

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана Геологического факультета
чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогеохимия

Автор-составитель: Казак Е.С.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Гидрогеология, инженерная геология, геокриология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы магистратуры*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Целью курса «Гидрогеохимия» является получение студентами представлений о формировании химического состава различных типов подземных вод в разнообразных в ландшафтных геолого-гидрогеологических и структурно-тектонических условиях подземной гидросферы планеты.

Задачи: освоить методы полевых и лабораторных гидрогеохимических исследований, связанных с изучением физических свойств и химического состава подземных вод; изучить геохимические особенности минеральных, термальных и промышленных вод; изучить факторы, процессы и обстановки формирования химического состава подземных вод в системе «вода-порода-газ-органическое вещество», научиться применять классификации О.А. Алекина и В.А. Сулина для определения типа и генезиса подземных вод; познакомиться с изотопным составом подземных вод различных типов, дать оценку качеству подземных вод, научиться выделять техногенное загрязнение подземных вод.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Лекционная часть курса «Гидрогеохимия» начинается с общей характеристика предмета и краткой истории развития гидрогеохимии как науки. Далее рассматриваются все основные компоненты химического состава подземных вод, дается представление о кислотно-щелочном и окислительно-восстановительном состоянии системы «подземная вода-порода-газ-органическое вещество», освещаются общие вопросы изотопного состава подземных вод, приводится характеристика полевых и лабораторных методов анализа состава подземных вод. Дается характеристика существующим классификациям подземных вод по химическому составу. Излагаются основные процессы и факторы формирования химического состава подземных вод в различных ландшафтных и структурно-геологических условиях. Рассматриваются виды и формы миграции химических элементов в подземной гидросфере, особенности их накопления и перераспределения, приводится характеристика геохимических барьеров и их роли в формировании химического состава подземных вод. Освещаются условия формирования химического состава лечебных, промышленных, термальных подземных вод. Изучаются техногенные условия загрязнения подземных вод.

Семинарские занятия включают в себя освоение методов проверки правильности химического анализа подземных вод, графического изображения его состава на различных классификационных диаграммах (формула ионного состава, диаграмма Пайпера, Стиффа и др.). Особое внимание уделяется приложению методов химической термодинамики к реальным гидрогеохимическим системам.

Содержание учебного курса базируется на достаточном учебно-методическом материале: список рекомендуемой основной литературы включает 2 учебника и 2 монографии, а дополнительной – 10 опубликованных источников.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, курс – III, семестр – 5.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

базируется на знаниях по дисциплинам: «Общая геология», «Гидрология», «Химия общая», «Химия физическая и коллоидная», «Почвоведение», «Минералогия с основами кристаллографии», «Петрография», «Геохимия», Статистические методы обработки гидрогеохимических данных».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач	Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности	Знать: основные методы анализа природных вод, генетические типы подземных вод, их компонентный состав, условия распространения Уметь: применять современные методы классифицирования и интерпретации состава подземных вод
ОПК-3.Б Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки.	Б.ОПК-3. И-1. Использует типовые подходы и методы при решении задач профессиональной деятельности. Б.ОПК-3. И-2. Владеет базовыми навыками получения информации (полевой, камеральной, лабораторной) для решения стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки. Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в	Знать: современное состояние учения о формировании химического состава подземных вод Уметь: ставить и решать гидрогеохимические задачи, прогнозировать изменения гидрогеохимической обстановки под воздействием природных и техногенных факторов

	соответствии с профилем подготовки.	
ОПК-5.Б Способен в составе научно-исследовательского коллектива участвовать в составлении отчетов, обзоров по тематике работ, в подготовке докладов и публикаций	Б.ОПК-5. И-1. Знает требования представления результатов, принятые в профессиональном сообществе. Б.ОПК-5. И-2. Корректно оформляет профессиональную документацию различного содержания в рамках проводимых исследовательских и прикладных работ.	Знать: цели и задачи гидрогеохимических работ по оценке и прогнозу качества подземных вод Уметь: оценивать гидрогеохимические условия на основе доступной информации предыдущих исследований, корректно описывать результаты в профессиональной документации различного содержания в рамках проводимых исследовательских и прикладных работ.
ОПК-8.Б Способен использовать отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности.	Б.ОПК-8. И-1. Использует отраслевые нормативные и правовые документы в своей профессиональной деятельности.	Знать: ведущие классификации подземных вод по химическому составу, основные нормативные документы по нормированию ПДК Уметь: оценивать химический состав подземных вод для различных целей (хозяйственно-питьевое водоснабжение, техническое использование, ирригация и др.)
СПК-1.Б Способен оценивать гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические условия территорий для различных видов хозяйственной деятельности	Б-СПК-1.1 Владеет навыками сбора, систематизации и интерпретации данных гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических съёмки, исследований и изысканий	Владеть: навыки сбора, систематизации и интерпретации данных гидрогеохимических исследований для решения гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических задач

