

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан Геологического факультета
академик**

_____/Д.Ю.Пущаровский/

«__» _____ 20

г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидроминеральные ресурсы России

Автор-составитель: Харитонов Н.А.

Уровень высшего образования:

Магистратура (ММ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Магистерская программа:

Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год приема на обучение – 2019.

© 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

Цель курса «Гидроминеральные ресурсы России» является формирование у магистрантов углубленных профессиональных знаний об условиях формирования и геолого-структурных особенностях размещения минеральных, термальных и промышленных природных вод, о закономерностях формирования и трансформации их газохимического состава, о прогнозных ресурсах и эксплуатационных запасах основных типов минеральных и теплоэнергетических вод на территории России, а также о методах их изучения и геолого-экономической оценки месторождений промышленных вод.

Задачи - познакомить студентов инженерного профиля (гидрогеологов, инженеров-геологов и мерзлотоведов) и геоэкологов с основными видами гидроминеральных и гидротермальных природных ресурсов, с общими принципами типизации месторождений минеральных, теплоэнергетических и промышленных подземных вод; показать взаимосвязь геологии, тектоники и гидрогеологических условий территорий с распространением в них различных типов минеральных, термальных и промышленных подземных вод; ознакомить с существующими методами изучения месторождений гидроминерального и гидротермального сырья; рассмотреть современные методы геолого-экономической оценки месторождений минеральных, промышленных и теплоэнергетических вод.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс – I, семестр – 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия

Курс предполагает наличие у магистрантов знаний по общей и аналитической химии, общей физике, общей геологии, геохимии, минералогии и петрографии, гидрогеологии, геоэкологии и геокриологии в объеме программы высшего профессионального образования (бакалавр).

3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-3 Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных 3 разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки

ПК-1 Способность самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта

СПК-1 Способность систематизировать, обобщать и анализировать результаты региональных гидрогеологических исследований формирования естественных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать: общие закономерности формирования, ресурсы и геолого-структурные особенности размещения минеральных, теплоэнергетических и промышленных вод России, общие принципы типизации месторождений, основные методы их изучения и геолого-экономической оценки, а также приемы прогнозирования многолетней работы месторождений.

Уметь: проводить типизацию месторождений минеральных (теплоэнергетических и промышленных) вод с учетом структурно-тектонических, гидрогеодинамических, гидрогеохимических и т. д. признаков; выполнять оценку эксплуатационных запасов и

прогнозных ресурсов гидроминеральных и гидротермальных вод; прогнозировать изменения газогидрохимического облика подземных вод под воздействием природных и техногенных процессов; организовывать и проектировать мониторинг подземных вод на эксплуатируемых месторождениях; применять современные методы опробования и анализа природных вод.

Владеть: методами оценки достоверности аналитических данных, методами расчетов «пластовых температур» формирования подземных вод на основе геотермометров, методами расчета индексов насыщения подземных вод по отношению к различным минеральным фазам; методами оценки экологического риска и определения мер защиты минеральных и промышленных вод от загрязнения и истощения; приёмами геолого-экономической оценки месторождений промышленных вод.

4. Формат обучения – лекционные занятия и семинары

5. Объем дисциплины составляет **1** зачетную единицу, **36** академических часов, в том числе **13** часов – занятия лекционного типа, **23** часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

6. Краткое содержание дисциплины

Подземные минеральные (термальные, промышленные) воды это сложные многофазные системы, содержащие в растворенном виде органические и неорганические вещества и газы. Минеральные воды обладают целебными свойствами и широко используются в бальнеологии, промышленные воды используются в качестве гидроминерального сырья, термальные воды могут быть экономически эффективно использованы как природный энергоноситель для отопления, горячего водоснабжения, в некоторых технологических процессах, для выработки электроэнергии и т.д. Курс «Гидроминеральные и гидротермальные ресурсы России» направлен на получение студентами теоретических и практических знаний об общих закономерностях формирования и ресурсах минеральных, теплоэнергетических и промышленных вод, об их генезисе, и условиях трансформации их газохимического состава, о прогнозных ресурсах и эксплуатационных запасах основных типов месторождений, о методах изучения состава и свойств этих вод. Рассматриваются общие принципы формирования химического и газового состава месторождений, их типизации, гидрогеодинамические и балансовые закономерности формирования запасов и ресурсов, особенности гидрогеологических и геохимических исследований на эксплуатируемых месторождениях минеральных, теплоэнергетических и промышленных вод. Характеризуются задачи и особенности геолого-экономической оценки месторождений.

