

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

Разведочная гидрогеология

Автор-составитель: Штенгелов Р. 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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки).

Год 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 «Разведочная гидрогеология» является формирование у студентов устойчивого, логически связанного комплекса знаний о роли подземных вод в хозяйственно-питьевом водообеспечении населения, промышленности и сельского хозяйства и об основных принципах и проблемах проектирования, проведения и интерпретации поисково-разведочных работ на месторождениях пресных подземных вод.

Задачи – определить роль подземных вод в общем объёме водных ресурсов, определить место и роль поисково-разведочных гидрогеологических работ в системе водохозяйственного обеспечения страны, детально освоить существующие методы оценки эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод, получить знания об общих гидрогеодинамических и воднобалансовых закономерностях формирования эксплуатационных запасов и ресурсов подземных вод, о принципах организации санитарной охраны водозаборов, о характере и масштабах техногенного воздействия эксплуатационного водоотбора на природную среду.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – IV, семестр – 8.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

«Высшая математика», «Физика», «Общая химия», «Химия физическая, коллоидная», «Математическая статистика», «Уравнения математической физики», «Общая геология», «Гидрология и климатология», «Геология четвертичных отложений», «Геология России», «Экологическая геология», «Геофизические методы исследований», «Геолого-разведочные работы», «Геоинформационные системы в геологии», «Правовые основы, экономика и организация геологоразведочных работ», «Гидрогеология», «Гидрогеодинамика» «Гидрогеохимия», «Геогидрология», «Гидрогеодинамическое моделирование», «Гидрогеохимическое моделирование», «Статистическая обработка гидрогеологической информации», «Основы методики инженерно-геологических, гидрогеологических и геокриологических исследований». Дисциплина необходима в качестве предшествующей для дисциплин магистерской программы «Гидрогеология», а также для научно-исследовательской работы и выполнения выпускных квалификационных работ.

3. Результаты обучения по дисциплине, 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 (формируется частично).	Б-ОПК-1.1. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук естественно-научного и математического циклов в профессиональной деятельности	Знать: – основные законы движения подземных вод, переноса вещества и тепла в них и основанные на этих законах теоретические модели геофильтрации и геомиграции
ОПК-2.Б. Способен применять теоретические основы фундаментальных	Б-ОПК-2.1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях	Знать: – принципы геофильтрационной схематизации Владеть: навыками анализа гидрогеологической информации для

геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности (формируется частично).	геологических процессов для решения профессиональных задач	проведения геофильтрационной схематизации условий	геофильтрационной гидрогеологических
ОПК-3.Б Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки (формируется частично)	Б.ОПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками обработки и интерпретации информации при решении стандартных задач профессиональной деятельности в соответствии с профилем подготовки	Знать: – методы геофильтрационных расчетов напорной и безнапорной фильтрации Уметь: – проводить геофильтрационную схематизацию и выполнять геофильтрационные расчеты для простых типовых схем напорных и безнапорных потоков подземных вод	
ПК-5.Б Готов к работе на современных полевых/лабораторных приборах, установках и оборудовании в соответствии с профилем подготовки	Б.ПК-5. И-1. Знает физические принципы и технические характеристики стандартного современного полевого/лабораторного оборудования (по профилю подготовки). Б.ПК-5. И-2. Имеет базовые навыки работы под руководством специалиста высокой квалификации на полевом/лабораторном оборудовании (по профилю подготовки). Б.ПК-5. И-3. Знает правила техники безопасности при работе на полевом/лабораторном оборудовании (по профилю подготовки).	Знать: – современные методы лабораторных и полевых гидрогеологических исследований для оценки геофильтрационных параметров Уметь: – планировать и осуществлять лабораторные и полевые опыты для оценки геофильтрационных параметров Владеть: – основными методами обработки результатов лабораторных и полевых опытов для оценки геофильтрационных параметров	
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	Знать: – современное состояние учения о водных ресурсах и о проблемах хозяйственно-питьевого водообеспечения населения, промышленности и сельского хозяйства, место и роль подземных вод в водном хозяйстве страны. Уметь: – применять современные методы подсчёта производительности проектируемых и действующих водозаборов подземных вод.	

