системный анализ и системный подход в экологии. Гидробиология – составная часть экологии. Предмет, методы и задачи гидробиологии. Общие принципы и понятия гидробиологии.

3. Гидробионты и среда их обитания. Экологическая зональность морей, озер и рек.

Жизненные формы гидробионтов (нейстон, пелагос, бентос).

4. Вода и грунт водоемов как основные среды обитания гидробионтов. Основные физико-химические свойства воды и их значение для гидробионтов. Донные осадки, их классификация, закономерности образования и распределения в водоемах.

5. Экологические факторы: определение, классификация. Экологическая валентность гидробионтов. Экологическая ниша. Фундаментальная и реализованная экологические ниши.

6. Классификация гидробионтов по отношению к экологическим факторам. Понятие о лимитирующем факторе. Закон минимума Либиха. Закон толерантности Шелфорда. Регулярность воздействия экологических факторов.

7. Влияние основных абиотических факторов на условия существования гидробионтов. Температура. Соленость. Свет.

8. Влияние основных абиотических факторов на условия существования гидробионтов. Содержание растворенных газов и биогенных элементов. Активная реакция среды. Окислительно-восстановительный потенциал. Динамика водных масс. Гидростатическое давление. Звук, электричество, магнетизм.

9. Понятие популяции. Структура и свойства популяции. Величина и плотность поселений популяций. Механизмы регулирующие численность популяций в природных условиях.

10. Пространственная структура популяций гидробионтов. Возрастная структура, половая структура. Внутрипопуляционные взаимоотношения. Типы взаимодействия популяций друг с другом. Воспроизводство, смертность. Рост популяций.

11. Биоценозы и водные экосистемы. Понятие биоценоза. Виды биоценозов. Структура гидробиоценозов: видовая, размерная, пространственная.

12. Трофическая структура: понятие о трофическом уровне и трофической группировке. Трофические цепи и сети. Пирамиды чисел и биомассы.

13. Понятие продукции и деструкции. Первичная и вторичная продукция. Понятие удельной продукции. Продукция биоценозов. Динамика экосистем. Сукцессия как экосистемный процесс.

14. Загрязнение континентальных водоемов. Классификация загрязнений. Естественные и искусственные загрязнения. Уровни загрязнения – локальный, региональный, глобальный. Основные источники и виды антропогенного загрязнения гидросферы. Химическое загрязнение водоемов.

15. Классы опасности веществ, загрязняющих водоемы и токсичных для гидробионтов. Экоотоксиканты органического происхождения. Понятие сапробности. Сапробность, токсобность, сапротоксобность, трофосапробность. Система сапробности водоемов. Характеристика различных зон сапробности.

16. Понятие экологического риска. Факторы риска. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в водоемах и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Особо опасные экотоксиканты. Хлорорганические соединения, радионуклиды, тяжелые металлы.

17. Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества. Пути поступления токсикантов в организм. Биомagniфикация, биоконцентрирование, биоаккумуляция и экологическая магнификация. Закономерности концентрирования токсических веществ в живых организмах.

18. Воздействие загрязнителей на рост, половое созревание и скорость размножения водных организмов. Ответные реакции гидробионтов на присутствие токсикантов. Таксис. Чувствительность и устойчивость к токсикантам.

19. Закономерности накопления токсикантов в популяциях гидробионтов. Влияние загрязняющих веществ на структуру и динамику популяций водных организмов. Показатели оценки популяционного стресса: морфологическая внутрипопуляционная изменчивость, частота аномалий развития и поведения.

20. Антропогенная трансформация водных экосистем. Классификация водоемов по трофности (дистрофные, олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные). Антропогенное эвтрофирование озер.

21. Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов. Роль экологического мониторинга в контроле загрязнения окружающей среды. Решение задач экологического мониторинга на основе применения химических, бактериологических и биологических методов. Биоиндикация и биотестирование – биологические методы оценки экологического состояния водной среды, их преимущества и недостатки.

22. Биоиндикация. Понятие о биоиндикаторах. Объект индикации. Биоиндикационные признаки загрязнения водных экосистем. Биохимические и физиологические реакции.

23. Виды-индикаторы. Классификация биологических индикаторов. Критерии пригодности различных видов-индикаторов для биоиндикационных исследований.

24. Чувствительность биоиндикаторов как проявление ответных реакций на загрязнение. Типы чувствительности. Оценка достоверности связи индикатора с объектом индикации и частоты встречаемости биоиндикаторов.

