

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИ-
ВЕРСИТЕТ

Кафедра прикладной и системной экологии

Рабочая программа по дисциплине

БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КОНТРОЛЬ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):
Управление экосистемами

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Управление экосистемами»



Зуева Н.В.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
11 06 2019 г., протокол № 7

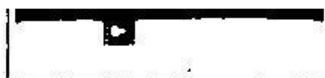
Рассмотрена и утверждена на заседании ка-
федры

27 02 2019 г., протокол № 6

Зав. кафедрой  Алексеев Д.К.

Авторы-разработчики:
 Алексеев Д.К.

Санкт-Петербург 2019



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Биологический анализ и контроль водных экосистем» – подготовка специалистов по направлению 05.04.06 Экология и природопользование, владеющих знаниями в объеме необходимом для понимания основных принципов биологических методов оценки состояния водных объектов при их рациональном использовании и охране.

Основные задачи дисциплины «Биологический анализ и контроль водных экосистем» связаны с освоением студентами:

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

Дисциплина изучается студентами, обучающимися по программе подготовки бакалавра на факультете экологии и физики природной среды.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Биоиндикация и биотестирование» для направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» относится к дисциплинам вариативной части.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Биология», «Биоразнообразие», «Аналитическая химия».

Дисциплина «Биоиндикация и биотестирование» является базовой для освоения дисциплин «Управление водными экосистемами», «Управление лесными экосистемами», «Системная экология».

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ПК-2	способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры
ПК-6	способностью диагностировать проблемы охраны природы, разрабатывать практические рекомендации по ее охране и обеспечению устойчивого развития

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины обучающийся должен

Знать:

- основные понятия и принципы биоиндикации и биотестирования, их связь с гидро-биологией 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 состояние 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.

Должен иметь представление о перспективных направлениях развития биологических методов оценки окружающей среды.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявления компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
Уровень 1 (минимальный)	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
Уровень 2 (базовый)	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
Уровень 3 (продвинутый)	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах год набора: 2019 очная форма обучения;

Объем дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108	-	-
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	-	-
в том числе:		-	
лекции	14	-	-
практические занятия	28	-	-
семинарские занятия	-	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66	-	-
в том числе:		-	
курсовая работа	-	-	-
контрольная работа	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	-	-

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения год набора: 2019 очная форма обучения

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции
			Лекции	Лабораторные работы, практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа		
1	Введение	1	0	0	7	устный опрос	ПК-2 ПК-6
2	Гидробиология как научная основа биоиндикации и биотестирования	1	1	0	7	устный опрос	ПК-2 ПК-6
3	Популяции гидробионтов, биоценозы и водные экосистемы	1	1	2	7	устный опрос	ПК-2 ПК-6
4	Загрязнение континентальных водоемов	1	2	0	7	устный опрос	ПК-2 ПК-6
5	Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества	1	2	0	7	устный опрос	ПК-6
6	Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов	1	2	4	7	устный опрос	ПК-2 ПК-6

7	Биоиндикация	1	2	14	10	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
8	Биотестирование	1	2	4	7	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
9	Методы оценки токсического эффекта на водные сообщества и экосистемы	1	2	4	7	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
	ИТОГО:		14	28	66		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 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.

4.2.2 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-Гинемана-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.

4.2.3 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.

4.2.4 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 экоотоксиканты. Хлорорганические соединения, радионуклиды, тяжелые металлы.

4.2.5 Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества

Пути поступления токсикантов в организм. Биомагнификация, биоконцентрирование, биоаккумуляция и экологическая магнификация. 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.

4.2.6 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. Эколога-токсикологический 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 хи-

мических, бактериологических и биологических методов.

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

4.2.7 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. Ценотические 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. Балушкиной. 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. Балушкиной. Комбинированный индекс состояния водного сообщества по А.И. Баканову.

4.2.8 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, сенсбилизация. 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 уровни воздействия (ОБУВ).

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

4.2.9 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.

4.3. Практические занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Население континентальных водоемов, многообразие форм, основные жизненные формы гидробионтов	семинар	ПК-2 ПК-6
2	5	Оценка изменения структуры перифитонных сообществ под воздействием природных и антропогенных факторов	семинар	ПК-2 ПК-6
3	8	Оценка состояния водной экосистемы по состоянию макробентосных сообществ.	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
4	8	Оценка экологического состояния морских экосистем по показателям сообществ макрозообентоса (АВС-метод)	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
5	8	Оценка степени загрязнения водоема на основе изучения высшей водной растительности (МТР и ИВМР-методы)	семинар	ПК-2 ПК-6
6	8	Флуктуирующая асимметрия как индикатор экологического состояния водных экосистем	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
7	9	Определения токсичности вод, почв и донных отложений по активности бактерий	семинар	ПК-2 ПК-6
8	9	Оценка токсического загрязнения вод водоемов различной солености методами биотестирования	расчетно-графическая работа	ПК-2 ПК-6
9	9	Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений водных экосистем по коэффициенту регенерации популяции	семинар	ПК-2 ПК-6
10	9	Методика определения токсичности воды по смертности и изменению плодовитости дафний	расчетно-графическая работа	ПК-2

