Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 13.11.2026 15:48:41
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ БИОЛОГИИ И ХИМИИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
_____ Шмелев Н.А.
(подпись, инициалы, фамилия)

«__26__»_____02_____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы в экологическом мониторинге
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа магистратуры
06.04.01 Биология
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Экологическая безопасность окружающей среды
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очно-заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 06.04.01 Биология профиль Экологическая безопасность окружающей среды, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры биологии, экологии и химии *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Лобов С.Л.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Онина С.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и владений основными физико-химическими (инструментальными) методами, современной аппаратурой и оборудованием для выполнения лабораторных, полевых и научно-исследовательских работ.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности	ОПК-8.1. Использует основные типы современной аппаратуры для полевых наблюдений лабораторных исследований в области профессиональной деятельности
		ОПК-8.2. Творчески модифицирует технические средства для решения инновационных задач в профессиональной деятельности
		ОПК-8.3. Применяет современную исследовательскую аппаратуру и необходимый математический аппарат в профессиональных исследованиях

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.), 144 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	144	4 семестр - 144
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	42	4 семестр - 42
в том числе:		
лекции	16	4 семестр - 16
лабораторные занятия	26	4 семестр - 26
практические занятия	0	
Другие виды работ в соответствии с УП:		

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
контрольная работа	0.5	4 семестр - 1
консультации	1	4 семестр - 1
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	102	4 семестр - 102
Из них:		
контроль	34.8	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0	
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	1.2	4 семестр - 1

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности					Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	Эк, час.	КоР, час.	СРС, час.	
2 курс / 4 семестр							
1	Пробоотбор и пробоподготовка						
1.1	Пробоотбор и пробоподготовка Отбор газообразных, твердых и жидких проб. Подготовка проб к анализу.	2	2			5	Тестирование, Кейс-задания
2	Спектроскопические методы анализа						
2.1	Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры. Источники излучения (лампы с полым катодом, высокочастотные безэлектродные лампы, лазеры). Способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная техника, холодный пар). Детекторы. Достоинства и недостатки метода. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ.	2	4			10	Кейс-задания, Тестирование

2.2	Молекулярная спектроскопия еоретические основы метода. Принципиальная блок-схема спектрометра. Количественный анализ (закон Бугера-Ламберта-Бера, анализ с реагентами и без реагентов, построение градуировочного графика, другие способы определения концентрации вещества).	4	6			10	Лабораторная работа, Тестирование, Кейс-задания
3	Масс-спектрометрические методы анализа						
3.1	Масс-спектрометрия Принцип метода. Решаемые методом задачи. Блок-схема масс-спектрометра. Ввод пробы. Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация). Типы масс-анализаторов (секторный магнитный, времяпролетный, квадрупольный, ионная ловушка). Детекторы (микроканальные пластины, диноды, фотоумножители) – экскурсия в Экологическую лабораторию.	2	4			10	Кейс-задания, Тестирование
4	Электрохимические методы анализа						
4.1	Потенциометрия Принцип метода. Прямая потенциометрия. Измерение pH с помощью стеклянного электрода. Другие типы электродов и области их применения	2	2			10	Лабораторная работа
5	Хроматографические методы анализа						
5.1	Тонкослойная и колоночная хроматография Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Адсорбенты и элюенты в хроматографии. Подбор адсорбента и элюента. Тонкослойная и колоночная хроматография	2	4			10	Тестирование, Лабораторная работа
5.2	Приборная хроматография (газовая и жидкостная)	2	4			10.5	Кейс-задания, Тестирование

	Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор), их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.						
6	Контрольная работа				1	0.5	
7	Экзамен			1		36	
Итого по 2 курсу 4 семестру		16	26	1	1	102	
Итого по дисциплине		16	26	1	1	102	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Вопрос 1

Какое действие необходимо выполнить **перед** началом измерений pH с помощью цифрового pH-метра?
A) Промыть зонд дистиллированной водой и откалибровать по буферным растворамB) Погрузить зонд сразу в исследуемую пробуC) Нагреть зонд до 100 °CD) Отключить заземление прибора

Вопрос 2

Какой интерфейс чаще всего используется для передачи данных от цифровых датчиков к компьютеру или контроллеру в системах экологического мониторинга?
A) HDMIB) Modbus (RTU/TCP) или USBC) VGAD) Mini-Jack 3.5 мм

Вопрос 3

Какое программное обеспечение предназначено для статистической обработки и визуализации экологических данных?
A) Microsoft WordB) Python (pandas, Matplotlib) или R (ggplot2)C) Adobe PhotoshopD) WinRAR

Вопрос 4

Что такое SCADA-система в контексте экологического мониторинга?
A) Программа для набора текста отчётовB) Система для сбора данных с датчиков в реальном времени и управления процессомC) Редактор фотографийD) Антивирусная программа

Вопрос 5

Какая облачная платформа используется для анализа спутниковых данных о качестве воздуха и поверхности Земли?
A) InstagramB) Google Earth EngineC) TikTokD) WhatsApp

Вопрос 6

Какая структура базы данных наиболее подходит для хранения пространственно-временных данных экологического мониторинга?
A) PostgreSQL + PostGISB) Microsoft PaintC) NotepadD) PowerPoint

Вопрос 7

Что такое коэффициент вариации (CV) и что он показывает?

