

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Сибирская школа геонаук (119)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №29 от 10 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ / ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY»**

Направление: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Информационные технологии в науках о Земле и окружающей среде / Information  
Technologies in Earth and Environmental Sciences

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Ланько Анна Викторовна  
Дата подписания: 13.12.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Ланько Анна  
Викторовна  
Дата подписания: 13.12.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Паршин  
Александр Вадимович  
Дата подписания: 13.01.2026

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Геохимия окружающей среды / Environmental Geochemistry» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способен использовать знания о геологических, гидрогеологических процессах, химическом составе и качестве компонентов окружающей среды, а так-же методы их исследования и оценки при проведении комплексных исследований состояния природных ресурсов, оценке экологических рисков и разработке рекомендаций по охране окружающей среды	ПКС-1.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.4	Способен эффективно решать задачи, связанные с охраной природы, управлением природными ресурсами и обеспечением устойчивого развития	<b>Знать</b> Основные геохимические процессы в окружающей среде, химический состав и качество компонентов природных ресурсов (вода, почвы, воздух), методы их анализа и оценки экологических рисков с использованием информационных технологий. <b>Уметь</b> Проводить комплексные геохимические исследования состояния природных ресурсов, оценивать экологические риски и разрабатывать рекомендации по охране окружающей среды и устойчивому развитию с применением ИТ-инструментов. <b>Владеть</b> Навыками анализа геохимических данных в ГИС и специализированном ПО для управления природными ресурсами, прогнозирования рисков и обеспечения устойчивого развития.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Геохимия окружающей среды / Environmental Geochemistry» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информатика / Computer Science», «Аналитическая химия / Analytical Chemistry»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Геоэкология и охрана окружающей среды / Geocology and Environmental Protection», «Геология рудных месторождений / Geology of Ore Deposits»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	72	72
лекции	36	36
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	36	36
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	72	72
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1. Основы геохимии окружающей среды	1	2					2	10	Устный опрос
2	2. Геохимия гидросферы	2	2			6	3			Устный опрос
3	3. Геохимия литосферы (почвы и породы)	3	2			1	4			Устный опрос
4	4. Геохимия атмосферы	4	2							Устный опрос
5	5. Методы геохимического анализа окружающей среды	5	2			2	4	1, 3	20	Устный опрос
6	6. Геохимические индикаторы загрязнения	6	2			3	3			Устный опрос
7	7. Геохимическое картирование в	7	4			4	4			Устный опрос

	ГИС									
8	8.Оценка экологических рисков	8	4			5	4			Устный опрос
9	9. Геохимия техногенных ландшафтов	9	2							Устный опрос
10	10. Управление природными ресурсами	10	2			8	4	2	8	Устный опрос
11	11. Геохимические аспекты устойчивого развития	11	2			7	3	2	4	Устный опрос
12	12. Геохимия рудоносных провинций (подготовка к геологии руд)	12	6			9	4	4	10	Устный опрос
13	13. Мониторинг и прогнозирование геохимических изменений	13	2			10	3	4	10	Устный опрос
14	14. Нормативно-правовая база геохимического контроля	14	2					4	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		36				36		72	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	1. Основы геохимии окружающей среды	Геохимические циклы элементов, биогеохимические барьеры, фон и аномальные концентрации веществ в природных средах.
2	2. Геохимия гидросферы	Химический состав поверхностных и подземных вод, гидрогеохимические зоны, факторы формирования качества воды.
3	3. Геохимия литосферы (почвы и породы)	Миграция элементов в почвах, геохимические спектры ландшафтов, загрязнители и их источники.
4	4. Геохимия атмосферы	Газовые и аэрозольные загрязнители, трансграничный перенос, кислотные дожди и их геохимические эффекты.
5	5. Методы геохимического анализа окружающей среды	Полевые и лабораторные методы отбора проб, спектрометрия, хроматография, экспресс-анализаторы.
6	6. Геохимические индикаторы загрязнения	Тяжелые металлы, органические загрязнители (ПХБ, ПАУ), биоиндикаторы, коэффициенты накопления.
7	7. Геохимическое	Создание геохимических карт, интерполяция

