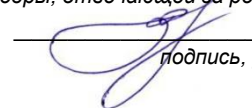


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины


подпись, расшифровка подписи
Зинюков Ю.М.
31.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.18 Гидрогеохимия

1. Код и наименование направления подготовки: 05.03.01 «Геология»
2. Профиль подготовки: поиски, разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
6. Составители программы: Бабкина Ольга Алексеевна, старший преподаватель
7. Рекомендована: научно-методическим советом геологического факультета, протокол № 9 от 29.05.2023
8. Учебный год: 2025 - 2026 Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является получение бакалаврами теоретических знаний по общим и специальным разделам гидрогеохимии, методологии науки и методах гидрогеохимических исследований.

Задачи учебной дисциплины:

- проследить историю становления и развития гидрогеохимических идей;
- изучить гидрогеохимию отдельных элементов и их изотопов;
- ознакомиться с основными гидрогеохимическими классификациями;
- исследовать гидрогеохимию отдельных геосистем: литосферы, верхней мантии, гидросферы, атмосферы;
- научиться обрабатывать гидрогеохимическую информацию.

10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Блок Б1, дисциплина вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений. Требование к входным знаниям, умениям и навыкам по дисциплинам – Математика, Химия, Водные ресурсы, Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков в гидрогеологии и инженерной геологии, Геохимия, Гидрогеология, Учебная практика по методам гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, Минеральные и термальные воды, Специальная гидрогеология, Методы гидрогеологических исследований и картографирование. Дисциплина является предшествующей для дисциплин Аналитические исследования воды, Гидрогеохимия техногенеза, Мониторинг подземных вод, Региональная гидрогеология.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен применять теоретико-методологические основы фундаментальных гидрогеологических и инженерно-геологических дисциплин	ПК-1.1	Анализирует, систематизирует и интерпретирует гидрогеологическую информацию	<p>Знать: теоретические основы гидрогеохимии, методологию этой науки и методы гидрогеохимических исследований.</p> <p>Уметь: использовать базовые знания геологических наук в области гидрогеологии и гидрогеохимии, использовать нормативные и правовые документы в своей деятельности.</p> <p>Владеть: методами обработки и анализа гидрогеохимической информации, полученной при поисках и разведки подземных вод, геоэкологических исследований, основами проектирования гидрогеохимических исследований с применением современных технических и инструментально-аналитических средств.</p>
ПК-2	Способность оценивать гидрогеологические и инженерно-геологические условия для различных видов хозяйственной деятельности	ПК-2.1	Владеет методами полевых и камеральных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, методами лабораторных испытаний грунтов и	<p>Знать: основные генетические типы природных вод, их компонентный состав и условия их формирования и распространения</p> <p>Уметь: анализировать химический состав подземных вод и оценивать их с целью использования в различных направлениях хозяйственной деятельности</p> <p>Владеть: способностью применять современные методы обработки результатов полевых</p>

			химических анализов подземных вод	исследований и лабораторных химических анализов, с целью построения гидрогеохимических карт, профилей и разрезов для оценки закономерностей изменчивости гидрогеохимических условий
--	--	--	-----------------------------------	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 /108

Форма промежуточной аттестации - экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 6
Аудиторные занятия	52	52
в том числе:	лекции	26
	практические	
	лабораторные	26
Самостоятельная работа	20	20
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час., зачет 0 час.)	36	36
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Введение.	Предмет гидрогеохимия, научные методы и задачи гидрогеохимии. Основные проблемы и разделы гидрогеохимии. Связь гидрогеохимии с фундаментальными естественными и геологическими науками. Теоретическое и практическое значение гидрогеохимии.	Гидрогеохимия
1.2	Гидрогеохимия отдельных элементов и соединений	История развития гидрогеохимии. Современное состояние и перспективы развития геохимической науки. Макроанионы и макрокатионы. Мезокомпоненты. Микрокомпоненты. Газовый состав подземных вод. Кремнекислота. Органическое вещество. Водород, кислород, углерод, сера, азот. Использование изотопии элементов для реконструкции условий формирования подземных вод и степени их техногенной метаморфизации.	Гидрогеохимия
1.3	Массоперенос в гидрогеохимических системах	Взаимодействие воды с горными породами. Взаимодействие воды с органическим веществом. Взаимодействие воды с газами. О соотношении состава воды и водовмещающих горных пород и минералов. Геохимический цикл воды в литосфере. Исследования В.И. Вернадского, Р.М. Гаррелса, Дж. Дривера, Ч.Л. Крайста. Миграция химических элементов в подземных водах. Природные гидрогеохимические процессы: растворение, выщелачивание, гидролиз, водородное минералообразование, окисление, сорбция, ионный обмен, испарение, выветривание, концентрирование, смешение, гидратация, подземное ис-	Гидрогеохимия