A) Отношение стандартного отклонения к среднему значению, выраженное в процентах; показывает сходимость измеренийB) Разницу между максимальным и минимальным значениемC) Сумму всех измеренийD) Количество повторных измерений

Вопрос 8

Какое значение коэффициента вариации (CV) считается приемлемым для параллельных измерений pH в лаборатории?
A) CV < 5%B) CV > 50%C) CV = 100%D) CV не имеет значения

Вопрос 9

Какое правило техники безопасности необходимо соблюдать при работе с газовым хроматографом, использующим водород?
A) Хранить баллоны с водородом в отдельном шкафу и проверять герметичность газовых линийB) Работать с открытым огнём рядом с приборомC) Отключать вентиляцию помещенияD) Использовать водород без контроля давления

Вопрос 10

Как интегрировать данные цифровой лаборатории с ГИС для пространственного анализа?
A) Вручную переписать данные на бумагу и нарисовать картуB) Экспортировать данные в CSV с координатами GPS и импортировать в QGIS/ArcGIS для интерполяции и построения картC) Сфотографировать экран прибора и вставить фото в отчётD) Отправить данные по электронной почте коллеге

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.
Критерии оценки (в баллах)*:*
- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Контрольная работа

Инструкция для студента
Контрольная работа состоит из **трёх частей**:

- **Часть А** — тестовые задания с выбором одного правильного ответа (10 вопросов, по 1 баллу).
- **Часть Б** — задания с кратким ответом (5 вопросов, по 2 балла).
- **Часть В** — развёрнутое задание (1 вопрос, 10 баллов).

Максимальный балл: 30.**Шкала оценивания:** 27–30 — «отлично»; 22–26 — «хорошо»; 16–21 — «удовлетворительно»; менее 16 — «неудовлетворительно».
Часть А. Тестовые задания (10 вопросов, по 1 баллу)
1. Какая современная тенденция развития исследовательской аппаратуры для экологического мониторинга является ведущей?
A) Увеличение габаритов и массы приборовB) Переход к портативным и полевым анализаторам с автономным питаниемC) Отказ от автоматизации измеренийD) Снижение точности измерений в пользу скорости

2. Принцип работы масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) основан на:
A) Поглощении света атомами в пламениB) Ионизации элементов в аргоновой плазме и разделении ионов по отношению m/zC) Рассеянии лазерного излучения частицамиD) Хемилюминесцентной реакции с озоном
3. Какой детектор используется в газовом хроматографе для анализа нефтепродуктов в воде?
A) Фотоионизационный детектор (ФИД)B) Детектор по теплопроводности (ДТП)C) Электронный умножительD) Сцинтилляционный детектор
4. Какое программное обеспечение предназначено для статистической обработки и визуализации экологических данных?
A) Microsoft WordB) Python (pandas, Matplotlib) и R (ggplot2)C) Adobe PhotoshopD) AutoCAD
5. Какое ПО используется для математического моделирования рассеивания загрязнителей в атмосфере?
A) ExcelB) УПРЗА «Эколог» или AERMODC) PowerPointD) Notepad
6. Для чего используется SCADA-система в экологическом мониторинге?
A) Для набора текста отчётовB) Для сбора данных с датчиков в реальном времени и управления процессомC) Для редактирования фотографийD) Для отправки электронной почты
7. Какое правило техники безопасности необходимо соблюдать при работе с ИСП-МС?
A) Работать без защитных очковB) Использовать вытяжную вентиляцию и защитный экран от ВЧ-излученияC) Отключать заземление прибораD) Хранить аргоновые баллоны в жилом помещении
8. Для чего нужна калибровка pH-метра перед полевыми измерениями?
A) Для увеличения срока службы батареиB) Для обеспечения точности показаний по буферным растворамC) Для уменьшения массы прибораD) Для подключения к интернету
9. Какая облачная платформа используется для анализа спутниковых данных о качестве воздуха?
A) Google Earth EngineB) InstagramC) TikTokD) WhatsApp
10. Какая методика используется для оценки точности результатов измерений?
A) Расчёт стандартной неопределённости и коэффициента вариацииB) Визуальный осмотр прибораC) Опрос сотрудниковD) Печать отчёта на цветном принтере
Часть Б. Задания с кратким ответом (5 вопросов, по 2 балла)
1. Назовите три современных тенденции развития исследовательской аппаратуры для экологического мониторинга.
Ответ: _____
2. Опишите принцип работы атомно-абсорбционного спектрометра (ААС) с электротермической атомизацией.
Ответ: _____
3. Перечислите три категории программного обеспечения, используемого в экологическом мониторинге, и приведите примеры.
Ответ: _____
4. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с газовым хроматографом (водород, высокое давление)?
Ответ: _____
5. Как оценить сходимость и воспроизводимость результатов измерений?
Ответ: _____
Часть В. Развёрнутое задание (1 вопрос, 10 баллов)
Задание. Вы — сотрудник экологической лаборатории. Вам необходимо организовать **мониторинг загрязнения почвы тяжёлыми металлами (Pb, Cd, Cu, Zn)** на территории бывшего промышленного полигона.
Опишите:

1. **Какое оборудование** вы выберете для полевых и лабораторных исследований? Обоснуйте выбор (не менее двух приборов).

2. **Какое программное обеспечение** будете использовать для обработки данных, статистического анализа и визуализации? Обоснуйте.
3. **Как интегрируете** аппаратные и программные средства в единую систему (схема: датчик → сбор данных → обработка → визуализация)?
4. **Какие нормы безопасности** необходимо соблюдать при работе на загрязнённой территории и с приборами?