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **3** з.е., в том числе **108** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (16 часов – занятия лекционного типа, 16 часов – семинарские занятия), **76** академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой	Подготовка реферата	Подготовка к контрольным работам	Всего
Раздел 1. Вводная лекция	2	2			2					
Раздел 2. Подземная вода как многокомпонентная система	10	2		2	4		6			6
Текущая аттестация 1: контрольная работа	5			1	1				4	4
Раздел 3. Прикладная и экспериментальная гидрогеохимия	19	1		2	3	8	8			16
Текущая аттестация 2: контрольная работа	6			2	2				4	4
Раздел 4. Процессы и факторы формирования химического состава подземных вод	16	4		4	8		8			8
Текущая аттестация 3: контрольная работа	5			1	1				4	4
Раздел 5. Факторы и формы водной	10	2			2		8			8

миграции элементов										
Текущая аттестация 4: контрольная работа	3			1	1				4	4
Раздел 5. Формирование химического состава подземных вод в различных геолого-гидрогеологических и структурно-тектонических условиях.	18	4		2	6		12			12
Раздел 7. Загрязнение подземных вод	7	1			1		6			6
Текущая аттестация 5: контрольная работа	3			1	1				2	2
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2	<i>зачет</i>				2				
Итого	108	32				76				

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Раздел 1. Вводная лекция

Введение. Цели, задачи и краткая история гидрогеохимии, принцип применения гидрогеохимических знаний. Разделы гидрогеохимии. Современные проблемы гидрогеохимии. Основные научные школы. Структура воды, виды воды в горных породах, аномальные свойства свободной и связанной воды.

Раздел 2. Подземная вода как многокомпонентная система

Подробная характеристика состава подземных вод – растворенные минеральные вещества (макро- и микрокомпоненты), органическое вещество, газы, микрофлора, антропогенные загрязняющие вещества. Органолептические свойства воды, температура, давление, рН, Eh и минерализация. Изотопный состав подземных вод. Формы выражения концентраций компонентов состава подземных вод. Основные гидрогеохимические классификации: цели, задачи, виды, особенности их применения. Методы проверки правильности химического анализа. Формула Курлова, формула ионного состава и графическое выражение химического состава подземных вод. классификации:.

Раздел 3. Прикладная и экспериментальная гидрогеохимия

Основные современные лабораторные методы определения состава подземных вод (жидкостная ион-хроматография, титриметрический метод, ИСП АЭС, МС, ТОС-анализаторы и др.). Сущность, точность, пределы обнаружения, особенности применения. Представления о полевом гидрогеохимическом опробовании подземных вод, полевые лаборатории, алгоритм типового цикла гидрогеохимического опробования. Расчетные методы (термодинамическое моделирование) оценки и прогноза химического состава подземных вод.

Раздел 4. Процессы и факторы формирования химического состава подземных вод

Общие представления о процессах формирования химического состава подземных вод. Вода как растворитель, процесс растворения, конгруэнтное и инконгруэнтное растворение, роль растворения в формировании химического состава подземных вод (активность ионов в растворах, ионная сила, произведение растворимости), растворимость твердых веществ и газов. Кристаллизация. Комплексообразование. Сорбция и ионный обмен. Биохимические процессы. Факторы и источники (атмосферные, поверхностные воды, растительный и почвенные слои, породы, седиментогенные воды пород, летучие магматических и метаморфических процессов) формирования химического состава подземных вод.

Раздел 5. Факторы и формы водной миграции элементов

Общие представления о массопереносе химических элементов в системе «подземная вода-порода-газ-органическое вещество». Внутренние и внешние факторы миграции элементов, миграционные формы элементов (катионогенные и анионогенные, комплексообразователи, консервативные и неконсервативные элементы). Геохимические барьеры: определение, виды и условия формирования.

Раздел 6. Формирование химического состава подземных вод в различных геолого- гидрогеологических и структурно-тектонических условиях.

Формирование химического состава грунтовых вод гумидного и аридного климата. Формирование химического состава межпластовых инфильтрационных вод. Формирование химического состава межпластовых седиментогенных вод. Формирование химического состава подземных вод вулканогенно- гидротермального цикла. Современные гипотезы формирования минерализованных вод и рассолов. Минеральные, промышленные и термальные воды; критерии оценки, провинции их распространения, основные типы минеральных, промышленных и термальных подземных вод.

Раздел 7. Загрязнение подземных вод

Понятие загрязнения подземных вод, характер и источники поступления техногенных компонентов, понятие предельно допустимых концентраций (ПДК)

элементов в подземных водах для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Нормативные документы.