		парение и вымораживание, транспирация, окислительно-восстановительные и биогеохимические реакции.	
1.4	Генетическая гидрогеохимия.	<p>Природные обстановки формирования химического состава подземных вод. Геологические факторы: геологические структуры, тектонические деформации, геостатическое давление, геоморфология, литолого-минералогический состав водовмещающих горных пород, магматические процессы, экзогенные процессы. Физико-географические факторы формирования химического состава подземных вод: рельеф, гидрография, климат, атмосферные процессы. Физические факторы формирования химического состава подземных вод: температура, давление, время, пространство.</p> <p>Биологические факторы формирования химического состава подземных вод: воздействие микроорганизмов, растительности.</p> <p>Гидрогеохимические циклы формирования подземных вод: инфильтрационный, морской (седиментационный), метаморфогенно-магматический.</p> <p>Гидрогеохимические особенности формирования инфильтрационных вод. Гидрогеохимические особенности формирования седиментационных вод. Гидрогеохимические особенности формирования метаморфогенно-магматических и гидротермальных вод. Генетические особенности гидрокарбонатных, сульфатных, хлоридных, смешанных вод.</p> <p>Горизонтальная (географическая) гидрогеохимическая зональность. Вертикальная (геологическая) гидрогеохимическая зональность: артезианские бассейны платформ, артезианские бассейны горноскладчатых областей, гидрогеологические бассейны вулканогенно-осадочных толщ, гидрогеологические массивы.</p> <p>Высотная (горная) гидрогеохимическая зональность. Гидрогеохимические провинции.</p>	Гидрогеохимия
1.5	Прикладные проблемы гидрогеохимии. Заключение	<p>Гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. Гидрогеохимические критерии прогноза активизации сейсмических процессов.</p> <p>Гидрогеохимические исследования в связи с охраной подземных вод от истощения и загрязнения.</p> <p>Гидрогеохимия XXI века. Перспективы развития гидрогеохимии и гидрогеохимических методов исследований.</p>	Гидрогеохимия
2. Лабораторные занятия			
2.1	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации	Классифицирование химических анализов подземных вод по минерализации по классификациям В.И. Вернадского, Н.И. Толстихина, А.М. Овчинникова, Е.В. Пиннекера.	Гидрогеохимия
2.2	Гидрогеохимическое классифицирование по компонентному составу	Классифицирование химических анализов подземных вод по ионному составу по классификациям С.А. Щукарева, К.Е. Питьевой, О.А. Алекина, В.А. Сулина.	Гидрогеохимия
2.3	Методы наглядного и графического изображения химического состава воды	Изображение химических анализов в виде формулы М.Г. Курлова, круговой диаграммы Н.И. Толстихина, прямоугольника Роджерса, графика-квадрата Н.И. Толстихина, треугольников Ферре.	Гидрогеохимия
2.4	Гидрогеохимическое классифицирование в прикладных целях	Классифицирование химических анализов воды по жесткости по классификации О.А. Алекина, и по агрессивности (сульфатной агрессии). Построение	Гидрогеохимия

		графиков зависимости сульфатной агрессии от минерализации, и общей жесткости от минерализации.	
2.5	Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.	Построение графиков зависимости анионного и катионного состава от минерализации. Построение гидрогеохимической карты. Построение гидрогеохимического профиля А.А. Бродского	Гидрогеохимия

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Введение.	2			1	3
1.2	Гидрогеохимия отдельных элементов и соединений	4			2	6
1.3	Массоперенос в гидрогеохимических системах	6			2	8
1.4	Генетическая гидрогеохимия.	8			2	10
1.5	Прикладные проблемы гидрогеохимии. Заключение	6			3	9
2.1	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации			1	2	3
2.2	Гидрогеохимическое классифицирование по компонентному составу			1	2	3
2.3	Методы наглядного и графического изображения химического состава воды			10	2	12
2.4	Гидрогеохимическое классифицирование в прикладных целях			8	2	10
2.5	Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.			6	2	8

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Обучающиеся должны использовать опубликованные учебно-методические пособия по курсу «Гидрогеохимия» и сопряженные с ним материалы из перечня основной и дополнительной литературы, а также материалы на Образовательном портале ВГУ – <https://edu.vsu.ru/>

В рамках дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии: занятия лекционного типа и лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов, включающая усвоение теоретического материала, подготовку к лабораторным занятиям, работа с учебниками, учебно-методической литературой, подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену, а также консультирование студентов по вопросам поиска научной информации, изучения учебного материала и практического решения задач.