Ответ: _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания контрольной работы

Описание методики оценивания: при оценке выполнения студентом контрольной работы максимальное внимание следует уделять следующим аспектам: насколько полно в теоретическом вопросе раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит аргументацию и пояснения.

Критерии оценки (в баллах):

- **9-10** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе полно раскрыто содержание материала; четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий; верно использованы научные термины; демонстрируются высокий уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владение навыками практической деятельности; кейс-задание решено на высоком уровне, содержит пояснения; тестовые задания решены свыше, чем на 80%; уровень знаний, умений, владений – высокий;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если В теоретическом вопросе раскрыто основное содержание материала; в основном правильно даны определения понятий и использованы научные термины; ответ самостоятельный; определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения в последовательности изложения; небольшие недостатки при использовании научных терминов; кейс-задание решено верно, но решение не доведено до завершающего этапа; тесты решены на 60-80%. Уровень знаний, умений, владений – средний;
- **5-6** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе усвоено основное, но непоследовательно; определения понятий недостаточно четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, практических занятий; уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности невысокий, наблюдаются пробелы и неточности; в решение кейс-задания верно выполнены некоторые этапы; тесты решены на 40-60%; уровень знаний, умений, владений – удовлетворительный;
- **менее 5** баллов выставляется студенту, если в теоретическом вопросе не изложено основное содержание учебного материала, изложение фрагментарное, не последовательное; определения понятий не четкие; не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, уровень умения оперировать научными категориями, анализировать информацию, владения навыками практической деятельности очень низкий; тесты решены менее, чем на 40 %; уровень знаний, умений, владений – недостаточный.

Кейс-задания

Описание кейс-заданий: кейс-задание представляет собой ситуационную задачу, требующую осмысления, анализа, а затем решения. Решение кейс-задания должно быть аргументированным, содержать пояснения.

Кейс-задание 1. Выбор исследовательской аппаратуры для мониторинга качества воды

Ситуация

Вы — сотрудник аккредитованной экологической лаборатории. Перед вами поставлена задача организовать **регулярный мониторинг качества воды** в малой реке, протекающей через промышленную зону города. В реку возможны сбросы:

- тяжёлых металлов (Pb, Cd, Hg, Cu, Zn);
- нефтепродуктов;
- биогенных элементов (нитраты, фосфаты);
- органических загрязнителей (фенолы, пестициды).

Бюджет лаборатории ограничен, но позволяет закупить **один многофункциональный прибор** и **один портативный анализатор** для полевых выездов. Руководство просит вас обосновать выбор оборудования с учётом современных тенденций развития исследовательской аппаратуры.

Задания

1. **Проанализируйте современные тенденции** развития аппаратуры для экологического мониторинга воды (миниатюризация, портативность, автоматизация, возможность многокомпонентного анализа в реальном времени, интеграция с GPS и облачными сервисами).
2. **Предложите конкретные типы приборов** (например, ИСП-МС, ААС с электротермической атомизацией, портативный газовый хроматограф, спектрофотометр, флуориметр, мультисенсорные анализаторы типа «электронный язык»), обоснуйте их выбор для определения перечисленных загрязнителей.
3. **Опишите принцип работы, устройство и технические характеристики** выбранного вами основного прибора (например, ИСП-МС): источник ионизации, масс-анализатор, детектор, пределы обнаружения, разрешающая способность.
4. **Обоснуйте выбор портативного анализатора** для полевых условий: какие параметры он должен измерять, какова его чувствительность, какие требования к условиям эксплуатации

Кейс-задание 2. Выбор программного обеспечения для обработки данных экологического мониторинга

Ситуация

Вы — научный сотрудник экологического центра. В течение года вы проводили **мониторинг атмосферного воздуха** с использованием цифровых датчиков (CO_2, NO_2, SO_2, PM2.5, PM10) на 10 стационарных постах. Накоплен массив данных объёмом **более 1 млн записей** (каждые 5 минут). Требуется:

1. Провести статистическую обработку (средние, медианы, стандартные отклонения, корреляционный анализ).
2. Выявить тренды и сезонные колебания.
3. Построить карты пространственного распределения загрязнителей.
4. Подготовить интерактивный дашборд для руководства.

Задания

1. **Классифицируйте программное обеспечение** по назначению: для статистического анализа, математического моделирования, визуализации, ГИС-анализа, работы с большими данными.
2. **Предложите конкретные программные продукты** (Python + pandas/matplotlib/seaborn; R + tidyverse; MATLAB; QGIS; ArcGIS; Tableau; Power BI; Google Earth Engine) и обоснуйте их выбор для каждой задачи.
3. **Опишите алгоритм обработки данных** в выбранной среде (например, Python): загрузка, очистка, агрегация, расчет статистик, построение графиков, экспорт результатов.
4. **Объясните, как обеспечить воспроизводимость** анализа (документирование кода, использование Jupyter Notebook, контроль версий Git).

Кейс-задание. Организация системы экологического мониторинга воздуха на промышленном объекте

Ситуация

Вы — инженер-эколог на крупном цементном заводе. Руководство приняло решение о создании **автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха** на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и в близлежащем жилом районе. Основные загрязнители от производства цемента:

- **пыль (PM2.5, PM10)** — главный фактор;
- **диоксид серы (SO_2)**;
- **оксиды азота (NO_x)**;
- **оксид углерода (CO)**.