				ПК-6
11	10	Оценка зависимости «доза-эффект»	расчетно- графическая работа	ПК-2 ПК-6

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе изучения каждой темы дисциплины и по окончании каждого раздела в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса на текущий год. Система, сроки и виды контроля доводятся до сведения каждого студента в начале занятий по дисциплине. В рамках текущего контроля оцениваются все виды работы студента, предусмотренные учебной программой по дисциплине.

Формами текущего контроля являются:

- экспресс-опрос (проводится после каждой лекции во вступительной части практического занятия);
- проверка выполнения заданий на практические занятия (заданий по решению задач);
- собеседования (коллоквиум, индивидуальный опрос) по теме занятия;
- проверка степени подготовленности к лабораторным работам (допуск к лабораторным работам);
- проверка отчетов по выполнению лабораторных работ, собеседование по теоретической части лабораторных работ (защита лабораторных работ).
- письменное тестирование;
- реферат по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- контрольная работа.

Текущий контроль проводится в период аудиторной и самостоятельной работы студентов в установленные сроки по расписанию.

а). Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

10	Признак наиболее опасных повреждений ткани растений:	А. некроз Б. хлороз В. покраснение Г. пожелтение
11	Биоиндикаторы, используемые в системе экологического мониторинга для оценки качества воздуха, воды или почвы:	А. блок-схемы Б. тест-системы В. мутагены Г. ксенобиотики
12	Какой из этих уровней биоиндикации можно отнести к упреждающим?	А. биоценотический Б. популяционный В. биохимические и физиологические реакции Г. изменения ландшафтов
13	Приоритет биологической оценки состояния среды состоит в:	А. простоте исполнения Б. возможности получения характеристик «здоровья среды», ее пригодности для живой природы и человека В. обеспечении выполнения норм и требований, ограничивающих вредное воздействие на природу Г. предотвращении экологических бедствий
14	Факторы повышенного риска в окружающей среде	А. неспецифическая индикация Б. локальный мониторинг В. специфическая индикация Г. региональный мониторинг

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов.

1. Оценка потоков загрязняющих веществ в биопродуктивных и легкоуязвимых экосистемах Мирового океана и каналы их поступления.
2. Негативные экологические последствия загрязнений в водных экосистемах.
3. Физические, химические и биологические процессы, определяющие ассимиляционную емкость водных экосистем, ее оценка в различных водоемах.
4. Характеристика мировых водных ресурсов.
5. Структура и организация водных экосистем, их функциональные характеристики.
6. Формирование, естественное развитие и устойчивость экосистем.
7. Источники загрязнения и классификация загрязняющих веществ в гидросфере.
8. Самоочищение водной среды. Ассимиляционная емкость Мирового океана.
9. Научные основы установления предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водной среде.
10. Распределение загрязняющих веществ в гидросфере.
11. Методы определения концентрации поллютантов в водной среде. Экотоксикология.
12. Биотестирование как метод оценки интегральной токсичности водной среды.
13. Технические средства борьбы с загрязнением водной среды.
14. Биоиндикация и ее использование для оценки экологического состояния водных объектов.
15. Экологический мониторинг и охрана гидросферы от загрязнения и истощения биологических ресурсов.
16. Реки: гидрологический и гидрохимический режимы. Условия существования гидробионтов в них.
17. Озера: гидрологический и гидрохимический режимы. Экологические зоны, условия существования гидробионтов в озерах.
18. Искусственные водоемы (водохранилища, пруды, каналы и водоемы оросительной системы): гидрологический и гидрохимический режимы. Население этих водоемов, условия их жизни.
19. Экологические основы охраны континентальных водоемов (Биоиндикация, токсикологический контроль, гидробиологический мониторинг, система ПДК).
20. Антропогенная эвтрофикация и термофикация водоемов. Меры профилактики.
21. Экологические основы очистки воды.
22. Влияние нефтяных загрязнений на жизнь и условия существования гидробионтов.
23. Влияние морского судоходства на структуру, организацию и функционирование морских экосистем.
24. Тепловое загрязнение водоемов - охладителей и его влияние на водные экосистемы.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

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.

5.3. Промежуточный контроль.

Экзамен 1 семестр. **К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.** Зачет может проходить либо в виде устного опроса по билетам либо в виде тестирования.