Чтение лекций осуществляется с презентацией основных материалов на мультимедийном оборудовании, что помогает лучше усвоить пройденный материал. На лабораторных занятиях рассматриваются определенные разделы дисциплины. Осуществляется классифицирование подземных вод по различным классификациям, строятся графики, диаграммы, профили и гидрогеохимические карты.

Для успешного овладения курсом необходимо обязательно посещать все занятия. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме. В ходе занятий обучающимся рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

Дополнительные ресурсы: электронный учебный курс с оперативно обновляемой информацией и цифровыми ресурсами (электронные программы курсов, электронные варианты учебных пособий и методических рекомендаций, варианты практических заданий, гиперссылки на интернет-ресурсы с быстрым доступом, презентации, тесты, кейс-задания доступ к внешним видео-ресурсам в рамках электронной среды и др.). В рамках электронной учебной среды реализуется интерактивный вариант общения со студентами в режиме онлайн (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle).

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Крайнов С.Р. Геохимия подземных вод : теоретические, прикладные и экологические аспекты / С.Р. Крайнов, Б.Н. Рыженко, В.М. Швец ; Рос. акад. наук, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В.И. Вернадского; отв. ред. Н.П. Лаверов .— М. : Наука, 2004 .— 676, [1] с.
2	Стримжа, Т. П. Прикладная геохимия : учебное пособие / Т. П. Стримжа, С. И. Леонтьев ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2015. – 252 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497718 (дата обращения: 10.09.2021). – Библиогр.: с. 245-247. – ISBN 978-5-7638-3344-7. – Текст : электронный.
3	Геохимия окружающей среды : учебное пособие / сост. О.А. Поспелова ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : СтГАУ, 2013. – 134 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277486 (дата обращения: 08.04.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Удодов П.А. Гидрогеохимия : Учебное пособие / П.А. Удодов, Ю.Г. Копылова, А.А. Лукин и др. ; Томский политехнический институт им. С.М. Кирова .— Томск : ТПИ, 1980 .— 93 с.
5	Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР / И.К. Зайцев .— Л. : Недра : Ленигр. отд-ние, 1986 .— 238 с.
6	Керносова К.В. Общая гидрогеохимия : учебное пособие по спец. "Гидрогеология и инженерная геология" / К.В. Керносова ; Ташкентский политехнический ин-т им. Абу Райхана Бериуни .— Ташкент : ТашПИ, 1979-.
7	Крайнов С.Р. Гидрогеохимия : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Гидрогеология и инженерная геология" / С.Р. Крайнов, В.М. Швец .— М. : Недра, 1992 .— 462,[2] с.
8	Основы гидрогеологии: Гидрогеохимия / [С.Л. Шварцев, Е.В. Пиннекер, А.И. Перельман и др.] ; Акад. наук СССР, Сибирское отд-ние, Ин-т земной коры; Комиссия по изучению подземных вод Сибири и Дальнего Востока; отв. ред. С.Л. Шварцев; [редкол.: Е.В. Пиннекер (пред.) и др.] .— Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 1982 .— 286 с.
9	Питьева К.Е. Гидрогеохимия: (Формирование химического состава подземных вод) : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Гидрогеология и инженерная геология" / К.Е. Питьева .— М. : Изд-во Московского ун-та, 1978 .— 325 с.
	Бочаров В.Л. Экологическая гидрогеохимия : русско-английский словарь-справочник основных терминов и понятий : учебное пособие для вузов / В.Л. Бочаров, Л.Н. Титова, Л.Н. Строгонова ; Воронеж. гос. ун-т; науч. ред. В.М. Смольянинов .— Воронеж, 2004 .— 220 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
10	Зональная Научная библиотека Воронежского государственного университета http://www.lib.ru
11	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/
12	Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com/

13	Электронный курс «Гидрогеохимия» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5872
14	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов http://geokniga.org