Требуется разработать и обосновать схему мониторинга, включающую выбор оборудования, программного обеспечения и интеграцию всех компонентов в единую систему с выводом данных в режиме реального времени.

Задания

1. **Выберите и обоснуйте оборудование под задачу:**
    - Какие типы датчиков/анализаторов необходимы для измерения PM2.5, PM10, SO_2, NO_x, CO?
    - Предложите конкретные модели (например, газоанализаторы, оптические счётчики частиц, автоматические станции мониторинга воздуха).
    - Обоснуйте выбор с учётом: диапазона измерений, чувствительности, селективности, возможности непрерывной работы 24/7, защиты от внешних условий (температура, влажность, пыль).
    - Какие дополнительные метеодатчики (температура, влажность, скорость и направление ветра) необходимы и почему?
2. **Опишите работу с приборами и системами сбора данных:**
    - Как организовать отбор проб воздуха (точечный, непрерывный)?
    - Как настроить систему сбора данных (аналоговые выходы 4–20 мА, цифровые интерфейсы RS-485, Modbus, Ethernet)?
    - Как обеспечить синхронизацию данных со всех постов?
    - Как проводить калибровку и поверку газоанализаторов в полевых условиях?
3. **Выберите специализированное ПО:**
    - Для сбора данных с датчиков в реальном времени (SCADA-системы, например, MasterSCADA, Wonderware, Ignition; или открытые решения — Node-RED, Grafana).
    - Для статистической обработки и визуализации (Python, R, Excel, Power BI).
    - Для экологического прогнозирования и рассеивания примесей (например, УПРЗА «Эколог», AERMOD, CALPUFF).
    - Обоснуйте выбор каждого программного продукта.
4. **Интегрируйте аппаратные и программные средства:**
    - Предложите схему интеграции: датчики → контроллеры сбора данных → сервер → облачное хранилище → интерфейс оператора.
    - Какие протоколы передачи данных (MQTT, HTTP, OPC UA) целесообразно использовать?
    - Как обеспечить резервное копирование и защиту данных?
5. **Соблюдение норм безопасности:**
    - Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при работе с газоанализаторами и электрическим оборудованием?
    - Как организовать безопасное обслуживание постов мониторинга (работа на высоте, в условиях загазованности)?
    - Какие СИЗ необходимы персоналу?

Кейс-задание. Оценка загрязнения атмосферного воздуха с использованием облачной платформы и статистического анализа

Ситуация

Вы — научный сотрудник регионального центра экологического мониторинга. В вашем распоряжении данные **сети автоматических постов** (10 станций), измеряющих концентрации:

- PM2.5, PM10;
- SO_2, NO_2, CO, O_3.

Данные собираются **каждые 20 минут** в течение **одного года** (2025). Общий объём — **более 2.5 млн записей**. Задача — провести комплексный анализ, выявить источники загрязнения, оценить точность измерений и подготовить интерактивный дашборд для руководства региона.

Задания

1. Работа с аппаратурой:

- Опишите принцип работы автоматических газоанализаторов (SO_2 — УФ-флуоресценция, NO_2 — хемилюминесценция, CO — ИК-поглощение, O_3 — УФ-фотометрия, PM — оптическое рассеяние).
- Как проводится автоматическая калибровка и поверка газоанализаторов? Как часто?
- Какие меры безопасности необходимы при обслуживании постов (электричество, газовые баллоны, работа на высоте)?

2. Компьютерная обработка и анализ данных:

- Предложите алгоритм обработки в R или Python:
  - загрузка данных из CSV или базы данных;
  - очистка (удаление выбросов, замена пропусков);
  - агрегация по часам, суткам, месяцам;
  - расчёт среднесуточных, среднемесячных и среднегодовых концентраций;
  - выявление превышений ПДК (ПДКм.р. и ПДКс.с.).
- Проведите анализ временных рядов: постройте графики сезонных колебаний, выявите тренды (линейная регрессия, скользящее среднее).
- Проведите корреляционный анализ между загрязнителями и метеопараметрами (температура, ветер, влажность).
- Используйте метод главных компонент (PCA) для выявления групп взаимосвязанных загрязнителей.

3. Работа с цифровыми лабораториями:

- Как организовать автоматический сбор данных с 10 постов в единую базу?
- Как настроить оповещения при превышении ПДК (SMS, email, Telegram-бот)?
- Как интегрировать данные с ГИС для визуализации на карте?

4. Базы данных и облачные ресурсы:

- Предложите структуру базы данных (PostgreSQL + PostGIS) для хранения пространственно-временных данных.
- Как использовать облачную платформу **Google Earth Engine** для анализа спутниковых данных о качестве воздуха (например, Sentinel-5P TROPOMI для NO_2)?
- Как организовать облачное хранилище для больших данных (Amazon S3, Google Cloud Storage) и обеспечить безопасность?

