


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  
 Бочаров В.Л.  
подпись, расшифровка подписи  
08.06.2020г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.14 Гидрогеохимия

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:** 05.03.01 Геология
- 2. Профиль подготовки:** гидрогеология и инженерная геология
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма образования:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии геологический факультет
- 6. Составители программы:** Бочаров Виктор Львович, д.г-м.н., профессор  
Бабкина Ольга Алексеевна, ассистент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом геологического факультета,  
протокол № 6 от 04.06.2020 г.
- 8. Учебный год:** 2022-2023 **Семестр:** 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса "Гидрогеохимия" в учебном плане подготовки бакалавров геологии (профиль «гидрогеология и инженерная геология») является получение обучающимися теоретических знаний по общим и специальным разделам гидрогеохимии, методологии этой науки и методах гидрогеохимических исследований.

Задачи изучения дисциплины: а) проследить историю становления и развития гидрогеохимических идей; б) дать анализ современного состояния и перспектив развития гидрогеохимии; в) изучить гидрогеохимию отдельных элементов и их изотопов, ознакомиться с основными гидрогеохимическими классификациями; г) исследовать гидрогеохимию отдельных геосистем: литосферы, верхней мантии, гидросферы, атмосферы; д) гидрогеохимически охарактеризовать природные процессы: магматизм, метаморфизм, седиментогенез, гипергенез; е) дать представление о химической эволюции планеты; ж) рассмотреть некоторые специальные разделы гидрогеохимии как составной части более общей науки – космохимии: химический состав метеоритов и Луны, планет солнечной системы, Солнца и звезд; з) показать современные возможности и области применения изотопной гидрогеохимии и радиохронометрии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок Б1, дисциплина вариативной части,

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в гидрогеологии	<b>Знать:</b> теоретические основы гидрогеохимии, <b>Уметь:</b> использовать базовые знания геологических наук в области гидрогеологии и гидрогеохимии, <b>Владеть (иметь навык(и)):</b> методами обработки и анализа гидрогеохимической информации, полученной при поисках и разведки подземных вод
ПК-2	Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в гидрогеологии	<b>Знать:</b> методологию этой науки, методы гидрогеохимических исследований <b>Уметь:</b> использовать нормативные и правовые документы в своей деятельности. <b>Владеть (иметь навык(и)):</b> методами гидрогеохимических исследований
ПК-5	Обладать готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании в гидрогеологии	<b>Знать:</b> основные генетические типы природных вод, их компонентный состав и условия их формирования и распространения <b>Уметь:</b> анализировать химический состав подземных вод и оценивать их с целью использования в различных направлениях хозяйственной деятельности <b>Владеть (иметь навык(и)):</b> способностью применять

		современные методы обработки результатов полевых 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/часах — 3/108.

Форма промежуточной аттестации экзамен

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 6	№ семестра	
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе: лекции	12	16		
практические	12	12		
лабораторные	26	26		
Самостоятельная работа	22	22		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час.)	36	36		
Итого:	108	108		

### 13.1. Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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.
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.
1.3	Массоперенос 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, гидрогенное минералообразование, окисление, сорбция, ионный обмен, испарение, выветривание, концентрирование, смешение, гидратация, подземное испарение и вымораживание, транспирация, окислительно-восстановительные и биогеохимические реакции.
1.4	Генетическая гидрогеохимия.	Природные обстановки формирования химического состава подземных вод. Геологические факторы:

		<p>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 горно-складчатых областей, гидрогеологические бассейны вулканогенно-осадочных толщ, гидрогеологические массивы.</p> <p>Высотная (горная) гидрогеохимическая зональность. Гидрогеохимические провинции.</p>
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>
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Термодинамика подземных вод	Расчет термодинамических параметров геохимических реакций: стандартная энтальпия гидратации, цикл Борна-Габера, энтальпия метаморфизации подземных вод.
2.2	Эмпирические методы оценки относительной водной миграции химических элементов	Расчет миграции химических элементов по петрохимическим данным. Расчет миграции химических элементов по Б.Б. Полюнову и А.И. Перельману.
2.3	Гидрогеохимический мониторинг	Расчет индексов загрязнения вод. Расчет разбавления техногенных вод. Расчет миграции загрязняющих компонентов в подземных водах.
<b>3. Лабораторные занятия</b>		
3.1	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации	Классифицирование химических анализов подземных вод по минерализации по классификациям В.И. Вернадского, Н.И. Толстихина, А.М. Овчинникова, Е.В. Пиннекера.
3.2	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.
3.3	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.
3.4	Гидрогеохимическое классифицирование в	Классифицирование химических анализов воды по жесткости по классификации О.А. Алекина, и по