	картирование в ГИС	данных (IDW, кригинг), пространственный анализ рисков.
8	8. Оценка экологических рисков	Модели рисков для человека и экосистем, расчеты индексов загрязнения (ИЗА, НЗП), пороговые значения.
9	9. Геохимия техногенных ландшафтов	Отходы горнодобывающей промышленности, хвостохранилища, кислотный дренаж, рекультивация.
10	10. Управление природными ресурсами	Геохимическая обоснованность нормирования сбросов, мониторинг водоохранных зон, рациональное использование.
11	11. Геохимические аспекты устойчивого развития	Циркулярная экономика, нулевые выбросы, геохимическая оптимизация территорий, зеленые технологии.
12	12. Геохимия рудоносных провинций (подготовка к геологии руд)	Геохимические аномалии рудообразования, галогеновые и газовые методы, связь с геоэкологией.
13	13. Мониторинг и прогнозирование геохимических изменений	Временные ряды данных, математическое моделирование миграции загрязнителей, сценарии развития.
14	14. Нормативно-правовая база геохимического контроля	ПДК, ПДС, СанПиН, международные стандарты (WHO, EPA), отчетность по охране ОС.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Практическая работа №2. Оценка геохимического состояния почв	4
2	Практическая работа №3. Отбор и подготовка проб окружающей среды	4
3	Практическая работа №4. Расчет геохимических коэффициентов загрязнения	3
4	Практическая работа №5. Построение геохимических карт в QGIS	4
5	Практическая работа №6. Оценка экологических рисков по геохимическим данным	4
6	Практическая работа №1. Анализ химического состава проб воды	3
7	Практическая работа №8. Разработка рекомендаций по геохимической рекультивации	3

8	Практическая работа №7. Моделирование геохимического загрязнения водотока	4
9	Практическая работа №9. Анализ геохимических аномалий рудных месторождений	4
10	Практическая работа №10. Прогнозирование миграции загрязнителей в ГИС	3

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к зачёту	22
3	Подготовка к практическим занятиям	10
4	Проработка разделов теоретического материала	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: работа в малых группах

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практическая работа №1. Анализ химического состава проб воды

Цель: Освоить методы анализа химического состава природных вод и выявления отклонений от нормативов.

Теоретическая справка

Химический состав воды определяется ионами ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), pH, минерализацией (TDS), жесткостью. Нормативы: ПДК для питьевой воды (СанПиН 1.2.3685-21), рыбохозяйственные ПДС.

Ход выполнения работы

1. Получить пробы поверхностных/подземных вод с известными параметрами.
2. Измерить pH, проводимость, температуру (pH-метр, кондуктометр).
3. Выполнить титриметрический анализ (жесткость, щелочность).
4. Сравнить результаты с ПДК и рассчитать индекс загрязнения.

Предполагаемый результат

Протокол анализа с таблицей результатов, графиком гидрохимического состава и выводами по качеству воды.

Контрольные вопросы

1. Что определяет жесткость природных вод?
2. Как рассчитывается общая минерализация по электропроводности?
3. Какие ПДК превышены в вашей пробе?

Рекомендуемая литература

1. Алекин О.А. Гидрохимия. Л.: Гидрометеиздат, 1970.
2. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы.

Практическая работа №2. Оценка геохимического состояния почв

Цель: Научиться оценивать геохимическое состояние почв по содержанию подвижных форм тяжелых металлов.

Теоретическая справка

Геохимия почв изучает подвижные формы элементов (экстракты HCl, ацетат-аммоний), коэффициент концентрации ( $K_{ц} = C_{пр}/C_{фон}$ ), индекс загрязнения почвы (ИЗА).

Ход выполнения работы

1. Получить почвенные пробы из разных ландшафтов.
2. Извлечь подвижные формы Pb, Zn, Cu (экстракция 1N HCl).
3. Определить концентрации атомно-абсорбционным методом или фотометрией.
4. Рассчитать  $K_{ц}$ , ИЗА, составить геохимическую характеристику.

Предполагаемый результат

Карта геохимического состояния почв с расчетом индексов загрязнения.

Контрольные вопросы

1. Что показывает коэффициент концентрации  $K_{ц}$ ?
2. Какой экстрагент используется для подвижных форм ТМ?
3. Что означает ИЗА > 16?