5. Методики оценки точности результатов:

- Рассчитайте неопределённость измерений для каждого загрязнителя (по паспорту прибора и по результатам межлабораторных сличений).
- Оцените погрешность агрегации данных (при усреднении за час, сутки).
- Проверьте достоверность данных: сравните показания двух соседних постов в один и тот же момент времени (коэффициент корреляции, расхождение).
- Оцените точность прогноза загрязнения (если использовалась модель) — MAE, RMSE, MAPE.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения кейс-заданий

Описание методики оценивания: при оценке решения кейс-задания наибольшее внимание должно быть уделено тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны ли определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, использованы ли аргументированные доказательства, опыт деятельности, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли причинно-следственные связи, насколько высок уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах) (должны строго соответствовать рейтинг плану по макс. и мин. колич. баллов и только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

- **2** балла выставляется студенту, если задание грамотно проанализировано, установлены причинно-следственные связи, демонстрируются умения работать с источниками информации, владение навыками практической деятельности, найдено оптимальное решение кейс-задание;
- **1** балл выставляется студенту, если задание проанализировано поверхностно, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируются слабые умения работать с источниками информации, неуверенное владение навыками практической деятельности, найдено решение кейс-задания, но имеет значительные недочеты;
- **0** баллов выставляется студенту, если задание не проанализировано, не установлены причинно-следственные связи, демонстрируется отсутствие умения работать с источниками информации, не сформированы навыки практической деятельности, решение кейс-задания не найдено.

Информационный поиск

Аналитический обзор современных тенденций развития аппаратуры для экологического мониторинга

Формулировка:Проведите информационный поиск и подготовьте аналитический обзор (объём — 3–4 страницы) по теме: **«Современные тенденции развития исследовательской аппаратуры для экологического мониторинга (2020–2026 гг.)»**.

Что необходимо сделать:

1. Используя научные базы данных (eLibrary, CyberLeninka, Google Scholar, Scopus, Web of Science), найти **не менее 10 источников** (статьи, обзоры, патенты) за последние 5 лет.
2. Выделить и описать **не менее пяти ключевых тенденций**:
    - миниатюризация и портативность приборов;
    - автоматизация и роботизация пробоподготовки;
    - многоэлементный и многокомпонентный анализ;
    - интеграция с GPS/ГИС и облачными сервисами;
    - использование методов машинного обучения и Big Data;
    - развитие биосенсоров и lab-on-a-chip.
3. Для каждой тенденции привести **конкретные примеры приборов или технологий** (модели, производители, принцип работы).
4. Сделать вывод о том, какие тенденции наиболее актуальны для экологического мониторинга в России.

Форма отчёта: аналитический обзор с указанием списка литературы (оформление по ГОСТ Р 7.0.100–2018).

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения информационного поиска

Информационный поиск

Описание методики оценивания выполнения информационного поиска: оценка за выполнение информационного поиска ставится на основании качества собранного теоретического материала по предложенной теме, умений и навыков работы с информацией и информационными системами,

навыков разработки презентации, способности анализировать и систематизировать найденный теоретический материал.

Критерии оценки*:*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируется знание темы; демонстрируются умения и навыки работы с информацией и информационными системами, навыки разработки презентации, умение обобщить и структуировать собранный теоретический материал; владение навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируется знание темы; демонстрируются умения и навыки работы с информацией и информационными системами, навыки разработки презентации; демонстрируются некоторые недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются некоторые недостатки во владении навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знание темы; демонстрируются слабые умения и навыки работы с информацией и информационными системами, слабые навыки разработки презентации; демонстрируются заметные недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются серьезные недостатки во владении навыками анализа и систематизации найденного теоретического материала;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знание темы, умений и навыков работы с информацией и информационными системами; слабые навыки разработки презентации; демонстрируются значительные недостатки в умении обобщить и структуировать собранный теоретический материал; демонстрируются отсутствие навыков анализа и систематизации найденного теоретического материала.

Лабораторная работа

Лабораторная работа по дисциплине «Инструментальные методы в экологическом мониторинге»
Тема: Определение физико-химических показателей воды с использованием цифровой лаборатории и обработка данных в специализированном программном обеспечении
Цель работы
Сформировать практические навыки:

- выбора и применения оборудования и программного обеспечения под конкретную задачу экологического мониторинга;
- работы с цифровыми приборами и системами сбора данных;
- использования специализированного ПО для обработки, анализа и визуализации экспериментальных данных;
- интеграции аппаратных и программных средств в единый исследовательский комплекс;
- соблюдения норм безопасности при работе с современной аппаратурой и химическими реактивами.

Задачи работы

1. Освоить методику измерения pH, электропроводности (EC), температуры и мутности воды с помощью цифровой лаборатории.
2. Провести отбор и подготовку проб воды из разных источников.
3. Настроить систему сбора данных и экспортировать результаты в специализированное ПО.
4. Обработать данные: рассчитать статистические показатели, построить графики, оценить точность измерений.
5. Сравнить полученные значения с нормативами (ПДК) и сделать выводы о качестве воды.
6. Соблюдать правила техники безопасности на всех этапах работы.

Оборудование и материалы

Приборы и оборудование:

- Цифровая лаборатория (мультипараметрический зонд): pH-метр, кондуктометр, термодатчик, датчик мутности.

- Ноутбук / планшет с установленным ПО для сбора данных (например, Hanna Lab, YSI EcoWatch, LabQuest).
- GPS-приёмник или смартфон с GPS.
- Пробоотборники (пластиковые бутыли 0,5 л), мерные стаканы, фильтры.
- Дистиллированная вода для промывки.
- Буферные растворы для калибровки pH (4.01, 7.00, 10.01).
- Стандартный раствор KCl для калибровки EC (1413 мкСм/см).
- Перчатки нитриловые, защитные очки, халаты.

Программное обеспечение:

- ПО цифровой лаборатории (для записи и экспорта данных).
- Python (pandas, NumPy, Matplotlib, Seaborn) или R (tidyverse, ggplot2).
- QGIS (для пространственной привязки точек отбора — опционально).
- Microsoft Excel / Google Sheets (для промежуточных расчётов).