	прикладных целях	агрессивности (сульфатной агрессии). Построение графиков зависимости сульфатной агрессии от минерализации, и общей жесткости от минерализации.
3.5	Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.	Построение графиков зависимости анионного и катионного состава от минерализации. Построение гидрогеохимической карты. Построение гидрогеохимического профиля А.А. Бродского

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Введение.	1			1	2
2.	Гидрогеохимия отдельных элементов и соединений	3			2	5
3.	Массоперенос в гидрогеохимических системах	3			2	5
4.	Генетическая гидрогеохимия.	3			2	5
5.	Прикладные проблемы гидрогеохимии. Заключение	2			2	4
6.	Термодинамика подземных вод		4		2	6
7.	Эмпирические методы оценки относительной водной миграции химических элементов		4		2	6
8.	Гидрогеохимический мониторинг		4		2	6
9.	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации			2	2	4
10.	Гидрогеохимическое классифицирование по компонентному составу			4	2	6
11.	Методы наглядного и графического изображения химического состава воды			8	1	9
12.	Гидрогеохимическое классифицирование в прикладных целях			2	1	3
13.	Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.			10	1	11
	Итого:	12	12	26	22	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

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** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497718">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497718</a> (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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277486">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277486</a> (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.	Бочаров В.Л. Общая геохимия : учебное пособие для студ., обуч. по направлению 05.03.01 - бакалавр геологии / В.Л. Бочаров, Л.Н. Строгонова, В.В. Абрамов ; Воронеж.

	гос. ун-т, Науч.-исслед. ин-т геологии ; [науч. ред. Н.М. Чернышов] .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2017 .— 154 с.
6.	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.
7.	Зайцев И.К. Гидрогеохимия СССР / И.К. Зайцев .— Л. : Недра : Ленигр. отд-ние, 1986 .— 238 с.
8.	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-.
9.	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.
10.	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.
11.	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.

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

№ п/п	Ресурс
1.	Зональная Научная библиотека Воронежского государственного университета <a href="http://www.lib/ru">http://www.lib/ru</a>
2.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
3.	Электронно-библиотечная система «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4.	Электронный курс «Гидрогеохимия» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5872">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=5872</a>
5.	Бесплатный некоммерческий справочно-образовательный портал для геологов, студентов-геологов <a href="http://geokniga.org">http://geokniga.org</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы *(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)*

№ 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: <a href="https://rucont.ru/efd/186845">https://rucont.ru/efd/186845</a> (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. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

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.	WinHro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc

2.	OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc
3.	Неисключительные права на ПО Kasptrsky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition
4.	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат. ВУЗ

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№ аудитории	Адрес	Название аудитории	Тип аудитории	Материально-техническое обеспечение
110	394018, г. Воронеж, Университетская пл. 1, первый корпус	компьютерный класс	учебная аудитория	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 DigitalProjector MS535; презентер OKLICK 695P; камера SVEN; микрофон OKLICKMP-МОО9В; колонки (акустические) SVEN 312, 2.0; экран демонстрационный 2x3 м
204	394018, г. Воронеж, Университетская пл. 1, первый корпус	гидрогеологическая лаборатория	учебная аудитория	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. Фонд оценочных средств:

#### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенций (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)



ПК-1 Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в гидрогеологии	<b>Знать:</b> теоретические основы гидрогеохимии, <b>Уметь:</b> использовать базовые знания геологических наук в области гидрогеологии и гидрогеохимии, <b>Владеть</b> (иметь навык(и)): методами обработки и анализа гидрогеохимической информации, полученной при поисках и разведки подземных вод	Гидрогеохимия отдельных элементов и соединений. Массоперенос в гидрогеохимических системах. Генетическая гидрогеохимия. Прикладные проблемы гидрогеохимии.	Тестовые задания
ПК-2 Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в гидрогеологии	<b>Знать:</b> методологию этой науки, методы гидрогеохимических исследований <b>Уметь:</b> использовать нормативные и правовые документы в своей деятельности. <b>Владеть</b> (иметь навык(и)): методами геоэкологических исследований	Термодинамика подземных вод. Эмпирические методы оценки относительной водной миграции химических элементов. Гидрогеохимический мониторинг.	Практические задания
ПК-5 Обладать готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании в гидрогеологии	<b>Знать:</b> основные генетические типы природных вод, их компонентный состав и условия их формирования и распространения <b>Уметь:</b> анализировать химический состав подземных вод и оценивать их с целью использования в различных направлениях хозяйственной деятельности <b>Владеть</b> (иметь навык(и)): способностью применять современные методы обработки результатов полевых исследований и лабораторных химических анализов, с целью построения гидрогеохимических карт, профилей и разрезов для оценки закономерностей изменчивости гидрогеохимических условий	Гидрогеохимическое классифицирование минерализации. Гидрогеохимическое классифицирование по компонентному составу. Методы наглядного и графического изображения химического состава воды. Гидрогеохимическое классифицирование в прикладных целях. Гидрогеохимические карты и дополнения к ним.	Лабораторные работы №1-13
Промежуточная аттестация (экзамен)			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным	Повышенный	Отлично

аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач гидрогеохимии	уровень	
Обучающийся владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, способен применять теоретические знания для решения практических задач гидрогеохимии, но при этом допускает отдельные ошибки при ответах на вопросы.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет, частично, понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами и фактами, фрагментарно способен применять теоретические знания для решения практических задач гидрогеохимии	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в базовых положениях и теоретических основах дисциплины, допускает грубые ошибки в иллюстрировании результатов и применении изученных методов при решении задач гидрогеохимии	-	Не удовлетворительно

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень 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.

### **19.3.2 Перечень практических заданий**

1. Расчет термодинамических параметров геохимических реакций: стандартная энтальпия гидратации, цикл Борна-Габера, энтальпия метаморфизации подземных вод.
2. Расчет миграции химических элементов по петрохимическим данным.
3. Расчет миграции химических элементов по Б.Б. Польшову и А.И. Перельману.
4. Расчет индексов загрязнения вод.
5. Расчет разбавления техногенных вод.
6. Расчет миграции загрязняющих компонентов в подземных водах.

### **19.3.3. 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.

#### **19.3.4. Тестовые задания**

##### *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.

#### **19.3.5 Перечень заданий для контрольных работ**

#### **19.3.6. Темы курсовых работ**

#### **19.3.7. Темы рефератов**

#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины «Геокриология» осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах лабораторных работ; тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

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,

позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков деятельности в области геоэкологии.

При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

#### **19.5. Фонд оценочных средств сформированности компетенций (перечень заданий)**

**ПК-1 Обладать способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач в гидрогеологии**

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

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

- $\text{Fe}^{3+}$
- $\text{HCO}_3^-$
- $\text{Ca}^{2+}$

##### 2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

ЗАДАНИЕ 1. В соответствии с СанПин «Питьевая вода» ПДК по общей жёсткости.....ммоль/дм<sup>3</sup>.

Ответ: 7

**ПК-2 Обладать способностью самостоятельно получать геологическую информацию, использовать в научно-исследовательской деятельности навыки полевых и лабораторных геологических исследований в гидрогеологии**

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

Задание 1. Какой верхний предел минерализации пресных природных вод?

- а) 1 г/дм<sup>3</sup>
- б) 0,5 г/дм<sup>3</sup>
- в) 2 г/дм<sup>3</sup>

Задание 2. Воды с рН=7,1 относятся к:

- а) нейтральным
- б) кислым
- в) щелочным

##### 2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

Задание 1. В соответствии с классификацией В.И. Вернадского по величине общей минерализации, воды имеющие минерализацию 12 г/дм<sup>3</sup> относят к .....водам.

Ответ: солёным

**ПК-5 Обладать готовностью к работе на современных полевых и лабораторных геологических, геофизических, геохимических приборах, установках и оборудовании в гидрогеологии**

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

Задание 1. Как изменяется минерализация подземных вод сверху вниз в геологическом разрезе?

- а) увеличивается**
- б) снижается
- в) не изменяется

Задание 2. Объёмным методом производят определение

- а) общей жёсткости**
- б) общего железа
- в) сульфат-иона

2) открытые задания (короткие ответы, средний уровень сложности):

Задание 1. Если вода имеет общую жёсткость  $7,2 \text{ ммоль/дм}^3$ , то в соответствии с классификацией О.А. Алекина её относят к .....водам.

**Ответ:** жёстким.

Задание 2. В зоне активного водообмена подземные воды обычно имеют ..... химический состав.

**Ответ:** гидрокарбонатный

**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).