Рекомендуемая литература

1. Перelman А.И. Геохимия ландшафтов. М.: Наука, 1986.
2. ГН 2.1.7.2041-06. Приближенные ориентировочные допустимые концентрации.

---

Практическая работа №3. Отбор и подготовка проб окружающей среды

Цель:

Освоить методику отбора и подготовки проб воды, почвы, осадков для геохимического анализа.

Теоретическая справка

Отбор проб проводится по ГОСТ 31862-2012 (вода), ГОСТ 17.4.3.01 (почвы). Сохранение: охлаждение (+4°C), фиксация HNO<sub>3</sub> (ТМ), подготовка: сушка, просеивание (0,25 мм), гомогенизация.

Ход выполнения работы

1. Изучить методики отбора проб различных сред.
2. Выполнить модельный отбор (вода, почва, осадки).
3. Подготовить пробы к анализу (консервация, сушка, измельчение).
4. Оформить полевой журнал отбора проб.

Предполагаемый результат

Журнал отбора проб с описанием методик и подготовленных образцов.

Контрольные вопросы

1. Как консервировать пробы для анализа тяжелых металлов?
2. Какой размер частиц оптимален для почвенного анализа?
3. Зачем охлаждать водные пробы?

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 31862-2012. Вода. Методы отбора проб.
2. Методические указания по отбору проб окружающей среды. М.: Росгидромет, 2010.

---

Практическая работа №4. Расчет геохимических коэффициентов загрязнения

Цель:

Научиться рассчитывать индексы геохимического загрязнения природных сред.

Теоретическая справка

Индекс загрязнения почвы (ИЗА) =  $\sum(K_{цi} \times K_i)$ , где  $K_{цi}$  – коэффициент концентрации,  $K_i$  – класс опасности. Индекс геохимического поля (ИГП) =  $C_{max}/C_{min}$ . Индекс техногенного загрязнения (ИТЗ).

Ход выполнения работы

1. Получить набор геохимических данных по объекту.
2. Рассчитать Кц, ИЗА, ИГП для 5–7 элементов.
3. Классифицировать состояние среды по индексам.
4. Построить диаграмму загрязнения.

Предполагаемый результат

Таблица индексов загрязнения с диаграммой и классификацией состояния среды.

Контрольные вопросы

1. Формула расчета ИЗА?
2. К какому классу относится ИЗА = 32?
3. Что показывает индекс геохимического поля?

Рекомендуемая литература

1. Соколов Г.А., Рудакова И.В. Методика оценки загрязнения почв. М.: НИИ-Природа, 1993.
2. Сачунова А.А. и др. Геохимические методы оценки загрязнения. СПб.: ВИМ, 2008.

---

Практическая работа №5. Построение геохимических карт в QGIS

Цель: Освоить создание геохимических карт загрязнения в ГИС.

Теоретическая справка

Геохимическое картирование: интерполяция (IDW, кригинг), классификация (кванты, равные интервалы), наложение на рельеф/ландшафты. Форматы данных: .shp, .xyz, .tif.

Ход выполнения работы

1. Импортировать геохимические данные в QGIS (.csv → точки).
2. Выполнить интерполяцию (IDW, TIN) содержания Pb/Zn.
3. Создать тематические карты с легендами.
4. Наложить на топосхему и выделить зоны риска.

Предполагаемый результат

ГИС-проект с 2–3 геохимическими картами и отчетом.

Контрольные вопросы

1. В чем разница IDW и кригинга?
2. Какой формат данных оптимален для ГИС?
3. Как выделить зоны повышенного риска?

Рекомендуемая литература

1. Менонен А. QGIS для гидрогеологов. 2020.
2. Братищев И.В. ГИС в геологии. М.: МГУ, 2018.

---

Практическая работа №6. Оценка экологических рисков по геохимическим данным

Цель: Научиться оценивать риски для здоровья человека и экосистем по геохимическим данным.

Теоретическая справка

Риск = Hazard × Exposure. Харкнесс (HQ) = CDI/PbD, риск канцерогенеза (R) = CDI × SF.  
CDI – средняя суточная доза, PbD – референтная доза, SF – фактор склонности.

Ход выполнения работы

1. Получить данные по загрязнителям (Pb, As, Cd).
2. Рассчитать CDI, HQ, R для различных сценариев экспозиции.
3. Классифицировать риски (приемлемые/критические).
4. Разработать рекомендации по снижению рисков.