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Практикум по гидрогеохимии : учебное пособие для студ. геол. спец. вузов / К.Е. Питьева, С.А. Брусиловский, Л.Ю. Вострикова, С.М. Чесалов .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 1984 .— 254 с.
2	Пономарева, Г.А. Общая геохимия : метод. указания по общ. геохимии / Г.А. Пономарева .— Оренбург : ОГУ, 2012 .— 17 с. — URL: https://rucont.ru/efd/186845 (дата обращения: 12.08.2021)
3	Зверев В.П. Роль подземных вод в миграции химических элементов / В.П. Зверев .— М. : Недра, 1982 .— 184 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий (электронное обучение и дистанционные образовательные технологии в электронно-образовательной среде университета на программной платформе LMS Moodle)

№пп	Программное обеспечение
1	WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmс
2	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmс
3	Неисключительные права на ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ
5	Офисное приложение AdobeReader
6	Офисное приложение DjVuLibre+DjView

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (компьютерный класс): специализированная мебель, компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2.80GHz, ОЗУ 4,00 ГБ (9 шт.); компьютер Intel(R) Pentium(R) CPU G870 3.10GHz, ОЗУ 6,00 ГБ (4 шт.); монитор SAMSUNG SyncMaster E1920 (12 шт.); монитор ASER S221NGL; проектор BENQ Digital Projector MS535; презентер OKLICK 695P; камера SVEN; микрофон OKLICKMP-MOO9B; колонки (акустические) SVEN 312, 2.0; экран демонстрационный 2x3 м
Учебная аудитория (гидрогеологическая лаборатория). Специализированная мебель, весы, сушильные шкафы, вытяжной шкаф, иономеры, колориметры, песчаная баня, прибор СПЕЦГЕО КФ-00, лабораторная посуда для определения грансостава, коэффициентов фильтрации песчаных пород и проведения химического анализа подземных вод, бюксы металлические и стеклянные, эксикаторы, сита грунтовые, ступки с пестиками, бюретки. Полевая лаборатория анализа воды НКВ-1 (2 шт.); тест-комплект «РК-БПК» (1 шт.); портативная лаборатория «Фосфор» для определения фосфора в разных формах воды; весы электронные лабораторные Масса – К ВК-600, Россия (1 шт.); прибор для определения коэффициента фильтрации песчаных грунтов КФ 00М (2 шт.)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Введение.	ПК-1	ПК 1.1	Тестовое задание

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
2	Гидрогеохимия отдельных элементов и соединений	ПК-1	ПК 1.1	Тестовое задание
3	Массоперенос в гидрогеохимических системах	ПК-1	ПК 1.1	Тестовое задание
4	Генетическая гидрогеохимия.	ПК-1	ПК 1.1	Тестовое задание
5	Прикладные проблемы гидрогеохимии. Заключение	ПК-1	ПК 1.1	Тестовое задание
6	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации	ПК-2	ПК 2.1	Лабораторная работа
7	Гидрогеохимическое классифицирование по компонентному составу	ПК-2	ПК 2.1	Лабораторная работа
8	Методы наглядного и графического изображения химического состава воды	ПК-2	ПК 2.1	Лабораторная работа
9	Гидрогеохимическое классифицирование в прикладных целях	ПК-2	ПК 2.1	Лабораторная работа
10	Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.	ПК-2	ПК 2.1	Лабораторная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов Комплект КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций, в том числе при реализации программы курса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме оценки лабораторных работ, тестирования и др.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Тестовые задания по тематическим разделам лекций и лабораторных заданий

Тестирование предполагает выбор одного правильного ответа из предлагаемых вариантов. Тест включает порядка 30-60 вопросов и может состоять из нескольких тематических блоков. Ответы на вопросы ограничены временными рамками.

Рекомендуемые критерии оценок за выполнение теста (% правильных ответов на вопросы от общего количества вопросов):

0-40% - «неудовлетворительно»

41-60% - «удовлетворительно»

61-80% - «хорошо»

81-100% - «отлично»

Пример вопроса в тесте:
Какие по химическому составу подземные воды обычно залегают в зоне активного водообмена?