Реактивы:

- Дистиллированная вода.
- Буферные растворы (готовые).
- Стандартный раствор KCl.

Теоретическая часть (краткое введение)

Экологический мониторинг воды включает систематическое наблюдение за физико-химическими показателями, которые отражают качество водного объекта. Ключевые параметры:

Показатель	**Единица**	**Значение для оценки**
pH	ед. pH	Кислотность/щёлочность среды
Электропроводность (EC)	мкСм/см	Содержание растворённых солей
Температура	°C	Влияет на растворимость O_2, скорость реакций
Мутность	NTU	Наличие взвешенных частиц
Растворённый кислород (DO)	мг/л	Показатель самоочищения
Нитраты (NO_3^-)	мг/л	Биогенное загрязнение
Фосфаты (PO_4^{3-})	мг/л	Эвтрофикация

Цифровая лаборатория — это комплект датчиков, подключаемых к ПК/планшету, которые автоматически регистрируют данные и позволяют экспортировать их для дальнейшей обработки.

Ход работы

Этап 1. Подготовка оборудования и калибровка (30 мин)

1.1. Проверка комплектности и безопасности:

- Убедиться в целостности кабелей и корпусов датчиков.
- Проверить заземление приборов (при подключении к сети).
- Надеть халат, перчатки, защитные очки.

1.2. Калибровка pH-метра:

1. Промыть зонд дистиллированной водой.
2. Погрузить в буферный раствор pH 7.00, дождаться стабилизации (30–60 сек), нажать «Калибровка».
3. Повторить с буферами 4.01 и 10.01.
4. Проверить точность: погрузить в буфер 7.00 — показание должно быть 7.00 ± 0.05.

1.3. Калибровка EC-метра:

1. Промыть зонд.

2. Погрузить в стандартный раствор KCl (1413 мкСм/см).
3. Настроить коэффициент ячейки до совпадения показаний.

1.4. Подготовка ПО:

- Открыть программу сбора данных на ноутбуке.
- Создать новый проект «Мониторинг воды».
- Настроить интервал записи: 1 измерение в 10 секунд.
- Проверить подключение датчиков (Bluetooth / USB).

Этап 2. Отбор проб и полевые измерения (60 мин)

2.1. Выбор точек отбора:

- **Точка 1:** водопроводная вода (контроль).
- **Точка 2:** вода из открытого водоёма (река/пруд) — фон.
- **Точка 3:** вода вблизи возможного источника загрязнения (сток, ливневая канализация).
- **Точка 4:** дистиллированная вода (контроль чистоты прибора).

2.2. Отбор проб:

- Ополоснуть пробоотборник 2–3 раза исследуемой водой.
- Набрать 0,5 л воды, закрыть крышкой, подписать (дата, время, точка, координаты GPS).
- Измерить температуру воды на месте (погружной датчик).

2.3. Измерения:

1. Погрузить мультипараметрический зонд в пробу на глубину 5–10 см.
2. Дождаться стабилизации показаний (2–3 минуты).
3. Зафиксировать значения pH, EC, температуры, мутности.
4. Повторить измерения 3 раза для каждой пробы (параллельные определения).
5. Записать данные в полевой журнал:

Точка	**Время**	**pH**	**EC, мкСм/см**	**T, °C**	**Мутность, NTU**	**GPS**
1						
2						
3						
4						

2.4. Экспорт данных:

- Сохранить файл из ПО цифровой лаборатории в формате CSV.
- Скопировать данные на флеш-накопитель или в облачное хранилище (Google Drive, Яндекс.Диск).

Этап 3. Обработка данных в специализированном ПО (60 мин)

3.1. Загрузка данных в Python:

python

```
import pandas as pdimport numpy as npimport matplotlib.pyplot as pltimport seaborn as snsfrom scipy import stats# Загрузка данныхdf = pd.read_csv('water_measurements.csv')print(df.head())
```

3.2. Расчёт описательных статистик:

python

```
# Средние, медианы, стандартные отклонения по точкамstats = df.groupby('point').agg({'pH': ['mean', 'std'], 'EC': ['mean', 'std'], 'temp': ['mean', 'std'], 'turbidity': ['mean', 'std']})print(stats)
```

3.3. Оценка точности (сходимость):

python

```
# Коэффициент вариации (CV) для параллельных измеренийcv = df.groupby('point')['pH'].std() / df.groupby('point')['pH'].mean() * 100print(f'CV pH: {cv}')# Приемлемо: CV &lt; 5%
```

3.4. Визуализация:

python
```
# Столбчатая диаграмма pH по точкамplt.figure(figsize=(8, 5))sns.barplot(x='point', y='pH', data=df, ci='sd')plt.axhline(y=6.5, color='r', linestyle='--', label='Нижняя граница нормы')plt.axhline(y=8.5, color='r', linestyle='--', label='Верхняя граница нормы')plt.title('pH воды в разных точках отбора')plt.ylabel('pH')plt.legend()plt.savefig('ph_chart.png', dpi=300)plt.show()
```

3.5. Сравнение с ПДК:

python
```
# Нормативы для рыбохозяйственных водоёмовpdk = {'pH_min': 6.5, 'pH_max': 8.5, 'EC_max': 1000, 'turbidity_max': 10}for point in df['point'].unique(): subset = df[df['point'] == point] ph_mean = subset['pH'].mean() ec_mean = subset['EC'].mean() turb_mean = subset['turbidity'].mean() print(f'Точка {point}: pH={ph_mean:.2f}, EC={ec_mean:.1f}, Мутность={turb_mean:.1f}') if ph_mean &lt; pdk['pH_min'] or ph_mean &gt; pdk['pH_max']: print(' ⚠ Превышение по pH!') if ec_mean &gt; pdk['EC_max']: print(' ⚠ Превышение по EC!') if turb_mean &gt; pdk['turbidity_max']: print(' ⚠ Превышение по мутности!')
```

3.6. Пространственная привязка (опционально, QGIS):

- Импортировать CSV с координатами в QGIS.
- Создать точечный слой.
- Построить карту распределения pH (интерполяция IDW).
- Экспортировать карту в PNG.