Предполагаемый результат

Таблица рисков с рекомендациями по управлению.

Контрольные вопросы

1. Формула риска канцерогенеза?



2. Что означает  $HQ > 1$ ?
3. Какие пути экспозиции наиболее опасны?

Рекомендуемая литература

1. USEPA. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). 2009.
2. Методические рекомендации по оценке рисков. М.: Роспотребнадзор, 2017.

---

Практическая работа №7. Моделирование геохимического загрязнения водотока

Цель:

Освоить моделирование миграции загрязнителей в водных системах.

Теоретическая справка

Модель адвекции-диффузии:  $\partial C / \partial t = D \partial^2 C / \partial x^2 - v \partial C / \partial x - kC$ . Параметры: коэффициент диффузии  $D$ , скорость потока  $v$ , константа разложения  $k$ .

Ход выполнения работы

1. Построить модель водотока в Excel/Python.
2. Задать сценарий сброса загрязнителя.
3. Рассчитать динамику концентраций во времени.
4. Построить карты распространения загрязнения.

Предполагаемый результат

Графики миграции загрязнителя и карта распределения.

Контрольные вопросы

1. Что определяет скорость миграции загрязнителя?
2. Роль коэффициента диффузии  $D$ ?
3. Как влияет сорбция на транспорт?

Рекомендуемая литература

1. Фролов К.Т. Гидрогеохимия. М.: МГУ, 1994.
2. Anderson M.P. Introduction to Groundwater Modeling. 1992.

---

Практическая работа №8. Разработка рекомендаций по геохимической рекультивации

Цель:

Разработать рекомендации по рекультивации техногенных объектов.

Теоретическая справка

Рекультивация: фиторемедиация (гипер аккумуляторы), химическая нейтрализация (известь), барьерные технологии. Критерии: снижение ИЗА  $< 16$ , восстановление биоразнообразия.

Ход выполнения работы

1. Проанализировать геохимию хвостохранилища/свалки.
2. Подобрать методы рекультивации по типу загрязнителей.
3. Рассчитать объемы реагентов/растений.
4. Оформить проект рекультивации.

Предполагаемый результат

Проект рекультивации с технико-экономическим обоснованием.

Контрольные вопросы

1. Какие растения аккумулируют Pb, Zn?
2. Как известь нейтрализует кислотный дренаж?
3. Критерии завершения рекультивации?

Рекомендуемая литература

1. Видал М. Фиторемедиация. М.: Наука, 2008.
2. Методические указания по рекультивации нарушенных земель. М.: Минприроды, 2015.

---

Практическая работа №9. Анализ геохимических аномалий рудных месторождений

Цель: Выявить геохимические аномалии, связанные с рудообразованием.

Теоретическая справка

Геохимические аномалии: контраст  $>10$ , форма (линейная, круговая), динамика. Методы: дисперсионный анализ, факторный анализ, кластеризация.

Ход выполнения работы

1. Проанализировать геохимические спектры рудоносной провинции.
2. Выделить аномалии Au, Cu, Mo методом контраста.
3. Построить геохимическую модель рудного поля.
4. Связать аномалии с геологическими структурами.

Предполагаемый результат

Карта геохимических аномалий с прогнозом рудоносности.

Контрольные вопросы

1. Что такое геохимическая аномалия?
2. Методы выделения аномалий?
3. Связь галогеновых газов с рудоносностью?

Рекомендуемая литература

1. Сафонов А.Г. Геохимические методы поисков руд. М.: Недра, 1981.
2. Левинсон А.А. Прикладная геохимия рудообразования. М.: Мир, 1985.

---

Практическая работа №10. Прогнозирование миграции загрязнителей в ГИС

Цель:

Провести пространственно-временное моделирование миграции загрязнителей.

Теоретическая справка

Модели в ГИС: временные ряды (Raster Calculator), 3D-анимация (Time Manager), сценарии развития (What-if анализ). Форматы: NetCDF, GeoTIFF с временной меткой.

Ход выполнения работы

1. Загрузить временной ряд геохимических данных в QGIS.
2. Построить анимацию миграции загрязнителя.
3. Разработать сценарии (базовый, пессимистичный).
4. Оценить риски для водоохранной зоны.