- а) Гидрокарбонатные
- б) Хлоридные
- в) Сульфатные

Примерный перечень тем для теста № 1

1. Предмет гидрогеохимия, научные методы и задачи гидрогеохимии.
2. Основные проблемы и разделы гидрогеохимии.
3. Связь гидрогеохимии с фундаментальными естественными и геологическими науками.
4. Теоретическое и практическое значение гидрогеохимии.
5. История развития гидрогеохимии.
6. Современное состояние и перспективы развития геохимической науки.
7. Макроанионы и макрокатионы.
8. Мезокомпоненты.
9. Микрокомпоненты.
10. Газовый состав подземных вод.
11. Кремнекислота.
12. Органическое вещество.
13. Водород, кислород, углерод, сера, азот.
14. Использование изотопии элементов для реконструкции условий формирования подземных вод и степени их техногенной метаморфизации.
15. Цель и задачи гидрогеохимического классифицирования.
16. Классифицирование подземных вод по минерализации.
17. Классифицирование подземных вод по компонентному составу.
18. Классификация А.М. Овчинникова.
19. Классификация М.Г. Валяшко
20. Классификация В.А. Алекина.
21. Классификация Е.В. Пиннекера.
22. Классификация Н.И. Толстихина.
23. Классификация В.А. Сулина.
24. Классификация С.А. Щукарева
25. Классификация К.Е. Питьевой.
26. Классифицирование подземных вод в прикладных целях.
27. Взаимодействие воды с горными породами.
28. Взаимодействие воды с органическим веществом.
29. Взаимодействие воды с газами.
30. Миграция химических элементов в подземных водах.
31. Природные гидрогеохимические процессы: растворение, выщелачивание, гидролиз, водородное минералообразование, окисление, сорбция, ионный обмен, испарение, выветривание, концентрирование, смешение, гидратация, подземное испарение и вымораживание, транспирация, окислительно-восстановительные и биогеохимические реакции.

Примерный перечень тем для теста № 2

1. Природные обстановки формирования химического состава подземных вод.
2. Геологические факторы: геологические структуры, тектонические деформации, геостатическое давление, геоморфология, литолого-минералогический состав водовмещающих горных пород, магматические процессы, экзогенные процессы.
3. Физико-географические факторы формирования химического состава подземных вод: рельеф, гидрография, климат, атмосферные процессы.
4. Физические факторы формирования химического состава подземных вод: температура, давление, время, пространство.
5. Биологические факторы формирования химического состава подземных вод: воздействие микроорганизмов, растительности.

6. Гидрогеохимические циклы формирования подземных вод: инфильтрационный, морской (седиментационный), метаморфогенно-магматический.
7. Гидрогеохимические особенности формирования инфильтрационных вод.
8. Гидрогеохимические особенности формирования седиментационных вод.
9. Гидрогеохимические особенности формирования метаморфогенно-магматических и гидротермальных вод.
10. Генетические особенности гидрокарбонатных, сульфатных, хлоридных, смешанных вод.
11. Горизонтальная (географическая) гидрогеохимическая зональность.
12. Вертикальная (геологическая) гидрогеохимическая зональность: артезианские бассейны платформ, артезианские бассейны горно-складчатых областей, гидрогеологические бассейны вулканогенно-осадочных толщ, гидрогеологические массивы.
13. Высотная (горная) гидрогеохимическая зональность.
14. Гидрогеохимические провинции.
15. Гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.
16. Гидрогеохимические критерии прогноза активизации сейсмических процессов.
17. Гидрогеохимические исследования в связи с охраной подземных вод от истощения и загрязнения.
18. Графические способы изображения химических анализов воды.
19. Разновидности гидрогеохимических карт
20. Разновидности гидрогеохимических профилей и разрезов.

*2. Лабораторные занятия
Перечень лабораторных работ*

1. Классифицирование химических анализов подземных вод по минерализации по классификациям В.И. Вернадского, Н.И. Толстихина, А.М. Овчинникова, Е.В. Пиннекера.
2. Классифицирование химических анализов подземных вод по классификациям:
 - а) С.А. Щукарева с определением номера класса и типа воды;
 - б) К.Е. Питьевой с определением типа, класса и группы воды;
 - в) О.А. Алекина с определением класса, группы и типа воды в зависимости от генетических коэффициентов;
 - г) В.А. Сулина с определением типа воды в зависимости от генетических коэффициентов.
3. Изображение химических анализов подземных вод с помощью:
 - а) формулы М.Г. Курлова;
 - б) круговой диаграммы Н.И. Толстихина;
 - в) прямоугольника Роджерса с определением родов солености и щелочности;
 - г) графика-квадрата Н.И. Толстихина;
 - д) треугольников Ферре с определением типа воды.
4. Классифицирование химических анализов подземных вод по жесткости по классификации О.А. Алекина. Построение графика зависимости общей жесткости от минерализации. Определение по графику минерализации при переходе через которую вода становится жесткой.
5. Классифицирование химических анализов воды по величине сульфатной агрессии. Построение графика зависимости сульфатной агрессии от минерализации. Определение по графику минерализации при переходе через которую вода становится сульфатно-агрессивной.
6. Построение графиков зависимости катионов от минерализации, и анионов от минерализации с определением типов воды.
7. Построение гидрогеохимической карты с нанесением диапазонов минерализации, линии жесткости, линии сульфатной агрессии и типов воды.
8. Построение гидрогеохимического профиля А.А. Бродского.