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) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Всего	
Раздел 1. Минеральные воды. Основные понятия и классификации. Геологическое, тектоническое и гидрогеологическое строение основных районов формирования минеральных вод.		4	-	4	Подготовка расчетно-графических работ, 1 час; Подготовка к контрольной работе, 3 часа
Раздел 2. Типы лечебных минеральных вод. Применение. Питьевые воды. Минеральные озера и грязи.		3	-	3	Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Раздел 3. Типы термальных вод. Высокоэнталийные и низкоэнталийные воды. Условия формирования термальных вод в пределах платформ и горно-складчатых областях.		4	-	4	Подготовка расчетно-графических работ, 1 час; Подготовка к контрольному опросу, 3 часа
Раздел 4. Промышленные воды. Классификация, методы изучения и использование.		2	-	2	Подготовка расчетно-графических работ, 1 час; Подготовка к контрольному опросу, 2 часа
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>					10
Итого	36		13		23

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Минеральные воды. Основные понятия и классификации. Принципы районирования и распространения лечебных минеральных вод в России. Понятие о провинции, области и районе минеральных вод. Геологическое, тектоническое и гидрогеологическое строение основных районов формирования минеральных вод. Типы минеральных вод в трещинных массивах. Месторождения минеральных вод. Источники загрязнения минеральных вод. Основные виды водоохранных мероприятий. Основные факторы, определяющие методику геолого-разведочных работ и мониторинга минеральных вод.

Раздел 2. Типы лечебных минеральных вод. Углекислые минеральные воды: классификация, условия формирования и применение. Сульфидные минеральные воды и генезис сероводорода. Основные месторождения и примеры использования. Кремнистые и радоновые минеральные воды, условия их формирования и циркуляции. Минеральные воды, содержащие специфические компоненты: бромные и йодные, с повышенным содержанием органических веществ, железистые, мышьяковистые и боросодержащие (бороносные). Минеральные озера и грязи.

Раздел 3. Типы термальных вод. Высокоэнтальпийные и низкоэнтальпийные воды. Условия формирования термальных вод в пределах платформ. Термальные воды докембрийских платформ. Условия формирования термальных вод в складчатых областях.

Раздел 4. Понятие о промышленных минеральных водах. Классификация, методы изучения и использование. Условия распространения и районирование подземных промышленных вод. Провинции и районы распространения подземных промышленных вод. Промышленные бромные воды. Современное производство йода из гидроминерального сырья. Литиеносные рассолы Сибирской платформы.

Содержание практических занятий:

1-4. Оценка точности (достоверности) химического анализа минеральных вод (месторождения КВМ, Кузбасса, Тувы, Бурятии и т.д.), сопоставление различных аналитических методов и методик, корректировка анализа. Расчет формулы Курлова, построение диаграммы Пайпера, Стиф-диаграммы, диаграммы Дурова. Оценка эксплуатационных запасов минеральных вод – гидравлический и гидродинамический метод. Анализ газогидрохимического состава и опыта эксплуатации минеральных месторождений России (Ласточка, Кульдур, Мацеста, Эссентуки).

5-8. Оценка источников загрязнения минеральных вод, и анализ основных видов водоохранных мероприятий. Расчет индексов насыщения основных минеральных фаз и прогнозирование трансформации химического состава минеральных вод.

9-14. Оценка глубинных («пластовых») температур подземных вод. Ионные, газовые и изотопные геотермометры. Определение температуры геотермального резервуара по методу Рида и Спушера (Reed & Spycher, 1984). Построение диаграммы Гигенбаха и оценка применимости Na-K геотермометра. Расчеты глубин циркуляции термальных вод для различных гидрогеологических структур.

15-20. Методы изучения месторождений глубоких подземных вод. Геолого-экономическая оценка месторождений глубоких подземных вод и обоснование параметров кондиций.

Рекомендуемые образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Гидроминеральные ресурсы России» применяются образовательные технологии в форме лекций и семинарских занятий (обсуждение проблемной тематики на конкретных примерах месторождений, выполнение расчетно-графических работ, подготовка презентаций и рефератов по тематике курса). Учебный материал подаётся с использованием современных средств визуализации (презентации, демонстрация применения современных вычислительных программ термодинамических и геотермических расчетов AQUACHEM, PHREEQC,

WATERQ, SolGeo, GEOTHERM, GeoT, WATCH).