Перечень вопросов:

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 экоотоксиканты. Хлорорганические соединения, радионуклиды, тяжелые металлы.

17. Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества. Пути поступления токсикантов в организм. Биомагнификация, 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 внутривидовая 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 модификации В. Сладечека.

26. 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.

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. Балускиной. 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, сенсбилизация. Токсичность водной среды. Интегральная токсичность. Баллы токсичности. Количественные меры токсичности: максимально недействующая кон-

центрация 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).

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к экзамену

Образцы билетов к экзамену

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экологический факультет

ЭКЗАМЕН ПО КУРСУ «БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ»

по направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 1

1. Классы опасности веществ, загрязняющих водоемы и токсичных для гидробионтов. Эко-токсиканты органического происхождения. Понятие сапробности. Сапробность, токсобность, сапротоксобность, трофосапробность. Система сапробности водоемов. Характеристика различных зон сапробности.
2. Биотестирование. Биотестирование как экспериментальный метод. Принципы и задачи биотестирования. Основные понятия и определения: тест-объекты, тест-реакции, тест-критерии.

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экологический факультет

ЭКЗАМЕН ПО КУРСУ «БИОИНДИКАЦИЯ И БИОТЕСТИРОВАНИЕ»

по направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»

БИЛЕТ К ЭКЗАМЕНУ № 2

1. Понятие продукции и деструкции. Первичная и вторичная продукция. Понятие удельной продукции. Продукция биоценозов. Динамика экосистем. Сукцессия как экосистемный процесс.
2. Антропогенная трансформация водных экосистем. Классификация водоемов по трофности (дистрофные, олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные). Антропогенное эвтрофирование озер.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев С.В., Садчиков А.П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях (ред. Садчиков А.П., Котелевцев С.В.). [Электронный ресурс] Znaniium.com: электронно-библиотечная система. URL: <http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=345097>

2. Экологическая токсикология и биотестирование водных экосистем: Учебное пособие / С.В. Котелевцев, Д.Н. Маторин, А.П. Садчиков). [Электронный ресурс] Znanium.com: электронно-библиотечная система. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=473568>

3. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения/ И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 294 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09175-5. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/6FE9DFCB-95F3-42BA-A536-6D934921080A.

б) дополнительная литература:

1. Алексеев Д.К., Гальцова В.В., Дмитриев В.В. Экологический мониторинг: современное состояние, подходы и методы. Часть 1. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 302 с. (РГГМУ 36 экз.)

2. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. Учебное пособие. СПбГУ-РГГМУ, изд-во «Наука», СПб, 2004. – 294 с. (35 экз.)

3. Груздев В.С. Биоиндикация состояния окружающей среды : монография / В.С. Груздев. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 160 с. — (Научная мысль). — www.dx.doi.org/10.12737/monography_5a6f02e2738690.08466285.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://www.biometrica.tomsk.ru/> – Биометрика
2. <http://www.bioassay.narod.ru/index.html> – Группа биотестирования и биоиндикации
3. http://www.zin.ru/index_r.htm – Зоологический институт Российской академии наук
4. <http://www.consultant.ru/> – Консультант плюс Информационно правовой портал
5. <http://www.garant.ru> – Гарант.ру Информационно правовой портал
6. Ms Office или OpenOffice

7. Методические указания для обучающихся по освоению 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 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:

	<ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>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.</p> <p>Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий</p> <p>К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Введение	лекция, самостоятельная работа студентов	OpenOffice
Гидробиология как научная основа биоиндикации и биотестирования	лекция-визуализация, семинар, самостоятельная работа студентов	OpenOffice
Популяции гидробионтов, биоценозы и водные экосистемы	лекция-визуализация, семинар, самостоятельная работа студентов	OpenOffice
Загрязнение континентальных водоемов	лекция-визуализация, семинар, самостоятельная работа студентов	OpenOffice
Воздействие токсикантов на жизнедеятельность гидробионтов, их популяции и сообщества	лекция-визуализация, семинар, самостоятельная работа студентов	OpenOffice
Методы оценки экологического состояния континентальных водоемов	лекция-визуализация, семинар, самостоятельная работа студентов	OpenOffice Нормативно-правовая база данных Консультант, Гарант
Биоиндикация	лекция-визуализация, семинар, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа студентов	OpenOffice Нормативно-правовая база данных Консультант, Гарант
Биотестирование	лекция-визуализация, семинар, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа студентов	OpenOffice Нормативно-правовая база данных Консультант, Гарант
Методы оценки токсического эффекта на водные сообщества и экосистемы	лекция-визуализация, семинар, расчетно-графическая работа, самостоятельная работа студентов	OpenOffice

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

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.