Для оценивания результатов лабораторных работ используется качественная шкала оценивания: «зачтено» «не зачтено».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся правильно проклассифицировал химические анализы воды и графически их изобразил. Смог построить графики и гидрогеохимическую карту.	<i>Зачтено</i>
Обучающийся не правильно проклассифицировал химические анализы воды и графически их не изобразил. Не смог построить графики и гидрогеохимическую карту.	<i>Не зачтено</i>

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень умений и навыков.

При оценивании используются качественные шкалы оценок.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примеры вопросов к экзамену

1. Предмет и основные задачи гидрогеохимии. Связь гидрогеохимии с другими науками.
2. Растворение как один из процессов формирования химического состава подземных вод.
3. Методы гидрогеохимических исследований.
4. Процесс адсорбции; условия проявления.
5. Построение общей гидрогеохимической карты.
6. Процесс ионного обмена; распространенность.
7. Гидрогеохимическое классифицирование; категории и классы.
8. Макроанионы подземных вод и их происхождение.
9. Условия формирования подземных вод гидрокарбонатного типа.
10. Процесс смешения вод; геолого-гидрогеологические условия проявления.
11. Породы - источники компонентного состава подземных вод; классификация пород.
12. Характеристика качества пресных подземных вод в платформенных областях с гумидным климатом.
13. Твердые органические вещества – источники компонентного состава подземных вод.
14. Формирование химического состава пресных подземных вод.
15. Участие седиментационных вод в формировании химического состава подземных вод.
16. Гидрогеохимические факторы формирования химического состава подземных вод
17. Климатолого-геоморфологические факторы формирования химического состава подземных вод.
18. Характеристика химического состава подземных вод зоны интенсивного водообмена в областях с гумидным климатом.
19. Миграция химических элементов в подземных водах; определение; внутренние факторы миграции.
20. 20. Участие ювенильного фактора в формировании химического состава подземных вод.
21. Процессы выпадения из подземных вод соединений в твердой фазе.
22. Условия формирования подземных вод сульфатного и хлоридного типов.
23. Принципы построения карты качества подземных вод.
24. Макрокатионы подземных вод и их происхождение.
25. Термодинамические факторы формирования химического состава подземных вод.
26. Процессы углекислотного выщелачивания.

27. Классифицирование подземных вод в прикладных целях.
28. Процессы концентрирования
29. Характеристика химического состава подземных вод горноскладчатых областей и кристаллических массивов.
30. Использование математических методов для классифицирования подземных вод по химическому составу.
31. Геохимия мезокомпонентов в подземных водах.
32. Процессы выщелачивания. Характеристика процессов окисления и сернокислотного выщелачивания.
33. Классифицирование подземных вод по компонентному составу.
34. Структурно-тектонические факторы формирования химического состава подземных вод.
35. Классифицирование подземных вод по минерализации.
36. Процессы растворения. Краткая характеристика.
37. Атмосферные осадки как источник формирования химического состава подземных вод.
38. Абсорбционные процессы и их роль в самоочищении подземных вод от загрязнения.
39. Геолого-гидрогеологические условия формирования химического состава грунтовых вод областей с аридным климатом.
40. Характеристика зоны пресных вод.
41. Качественная и количественная оценка миграции химических элементов в подземных водах.
42. Формирование химического состава подземных вод зоны интенсивного водообмена гумидных областей.
43. Геохимия микроэлементов в подземных водах.
44. Окислительно-восстановительные процессы в системе подземная вода–органическое вещество.

Лабораторные задания

Выполнить все лабораторные работы, а именно, правильно проклассифицировать химические анализы воды и графически их изобразить. Построить графики и гидрогеохимическую карту.