Предполагаемый результат

ГИС-проект с анимацией миграции и сценариями развития.

Контрольные вопросы

1. Как создать временной ряд в QGIS?
2. Что такое What-if анализ?
3. Критерии критических сценариев?

Рекомендуемая литература

1. QGIS Documentation. Temporal Controller. 2023.
2. Longley P.A. Geographic Information Systems and Science. Wiley, 2015.

### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендации по самостоятельной работе:

1. Рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным работам

- Изучите теоретический материал по теме лабораторной работы.

Ознакомьтесь с учебниками, лекциями и дополнительными источниками, чтобы понимать цели и задачи работы, основные понятия и методы, используемые в лабораторном задании<sup>1</sup>.

- Внимательно ознакомьтесь с методическими указаниями и требованиями к лабораторной работе. Обратите внимание на последовательность выполнения этапов, используемое программное обеспечение, форматы исходных и выходных данных,

требования к визуализации и анализу результатов.

- Подготовьте исходные данные. Проверьте наличие всех необходимых файлов, убедитесь в их корректности (форматы, структура, отсутствие ошибок и пропусков данных).
- Освойте необходимые функции и инструменты программного обеспечения. Повторите работу с теми модулями и инструментами, которые будут использоваться в лабораторной работе.
- Планируйте время. Разделите выполнение работы на этапы: подготовка данных, выполнение анализа, оформление визуализации, написание отчета.

## 2. Рекомендации по оформлению отчетов по лабораторным работам

- Структурируйте отчет по стандартной схеме:
- Титульный лист (название работы, ФИО, группа, дата)
- Цель работы
- Краткое описание исходных данных
- Описание используемых методов и программного обеспечения
- Последовательное изложение этапов работы с иллюстрациями (скриншотами, графиками, картами)
- Анализ полученных результатов (выявленные особенности, сравнение с теорией, интерпретация)
- Выводы и рекомендации
- Список использованных источников
- Используйте качественные иллюстрации. Все графические материалы должны быть четкими, снабжены подписями, масштабами, легендами и пояснениями.
- Формулируйте выводы по существу. Кратко и ясно отражайте основные результаты работы, выявленные закономерности, достоинства и ограничения применяемых методов.
- Оформляйте отчет в соответствии с требованиями ДОТ. Соблюдайте стандарты оформления текста, таблиц, рисунков и ссылок на источники.

## 3. Рекомендации по самостоятельной проработке отдельных разделов тем

- Изучайте рекомендованную литературу и дополнительные источники. Используйте учебники, статьи, электронные ресурсы, профессиональные базы данных и справочные материалы, указанные в рабочей программе дисциплины<sup>1</sup>.
- Выполняйте конспектирование ключевых понятий и алгоритмов. Составляйте краткие записи по основным определениям, алгоритмам, этапам работы с ПО, особенностям визуализации и анализа данных.
- Практикуйтесь в самостоятельном выполнении типовых заданий. Решайте задачи, связанные с обработкой и визуализацией геолого-геофизических данных, используя различные программные средства.
- Формулируйте вопросы и уточнения для обсуждения на занятиях. Записывайте непонятные моменты, чтобы получить разъяснения у преподавателя или в ходе дискуссии.
- Анализируйте примеры из практики. Изучайте реальные кейсы решения задач геофизики, сравнивайте разные подходы и делайте выводы о целесообразности их применения.

## 4. Общие рекомендации

- Развивайте навыки поиска и критического анализа информации. Пользуйтесь современными информационными ресурсами, анализируйте достоверность и актуальность найденных данных.
- Акцентируйте внимание на интеграции знаний и умений. Старайтесь связывать теоретические знания с практическими задачами, анализируйте, как выбранные методы и технологии влияют на качество и достоверность графического представления информации.

- Соблюдайте академическую честность. Все результаты, представленные в отчетах, должны быть получены самостоятельно, с обязательным указанием источников заимствованных данных и иллюстраций.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 4 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Опрос может проводиться:

Фронтально — в форме беседы с группой, когда вопросы задаются всей группе, а ответы даются по очереди или по желанию.