Этап 4. Интеграция данных и оформление отчёта (30 мин)

4.1. Схема интеграции:

text
```
Датчики → ПО лаборатории → CSV → Python / QGIS → Графики / Карты → Отчёт
```

4.2. Формирование отчёта:

- **Титульный лист** (тема, ФИО, группа, дата).
- **Цель и задачи.**
- **Оборудование и ПО.**
- **Ход работы** (кратко).
- **Результаты:** таблицы, графики, статистика.
- **Обсуждение:** сравнение с ПДК, выявленные закономерности.
- **Выводы:** соответствие качества воды нормативам, рекомендации.
- **Приложение:** скриншоты ПО, карты, код Python.

Нормы безопасности

При работе с приборами:

- Использовать только исправные приборы с целыми кабелями.
- Заземлять оборудование при подключении к сети.
- Не работать с открытыми клеммами под напряжением.
- Соблюдать осторожность при работе с буферными растворами (избегать попадания в глаза).

При работе с водой и реактивами:

- Надевать перчатки и защитные очки.
- Не пробовать воду на вкус.
- Не пить и не принимать пищу в лаборатории.
- После работы вымыть руки с мылом.

При работе в полевых условиях:

- Не отбирать пробы в одиночку (работать в группе).
- Использовать страховку при отборе проб у воды.
- Избегать контакта с неизвестными веществами.
- Сообщить руководителю о любых инцидентах.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры воды можно измерить с помощью цифровой лаборатории? Какие ещё параметры важны для экологического мониторинга?
2. Почему необходимо калибровать pH-метр перед каждым выездом?
3. Как рассчитать коэффициент вариации и что он показывает?
4. Какие ПДК существуют для питьевой воды и воды рыбохозяйственных водоёмов?
5. Как интегрировать данные цифровой лаборатории с ГИС для пространственного анализа?
6. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с буферными растворами?

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторных работ

Лабораторные работы

Описание методики оценивания выполнения лабораторных работ: оценка за выполнение лабораторных работ ставится на основании знания теоретического материала по теме работы, умений и навыков применения знаний на практике, работы с оборудованием, анализировать результаты работы.

Критерии оценки (в баллах*):*

- **5** баллов выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются умения и навыки работы с компьютером и графическими редакторами, применения знания на практике, анализа результатов работы и формулирование выводов, владение навыками прикладной деятельности;
- **4** балла выставляется студенту, если демонстрируются знания темы, цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное знание фактического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются некоторые недостатки умения работать с с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостатки владения навыками прикладной деятельности и способности анализировать результаты работы, формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **3** балла выставляется студенту, если демонстрируются неполные знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется неполное, несистемное знание теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются заметные недостатки в умении работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, недостаточно владеет навыками прикладной деятельности, способностью анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи;
- **0-2** балла выставляется студенту, если демонстрируются полное или почти полное отсутствие знания цели и задач лабораторной работы, хода работы, демонстрируется полное или почти полное отсутствие знания теоретического материала по теме лабораторной работы (в процессе обсуждения, при ответе на контрольные вопросы); демонстрируются значительные недостатки умения работать с компьютером и графическими редакторами, применять знания на практике, владения навыками прикладной деятельности, способности анализировать результаты работы и формулировать выводы, прослеживать причинно-следственные связи.

Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций. Структура экзаменационного билета: в билете указывается кафедра в рамках нагрузки которой реализуется данная дисциплина, форма обучения, направление и профиль подготовки, дата утверждения; билет может включать в себя теоретический(ие) вопрос(ы) и практическое задание (кейс-задание).