Содержание практических занятий

1. Особенности приложения методов химической термодинамики к реальным гидрогеохимическим системам: активность воды и гидратация ионов, активность веществ в растворе. Миграционные формы химических элементов в подземных водах. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные состояния подземных вод.
2. Породы геологического разреза – основной источник формирования компонентного состава подземных вод: химико-минералогический состав пород зоны аэрации, водовмещающих и разделяющих пород.
3. Принципов классифицирования подземных вод, виды классификаций. Разбор форм представления результатов химических анализов, применение классификации В.А. Сулина, диаграмма Пайпера и др. Аналитические расчеты и построение формулы ионного состава.
4. Гидрогеохимия подземных вод зоны аэрации, зоны гипергенеза, зоны катагенеза пород геологического разреза.
5. Закономерности формирования химического состава лечебных, промышленных и термальных подземных вод.
6. Региональные закономерности и особенности проявления горизонтальной и вертикальной гидрогеохимической зональности в артезианских бассейнах платформенного типа.
7. Гидрогеохимические процессы загрязнения грунтовых и межпластовых вод в различных ландшафтных и структурно-тектонических условиях.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных расчетных работ, контрольных опросов.

Примерный перечень вопросов (тестов) для проведения текущего контроля:

1. Структура воды и ее аномальные свойства.
2. Роль органического вещества вод в формировании глубоко залегающих подземных вод.
3. Летучая компонента магматических и термометаморфических процессов и ее влияние на химический состав подземных вод.
4. Изотопный состав воды и его влияние на компонентный состав.

Расчетные домашние задания:

1. Расчет формулы солевого состава подземных вод по аналитическим данным.
2. Расчет активности и гидратации ионов в подземных водах
3. Классифицирование состава подземных вод по В.А. Сулину, расчет генетических коэффициентов Cl/Br, B/Br, Na/K и определение генезиса воды.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Макро-, мезо- и микрокомпоненты химического состава подземных вод.

2. Минерализация и сухой остаток.
3. Жёсткость и агрессивность подземных вод.
4. Формула ионного состава подземных вод.
5. Основные процессы формирования подземных вод.
6. Изотопный состав подземных вод. Опыт применения этих данных для решения гидрогеологических вопросов.
7. Миграционные формы вещества в подземных водах.
8. Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные состояния подземных вод.
9. Атмосферные и поверхностные воды как начальный этап формирования химического состава подземных вод.
10. Породы геологического разреза как основной источник компонентного состава подземных вод.
11. Гидрогеохимия зоны аэрации.
12. Формирование химического состава подземных вод областей гумидного климата.
13. Формирование химического состава подземных вод областей аридного климата.
14. Формирование химического состава трещинных и трещинно-карстовых вод
15. Формирование химического состава инфильтрационных вод.
16. Формирование химического состава седиментогенных вод.
17. Основные источники и процессы загрязнения подземных вод.
18. Загрязнение воздуха, поверхностных вод и пород зоны аэрации как источник техногенной составляющей подземных вод.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен).

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания (письменный или устный опрос, контрольные работы) современное состояние учения о формировании химического состава подземных вод	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения (письменный или устный опрос, расчетные задачи) ставить и решать гидрогеохимические задачи	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности неприципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы.	Успешное умение.
Навыки (владения, опыт деятельности) (письменный или устный опрос, реферат) современными методами исследования гидрогеохимических условий	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки.	Свободное владение и использование.

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. М: Наука. 2004. 678 с. (печатное издание в библиотеке МГУ)
2. Киреева Т.А. Гидрогеохимия. Учебное пособие. В журнале сайт геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. С. 1-197. http://wiki.web.ru/wiki/Геологический_факультет_МГУ: Гидрогеохимия (электронное издание)
3. Драйвер Дж. Геохимия природных вод. М.: Мир. 1985. 440 с.

- дополнительная литература:

1. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. ЦэнроЛитнефтеГаз., М., 2012 г.
2. Киреева Т.А. Нефтегазопромысловая гидрогеохимия . МАКСПРЕСС, М., 2017 г.
3. Самарина В.С. Гидрогеохимия. Л.: Изд-во ЛГУ. 1977. 359 с.
4. Гаррелс Р.М, Крайст Ч.Л. Растворы, минералы, равновесия. М.: Мир. 1968. 368 с.
5. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев. С.Л. Гидрогеохимия. М.: Недра. 1993. 383с.
6. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа. 1989. 528 с.
7. Питьева К.Е. Гидрогеохимия. М.: Изд-во МГУ. 1988. 315с.
8. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник в 6 томах. М: Наука. 1994.
9. Clark I. Groundwater Geochemistry and isotopes. CRC press, 2005, 438p.
10. Appelo C.A.J., Postma D. Geochemistry, groundwater and pollution. – A.A. Balkema Publishers, 2005.

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office, PowerPoint

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-техническое обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютером, экраном.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель: Казак Е.С.

11. Разработчики программы: Казак Екатерина Сергеевна, ведущий научный сотрудник кафедры гидрогеологии, геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, кандидат г.-м. наук; e-mail: Kanigu@mail.ru