Индивидуально — каждый студент отвечает на один или несколько вопросов, давая развернутый, связный ответ, часто с примерами и пояснениями.

Комбинированно — сочетаются оба подхода, а также используются дополнительные методы (например, письменные карточки, рецензирование ответов товарищей)

##### **Критерии оценивания.**

полнота и правильность ответа;

понимание и осознанность материала;

логичность и последовательность изложения;

корректность терминологии;

способность отвечать на уточняющие вопросы

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКС-1.4	полнота и правильность ответа; понимание и осознанность материала; логичность и последовательность изложения; корректность терминологии; способность отвечать на уточняющие вопросы	устный опрос

#### **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

#### **6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине**

##### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Зачет сдается в период экзаменационной сессии, предусмотренной учебным планом и календарным учебным графиком.

Студенты допускаются к сдаче зачета по дисциплине при выполнении всех запланированных форм текущего контроля согласно рабочей программе дисциплины. Зачет проводится в устной форме.

Примерные вопросы к зачету:

1. Что включают геохимические циклы элементов?
2. Что определяет фоновую концентрацию веществ?
3. Что формируют гидрогеохимические зоны?
4. Как рассчитывается общая жесткость воды?
5. От чего зависит минерализация поверхностных вод?
6. Что изучает геохимия почв?
7. Что равен коэффициент концентрации Кц?
8. Что суммирует индекс загрязнения почвы ИЗА?
9. Что вызывают кислотные дожди?
10. Как происходит трансграничный перенос аэрозолей?
11. По какому ГОСТ проводится полевой отбор проб воды?
12. Как консервируются пробы для тяжелых металлов?
13. Что определяет спектрометрия микроэлементов?
14. Что разделяет хроматография органических загрязнителей?
15. Где накапливаются тяжелые металлы в почвах?
16. Что фиксируют биоиндикаторы загрязнителей?
17. Как рассчитывается коэффициент накопления растений?
18. Что использует интерполяция IDW?
19. Что учитывает кригинг данных?
20. Показатель неоднородности распределения химического элемента в пространстве
21. Как рассчитывается экологический риск?
22. Индекс неканцерогенного риска в оценке экологических рисков
23. Что представляет средняя суточная доза веществ (CDI)?
24. Какой рН имеет кислотный дренаж хвостохранилищ?
25. Что использует фиторемедиация гипераккумуляторами?
26. На чем основано нормирование сбросов?
27. Для чего устанавливаются водоохранные зоны?
28. Что минимизирует циркулярная экономика?
29. Какой контраст имеют геохимические аномалии рудообразования?
30. Что выявляют галогеновые методы?
31. Как анализируются временные ряды данных?
32. Что описывают модели адвекции-диффузии?
33. Что регулируют ПДК питьевой воды?
34. Чем строже ПДС рыбохозяйственных водоемов?
35. Что задерживают биогеохимические барьеры?
36. Что отражают ландшафтные геохимические спектры?
37. Что определяют экспресс-анализаторы?
38. Где накапливаются ПХБ?
39. По чему классифицируются ПАУ?
40. Как создаются тематические карты?
41. Что моделируют сценарии What-if?

42. Что выделяет факторный анализ?
43. Что группирует кластеризация проб?
44. Как достигаются нулевые выбросы?
45. Что минимизируют зеленые технологии?
46. При каком ИЗА завершается рекультивация?
47. Что предотвращают барьерные технологии?
48. Что выявляет дисперсионный анализ?
49. Что хранит NetCDF формат?
50. Что поддерживает GeoTIFF?

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу его излагающему, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач;	выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может ответить на дополнительные вопросы

### 7 Основная учебная литература

1. Чендев Ю. Г. Геология и гидрогеология: геохимия окружающей среды [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Ю. Г. Чендев, 2024. - 146.

### 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Геохимия окружающей среды Прибайкалья. Байкальский геоэкологический полигон / В. И. Гребенщикова [и др.]; науч. ред. М. И. Кузьмин, 2008. - 232.
2. Геохимия окружающей среды / Б.А. Ревич, А.П. Янин, Ю.Е. Сает, 1990. - 335.
3. Беус А. А. Геохимия окружающей среды / А. А. Беус, Л. И. Грабовская, Н. В. Тихонова, 1976. - 247.

### 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

### 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.