Самостоятельная работа студентов заключается в составлении реферата и презентации по выбранной тематике, выполнении контрольных расчётно-графических работ и составлении пояснительной записки к ним.

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 расчётно-графических работ.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы

Типовые упражнения и расчётные задания

Все задания расчётно-графические, с переменным набором исходных данных

1. Оценить точность (достоверность) химического анализа минеральных (теплоэнергетических, промышленных) вод и провести корректировку анализа.
2. Определить химический тип подземных вод, составить формулу Курлова и дать графическое изображение (построить диаграммы Пайпера, Стифф-диаграммы, круговые диаграммы, диаграммы Дурова).
3. Провести расчёт индексов насыщения основных минеральных фаз и сделать прогноз трансформации химического состава минеральных вод при эксплуатации месторождения.
4. Освоить методику подготовки образцов водной и газовой фаз для лабораторных испытаний
5. Определить глубинную («пластовую») температуры глубоких подземных вод используя методы ионных и газовых геотермометров, а также метод равновесия фаз метод Рида и Спушера (Reed & Spycher, 1984).
6. Освоить методику оценки применимости различных типов геотермометров в реальных условиях циркуляции вод. Построение диаграммы Гигенбаха.
7. Провести расчёты глубин циркуляции термальных вод для различных гидрогеологических структур
8. Определить равновесное насыщение воды карбонатом кальция при различных температурах и давлении.
9. Провести прогнозную оценку ресурсов углекислых и азотных термальных вод в горноскладчатых областях.

Рекомендуемые темы докладов, рефератов

1. Генетические особенности и условия формирования углекислых вод в горноскладчатых областях.
2. Попутные воды месторождений полезных ископаемых.
3. Условия формирования сероводородных (сульфидных) минеральных вод.
4. Генетические особенности и применение йодобромных лечебных минеральных вод.
5. Общие закономерности распространения различных типов глубоких подземных вод.
6. Типы минеральных вод в трещинных массивах.
7. Условия формирования термальных вод в пределах платформ.
8. Охрана минеральных вод от загрязнения и истощения.
9. Минеральные воды древних горно-складчатых областей.
10. Минеральные воды молодых платформ.
11. Ресурсы теплоэнергетических вод Российской Федерации
12. Современное производство йода из гидроминерального сырья.

13. Добыча редких элементов и минеральных солей из гидроминерального сырья

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

Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости и

1. Минеральные воды и их классификации. Принципы районирования и распространения лечебных минеральных вод в России.

2. Понятие о провинции, области и районе минеральных вод. Геологическое, тектоническое строение и гидрогеологические условия основных районов формирования минеральных вод. Типы минеральных вод в трещинных массивах. Месторождения минеральных вод.

3. Классификация минеральных вод по содержанию биологически активных компонентов.

4. Газовый состав минеральных вод. Генезис углекислоты в подземных водах.

5. Источники загрязнения минеральных вод. Основные виды водоохраных мероприятий.

6. Генетические особенности и условия формирования углекислых вод в горноскладчатых областях.

7. Основные факторы, определяющие методику геолого-разведочных работ и мониторинга минеральных вод.

8. Условия формирования сероводородных (сульфидных) минеральных вод. Основные месторождения и примеры использования.

9. Кремнистые и радоновые минеральные воды, условия их формирования и циркуляции.

10. Типы минеральных озер. Разновидности лечебных грязей и их распространение. Международная классификация пелоидов.

11. Типы термальных вод. Высоконтальпийные и низконтальпийные воды. Условия формирования термальных вод в пределах платформ. Термальные воды докембрийских платформ.

12. Понятие о промышленных минеральных водах. Классификация, методы изучения и использование.

13. Условия распространения и районирование подземных промышленных вод. Провинции и районы распространения подземных промышленных вод.

14. Йодобромные минеральные воды – условия формирования и распространения. Промышленные бромные воды.

15. Механизм накопления йода в подземных водах. Современное производство йода из гидроминерального сырья.

16. Оценка глубинных («пластовых») температур подземных вод. Ионные, газовые и изотопные геотермометры.

17. Основные типы месторождений подземных промышленных вод. Способы эксплуатации глубоких подземных вод. Рентабельность добычи из подземных вод различных компонентов.