Экзамен принимается в письменной форме с последующим устным ответом на вопросы билета и дополнительные вопросы. При реализации курса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий допускается только устная форма ответа. Кроме того, оценка за экзамен может быть выставлена на основании результатов заданий текущей аттестации, индивидуальных заданий и результатов практических, и лабораторных работ по согласованию с обучающимся.

Контрольно-измерительный материал состоит из двух теоретических вопросов.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области гидрогеохимии	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при решении практических задач в области гидрогеохимии	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен дать ответ на дополнительный вопрос, не умеет применять теоретические знания при решении	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>

практических задач по гидрогеохимии		
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при решении практической задачи	–	Неудовлетворительно

20.3. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)

ПК-1 Способен применять теоретико-методологические основы фундаментальных гидрогеологических и инженерно-геологических дисциплин

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Какой из компонентов не является главным в химическом составе воды?

- Fe^{3+}
- HCO_3^-
- Ca^{2+}

ЗАДАНИЕ 2. Какой верхний предел минерализации пресных природных вод?

- 1 г/дм^3
- $0,5 \text{ г/дм}^3$
- 2 г/дм^3

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В зоне активного водообмена подземные воды обычно имеют химический состав.

Ответ: гидрокарбонатный.

ЗАДАНИЕ 2. Если вода имеет общую жёсткость $7,2 \text{ ммоль/дм}^3$, то в соответствии с классификацией О.А. Алекина её относят кводам.

Ответ: жёстким.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

Задание 1. Агрессивность воды. Её типы.

Ответ: Вода, соприкасающаяся с железными и металлоконструкциями должна иметь такой химический состав, препятствующий коррозии. Подземные воды в той или иной степени обладают свойством агрессивности по отношению к бетону, железобетону и металлам. Агрессивность чаще всего обусловлена присутствием ионов водорода (кислые воды), свободной углекислоты, сульфатов и магния.

Различают шесть типов агрессивности:

- 1 тип. Агрессивность выщелачивания.
- 2 тип. Агрессивность общекислотная.
- 3 тип. Агрессивность углекислотная.
- 4 тип. Агрессивность сульфатная.
- 5 тип. Агрессивность магниальная.
- 6 тип. Агрессивность кислородная.

ПК-2 Способен оценивать гидрогеологические и инженерно-геологические условия для различных видов хозяйственной деятельности

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Воды с $\text{pH}=7,1$ относятся к:

- **нейтральным**
- кислым

- щелочным

ЗАДАНИЕ 2. Как изменяется минерализация подземных вод сверху вниз в геологическом разрезе?

- **увеличивается**
- снижается
- не изменяется

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В соответствии с классификацией В.И. Вернадского по величине общей минерализации, воды имеющие минерализацию 12 г/дм³ относят к ... водам.

Ответ: солёным

ЗАДАНИЕ 2. В соответствии с СанПин «Питьевая вода» ПДК по общей жёсткости

Ответ: 7 ммоль/дм³

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. Жёсткость воды. Её типы. Единицы измерения.

Ответ: При оценке подземных вод, используемых для технических целей необходимо обращать особое внимание на жесткость воды.

Жесткость воды обуславливается присутствием в воде ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Различают четыре типа жесткости:

1 тип. Общая жесткость. Она определяется суммарным содержанием в воде ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

2 тип. Временная или устранимая жесткость. Она обусловлена наличием в воде гидрокарбонатных и карбонатных солей кальция и магния. Величина устранимой жесткости воды соответствует такому количеству иона HCO_3^- , которое можно удалить кипячением воды.

3 тип. Карбонатная жесткость. Эта жесткость расчетная и определяется по количеству ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , связанных с ионом HCO_3^- . В случае, когда количество ионов HCO_3^- превышает суммарное содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , вся жесткость считается карбонатной.

4 тип. Постоянная или неустраиваемая жесткость. Её можно определить по разности между общей и карбонатной.

Жесткость выражается в ммоль/дм³. Для питьевых целей большей частью используется подземная вода с общей жесткостью до 7 ммоль/дм³ – это ПДК на жесткость.

Критерии и шкалы оценивания заданий для оценки сформированности компетенций:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

3) открытые задания (ситуационные задачи, средний уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода его выполнения (если оно было необходимым), или задание выполнено не полностью, но получены промежуточные (частичные) результаты, отражающие правильность хода выполнения задания, или, в случае если задание состоит из выполнения нескольких подзаданий, 50% которых выполнено верно;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).