Примерные вопросы к экзамену, 2 курс / 4 семестр

1. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор проб газов, жидкостей и твёрдых веществ. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.
2. Градуировка и её роль в процессе анализа.
3. Основы спектроскопии: волновая и корпускулярная природа света.
4. Аппаратура для оптической спектроскопии. Источники излучения, монохроматоры, приёмники излучения.
5. Методы атомной спектроскопии (теоретические основы). Атомные модели. Спектр атома водорода.
6. Атомно-абсорбционная спектроскопия: поглощение света свободными атомами. Общая схема атомно-абсорбционного спектрометра. Однолучевой и двухлучевой спектрометры.
7. Атомно-абсорбционная спектроскопия: источники излучения (лампы с полым катодом, высокочастотные безэлектродные лампы, лазеры).
8. Атомно-абсорбционная спектроскопия: способы атомизации (пламенная, электротермическая, гидридная, холодный пар). Детекторы. Достоинства и недостатки метода.
9. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые), пламена, плазменные источники. Физические и химические процессы в атомизаторах. Качественный и количественный анализ.
10. УФ-видимая спектроскопия: возбуждение валентных электронов молекулы. s-, p- n-молекулярные орбитали. $\sigma \rightarrow \sigma^*$ и $n \rightarrow \sigma^*$ электронные переходы.
11. УФ-видимая спектроскопия: $p \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Влияние различных факторов (полярности растворителя, электронных эффектов) на смещение пика в спектре или изменение его интенсивности.
12. УФ-видимая спектроскопия: $n \rightarrow \pi^*$ электронные переходы. Влияние различных факторов (полярности растворителя, электронных эффектов) на смещение пика в спектре или изменение его интенсивности. Хромофоры.
13. УФ-видимая спектроскопия: аппаратура (общая блок-схема, источники излучения, монохроматоры, детекторы).
14. УФ-видимая спектроскопия: (количественный анализ). Методы УФ- спектроскопии в идентификации сопряженных органических соединений. Единицы измерения и способы изображения спектров.
15. Масс-спектрометрия. Принцип метода. Решаемые методом задачи. Блок-схема масс-спектрометра. Ввод пробы.
16. Масс-спектрометрия. Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация).
17. Масс-спектрометрия. Типы масс-анализаторов (секторный магнитный, времяпролетный, квадрупольный, ионная ловушка). Детекторы (микроканальные пластины, диноды, фотоумножители).
18. Хроматография. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.
19. Хроматография. Адсорбенты в хроматографии.
20. Хроматография. Элюенты в хроматографии. Подбор адсорбента и элюента.
21. Тонкослойная хроматография. Работа с хроматограммами. Идентификация соединений. Хроматографическая подвижность.
22. Колоночная хроматография. Сухой и мокрый способ заполнения колонок. Понятие теоретических тарелок.
23. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы (катарометр, детектор электронного захвата,

пламенно-ионизационный детектор), их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

24. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.
25. Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии.
26. Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.
27. Гель-хроматография. Механизм, сорбенты, области применения.
28. Прямая потенциометрия. Определение pH с помощью стеклянного электрода

Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РФ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ» БИРСКИЙ ФИЛИАЛ УУНиТ Кафедра биологии, экологии и химии	
Дисциплина: Инструментальные методы в экологическом мониторинге очно-заочная форма обучения 2 курс 4 семестр	Курсовые экзамены 20__-20__ г. Направление 06.04.01 Биология Профиль: Экологическая безопасность окружающей среды
Экзаменационный билет № 1 1. Градуировка и её роль в процессе анализа. 2. Масс-спектрометрия. Типы ионизации (ионизация электронным ударом, химическая ионизация, ионизация в электроспрее, лазерная десорбция, фотоионизация).	
Дата утверждения: __.__._____	Заведующий кафедрой _____

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания ответа на экзамене

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.

При оценке ответа на экзамене максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.

Критерии оценки (в баллах):

- 25-30 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении

практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:

4 семестр - экзамен.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная учебная литература

1. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс] / Вартанов А. З. — М. : Горная книга, 2009 .— 647 с. — Режим

досткпа: по подписке .— ISBN 978-5-98672-188-0 .— <URL:http://www.biblioclub.ru/book/69812/>.
2. Методы контроля окружающей среды в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Шабанова .— 2-е изд., доп. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2009 .— 209 с. — Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему "Университетская библиотека online" .— ISBN 978-5-9585-0312-4 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143520>.
3. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза : учеб. пособ. для студ. вузов по спец. "География. Охрана природы", 05.03.06 "Экология и природопользование" и 20.03.02 "Природообустройство и водопользование" / М. Г. Ясовеев [и др.] ; под ред. М. Г. Ясовеева . — Минск ; Москва : Новое знание : ИНФРА-М, 2018 .— 304 с. — (Высшее образование: Бакалавриат) .— Электронно-библиотечная система znanium. com .— Библиогр.: с. 302 .— ISBN 978-985-475-575-5(Новое знание) : 777 р. 45 к. — ISBN 978-5-16-006845-9(ИНФРА-М, print) .— ISBN 978-5-16-102030-2(ИНФРА-М, online).

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Другов, Ю. С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик : практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 .— 896 с. - URL: http://e.lanbook.com/.

5.3. Другие учебно-методические материалы

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
2. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
3. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс" - Договор №125818-С от 28.04.2026

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 11(БФ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, ибп, коммутатор, компьютер.
Аудитория 110(ФМ)	Семинарская, Для курсового проектирования, Для лабораторных занятий, Для практических занятий	Анализатор, баллон40л. азотный №2, весы, водяная бана, газоанализатор, гамма-дозиметр, генератор, гигрометр, декримпер, дистиллятор, дозиметр, доска, измеритель, индикатор, испаритель, комплект атомно-абсорбционного спектра квант-z-.эта-1, компьютер, мебель, медицинская аптечка, мешалка , микроволновая печ, монитор, нейтрализатор, плитка электрическая , поляриметр, принтер, пробоотборник, радиометр, рн-метр в комплекте комбинированные электроды, спектрофотометр, средства пожаротушения, телевизор, устройство для фильтрации и дегазации растворов, хроматограф, шейкер, шкаф вытяжной, шумомер. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux
Аудитория 30(БФ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, принтер. Программное обеспечение 1. Операционная система

		Astra Linux
Читальный зал(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, ксерокс, мебель, принтер, учебно-методические материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Справочная Правовая Система "КонсультантПлюс"