18. Методы изучения месторождений глубоких подземных вод. Геолого-экономическая оценка месторождений глубоких подземных вод и обоснование параметров кондиций.

19. Ресурсы теплоэнергетических вод России. Пластовые водонапорные системы.

20. Трещинные водонапорные системы термальных вод. Особенности гидрогеологических исследований на месторождениях парогидротерм.

21. Извлечение лития из гидроминерального сырья. Литиеносные рассолы Сибирской платформы.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Состав и классификация минеральных вод. Типизация месторождений минеральных вод, их группировка по степени сложности гидрогеологических условий.
2. Понятие о провинции, области и районе минеральных вод; принципы и схемы их районирования. Месторождения минеральных вод.
3. Геологическое и тектоническое строение, гидрогеологические условия основных районов формирования минеральных вод. Типы минеральных вод в трещинных массивах.
4. Газовый состав минеральных вод и их классификация по газовому составу. Газовая зональность минеральных вод. Генезис углекислоты в подземных водах.
5. Классификация минеральных вод по содержанию биологически активных компонентов.
6. Классификация минеральных вод по температуре. Типы термальных вод. Высокоэнтапийные и низкоэнтапийные воды. Ресурсы теплоэнергетических вод России.
7. Геологические и гидрогеологические условия формирования и распространения кремнистых терм. Провинция азотных термальных вод.
8. Условия формирования термальных вод в пределах платформ. Термальные воды докембрийских платформ.
9. Трещинные водонапорные системы термальных вод. Особенности гидрогеологических исследований на месторождениях парогидротерм.
10. Методика геолого-разведочных работ и мониторинга минеральных вод. Основные виды водоохраных мероприятий.
11. Классификация минеральных вод по радиоактивности. Радоновые минеральные воды, условия их формирования и циркуляции.
12. Минеральные воды древних и молодых горно-складчатых областей. Метаново-углекислые воды районов грязевого вулканизма
13. Условия распространения и районирование подземных промышленных вод. Провинции и районы распространения подземных промышленных вод
14. Источники загрязнения минеральных вод. Изменение качества минеральных вод при эксплуатации месторождений (потенциальные источники изменения качества, обоснование конфигурации и размеров зоны санитарной охраны).
15. Методы изучения месторождений глубоких подземных вод. Геолого-экономическая оценка месторождений глубоких подземных вод и обоснование параметров кондиций.
16. Минеральные воды, содержащие специфические компоненты: бромные и йодные, с повышенным содержанием органических веществ, железистые, мышьяковистые и боросодержащие (бороносные). Минеральные озера и грязи.
17. Понятие о промышленных минеральных водах и их классификация. Условия распространения и районирование подземных промышленных вод. Провинции и районы распространения подземных промышленных вод.
18. Основные типы месторождений подземных промышленных вод. Способы эксплуатации глубоких подземных вод. Рентабельность добычи из подземных вод различных компонентов.
19. Условия формирования и распространения сероводородных (сульфидных) минеральных вод. Гидрогеологические условия.
20. Механизм накопления йода в подземных водах. Современное производство йода из гидроминерального сырья.
21. Методика оценки глубинных («пластовых») температур подземных вод. Ионные, газовые и изотопные геотермометры. Метод Рида и Спушера.

22. Извлечение лития из гидроминерального сырья. Литиеносные рассолы Сибирской платформы.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
<u>Знания:</u> общие закономерности формирования, ресурсы и геолого-структурные особенности размещения минеральных, теплоэнергетических и промышленных вод России, общие принципы типизации месторождений, основные методы их изучения и геолого-экономической оценки, а также приемы прогнозирования многолетней работы месторождений.	Фрагментарные знания	Общие достаточно структурированные знания
<u>Умения:</u> проводить типизацию месторождений минеральных (теплоэнергетических и промышленных) вод с учетом структурно-тектонических, гидрогеодинамических, гидрогеохимических и т. д. признаков; выполнять оценку эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов гидроминеральных и гидротермальных вод; прогнозировать изменения газогидрохимического облика подземных вод под воздействием природных и техногенных процессов; организовывать и проектировать мониторинг подземных вод на эксплуатируемых месторождениях; применять современные методы опробования и анализа природных вод.	не систематическое умение, допускает принципиальные ошибки	В целом успешное умение владения современными методами опробования и анализа природных вод
<u>Владения:</u> методами оценки достоверности аналитических данных, методами расчетов «пластовых температур» формирования подземных вод на основе геотермометров, методами расчета индексов насыщения подземных вод по отношению к различным минеральным фазам; методами оценки экологического риска и определения мер защиты минеральных и промышленных вод от загрязнения и истощения; приемами геолого-экономической оценки месторождений промышленных вод.	Фрагментарное владение приемами и методами	В целом навыки сформированы