25. Оценка сапробности водоемов по спискам индикаторных видов. Система биологического анализа качества вод Р. Кольквитца и М. Марссона. Метод Р. Пантле и Г. Букка в модификации В. Сладечека.

26. Оценка степени загрязнения водоема по крупным таксонам. Олигохетный индекс Гуднайта-Уитлея в интерпретации Э.А. Пареле, хирономидный индекс Е.В. Балушкиной. Биотический индекс Ф. Вудивисса.

27. Оценка степени загрязнения по видовому разнообразию. Индексы видового разнообразия. Кривые доминирования-разнообразия. Индекс Р. Маргалефа, индекс Шеннона-Уивера. Оценка видового сходства биоценозов.

28. Интегральные критерии оценки качества экосистем по нескольким гидробиологическим показателям. Интегральный показатель по Е.В. Балушкиной. Комбинированный индекс состояния водного сообщества по А.И. Баканову.

29. Биотестирование. Биотестирование как экспериментальный метод. Принципы и задачи биотестирования. Основные понятия и определения: тест-объекты, тест-реакции, тест-критерии.

30. Токсический эффект. Токсический эффект смесей поллютантов: аддитивность, антагонизм, синергизм, сенсibilизация. Токсичность водной среды. Интегральная токсичность. Баллы токсичности. Количественные меры токсичности: максимально недействующая концентрация вещества, минимальный порог чувствительности, медианная летальная концентрация или доза, абсолютно летальная концентрация.

31. Классификация биотестов: острые, краткосрочные и хронические. Организмы используемые в качестве тест-объектов. Критерии выбора тест-объектов при проведении биотестирования.

32. Тест-реакции различных живых организмов, используемых при биотестировании. Многообразие тест-реакций: биохимические, физиологические, морфологические, генетические, иммунологические, поведенческие, вегетативные.

33. Визуальные и приборные биотесты. Биофизический подход в биотестировании. Люминесцентные и флуориметрические методы. Регистрация результатов биотестирования. Биотестовые измерительные системы (БИС).

Перечень практических заданий к зачету: нет

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Устный опрос	0-2
Расчетно-графические работы	0-5
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-5
Участие в Олимпиаде	0-5
Активность на учебных занятиях	0-5
ИТОГО	0-15

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Название дисциплины».

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Практические занятия	Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.
Лабораторная работа	Лабораторные занятия имеют целью практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. По выполнению лабораторной работы

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
	студенты представляют отчет и защищают его. Защищенные отчеты студентов хранятся на кафедре до завершения изучения дисциплины.
Внеаудиторная работа	Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену, зачету	Зачет служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения : учебное пособие для вузов / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 294 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08549-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453231>
2. Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Куличенко А.Ю., Примак Е.А., Зуев Ю.А., Воякина Е.Ю., Степанова А.Б. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах: учебное пособие для высших учебных заведений. — СПб.: РГГМУ, 2019. — 140 с. — URL: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_bc980f344501434587067731d9a292f6.pdf

Дополнительная литература

1. Завгородний, А. В. Экология. Аппаратурное биотестирование: разработка метода и средств контроля пространственно-временного распределения оптических характеристик взвеси инфузорий : монография / А. В. Завгородний. - Германия : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2013. - 134 с. - ISBN 978-3-659-41974-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/10774422>.
2. Примак Е.А., Зуева Н.В., Алексеев Д.К., Воякина Е.Ю. Нормирование и снижение негативного воздействия на водные экосистемы: учебное пособие для высших учебных заведений. — СПб.: РГГМУ, 2020. — 116 с. — URL: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_8794dfe0fce0442bac20dbb67e76abec.pdf
3. Котелевцев, С. В. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем : учеб. пособие. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 252 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. — [www.dx.doi.org/10.12737/6560](http://dx.doi.org/10.12737/6560). - ISBN 978-5-16-010160-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/952351>

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. ResearchGate — бесплатная социальная сеть и средство сотрудничества учёных всех научных дисциплин - <https://www.researchgate.net/>
2. Большая российская энциклопедия - <https://bigenc.ru/>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. MicrosoftOffice — офисный пакет приложений

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
2. Электронная библиотечная система РГГМУ «ГидрометеоОнлайн» - <http://elib.rshu.ru/>
3. База данных издательства SpringerNature.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.