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы

- основная литература:

Иванов В.В., Невраев Г.А. Классификации подземных минеральных вод. – М.: Недра, 1964. – 168 с.

Куликов Г.В., Жевлаков А.В., Бондаренко С.С. Минеральные лечебные воды СССР. – М.: Недра, 1991. – 399 с.

Плотникова Р.И., Соустова Т.Н. Минеральное сырье. Минеральные подземные воды// Справочник. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. – 57 с.

Посохов Е.В., Толстихин Н.И. Минеральные воды (лечебные, промышленные, энергетические). – Л.: Недра, 1977. – 240 с.

Бондаренко С.С., Куликов Г.В. Подземные промышленные воды. – М.:Недра, 1984. – 358 с.

Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. – М.: Наука, 2004. – 677 с.

Бондаренко С.С., Вартамян Г.С. Методы изучения и оценка ресурсов глубоких подземных вод. Москва: Недра, 1986 год. 479 с.

- нормативная литература:

ГОСТ Р 54316-2011. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия (с поправками и изменениями № 1, 2, 3, 4, 5), 2012 г. (Утверждены и введены в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.04.2011 № 55-ст).

Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод. Утверждена Приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30 июля 2007 г. № 195. – М.: ГКЗ МПР РФ, 2007. – 9 с.

Методические рекомендации № 96/225. Контроль качества и безопасности минеральных вод по химическим и микробиологическим показателям. – М.: Российский научный центр реабилитации и физиотерапии Минздрава России, 1997.

СанПиН 2.3.4.009-98 «Гигиенические требования к производству и качеству питьевых очищенных, минерализованных и природных минеральных вод».

- дополнительная литература:

Зайцев И.К., Толстихин Н.И. Закономерности распространения и формирования минеральных подземных вод. – М.: Недра, 1972.

Иванов В.В. Основные критерии оценки химического состава минеральных вод. – М.: Изд. Центр. Совета по управлению курортами проф., 1982. – 93 с.

Вартамян Г.С. Месторождения углекислых вод горно-складчатых регионов. – М.: Недра, 1977. – 288 с.

Овчинников А.М. Минеральные воды. – М.: Госгеолтехиздат, 1963.

Абдрахманов Р.Ф., Попов В.Г. Минеральные лечебные воды Башкортостана. – Уфа: Гилем, 1999. – 298 с.

Бабинец А.Е., Шестопалов В.И., Моисеева Н.П. и др. Лечебные минеральные воды типа «Нафтуся». – Киев: Наукова думка, 1986.

Кирюхин В.К., Швец В.М. Процессы формирования йодных вод. – М.: Недра, 1980. – 95 с.

Комракова С.Г., Лукашев К.И. Йод в природных водах и почвах Белорусского Поозерья. – Минск: Наука и техника, 1985. – 128 с.

Кудельский А.В., Козлов М.Ф. Геохимия, формирование и распространение йодобромных вод. – Минск: Наука и техника, 1970. –144 с.

Челноков Г.А., Харитоновна Н.А. Углекислые минеральные воды юга Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2001.

Вахромеев А.Г. Закономерности формирования и концепция освоения промышленных рассолов (на примере юга Сибирской платформы): Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Иркутск, 2009. 36 с.

Алексеев С.В., Алексеева Л.П., Вахромеев А.Г., Владимиров А.Г., Волкова Н.И. Литиевые подземные воды иркутской области и западной Якутии// Химия в интересах устойчивого развития. 2012. Т. 20. № 1. С. 27-33.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

В) Интернет-ресурсы

PHREEQC <https://www.usgs.gov/software/phreeqc-version-3>

WATCH <http://en.isor.is/software>

Г) Материально-техническое обеспечение: персональные компьютеры, белая доска, мультимедийный проектор, выход в Интернет

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель: Харитонов Н.А.

11. Автор программы: Харитонов Н.А.