	съёмки, исследований и изысканий	Владеть: принципами проектирования и проведения поисково-разведочных гидрогеологических работ, приёмами обоснования расчётных балансово-гидрогеодинамических и миграционных схем месторождений подземных вод.
--	----------------------------------	--

4. Формат обучения – лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часа, в том числе **22** часа – занятия лекционного типа, **11** часов – занятия семинарского типа, **39** часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет

6. Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются проблемы питьевого и хозяйственно-бытового водообеспечения и роль подземных вод в водном хозяйстве, современные принципы организации и проведения поисково-разведочных гидрогеологических работ и проектирования водозаборных сооружений. Обосновываются гидрогеодинамические и балансовые закономерности формирования запасов и ресурсов подземных вод, детально изучаются существующие методы их оценки (балансовый, гидродинамический, гидравлический, аналогии). Рассматриваются гидрогеохимические и геомиграционные процессы и методы прогнозирования качества воды при многолетней эксплуатации подземных водозаборов. Обосновывается необходимость изучения и прогнозирования характера и масштабов техногенного воздействия водоотбора на природную среду и организации гидрогеоэкологического мониторинга на объектах промышленной эксплуатации подземных вод.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Балансово-генетические основы оценки эксплуатационных запасов подземных вод		4		–	4	4
Раздел 2. Основы методики поисково-разведочных работ на месторождениях подземных вод		4		2	6	6
Раздел 3. Методы оценки эксплуатационных запасов подземных вод		8		5	13	Подготовка реферата, 10 часов
Раздел 4. Общие принципы прогнозирования качества подземных вод при эксплуатации		4		2	6	5
Раздел 5. Принципы организации и ведения гидрогеомониторинга		2		2	4	4
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>						10
Итого	72	33				39

Содержание разделов дисциплины:

1. Питьевое и хозяйственно-бытовое водообеспечение. Определение понятия «эксплуатационные запасы подземных вод». Типы подземных водозаборов. Ограничения по режиму эксплуатации водозаборов. Балансовая структура эксплуатационного водоотбора: естественные запасы, естественные ресурсы, привлекаемые ресурсы, искусственные запасы и ресурсы.

2. Стадийность геолого-разведочных работ. Региональные оценки, поисковая, оценочная, разведочная стадии. Стадия освоения месторождения. Категоризация разведанных запасов подземных вод.

3. Балансовый метод оценки эксплуатационных запасов. Методы оценки естественных, запасов, естественных и привлекаемых ресурсов

Гидродинамический метод оценки эксплуатационных запасов. Содержание фильтрационной схемы месторождения подземных вод, граничные условия, принцип суперпозиции.

Контурные и площадные системы скважин, обоснование приема «большого колодца», принципы разработки прогнозных гидрогеодинамических моделей месторождений подземных вод, особенности реализации водозаборных скважин на сеточных моделях.

Гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов. Стационарный и нестационарный режим завершения опытно-эксплуатационного опробования.

4. Методы прогнозирования качества подземных вод при длительной эксплуатации. Принципы расчета и организации зон санитарной охраны водозаборов.

5. Воздействие эксплуатационного водоотбора на окружающую природную среду. Организация и принципы ведения гидрогеоэкологического объектного мониторинга на стадии освоения месторождений подземных вод.

Содержание семинаров:

1. Явление барометрического эффекта. Организация режимных наблюдений, методы вычисления коэффициента барометрической эффективности, расчёт поправок к уровненным наблюдениям в открытых скважинах.

2. Гидрогеодинамическая природа процесса истощения грунтового водоносного горизонта. Организация режимных наблюдений, методы вычисления коэффициента истощения, коэффициента уровнепроводности и водоотдачи.

3. Оценка модуля инфильтрационного питания по наблюдениям в одной скважине (методика Ткачук-Биндемана). Организация режимных наблюдений, методы вычисления модуля инфильтрации (без поправки и с поправкой на отток к дрене).

4. Оценка водоотдачи по наблюдениям на створе скважин (методика Каменского). Организация режимных наблюдений, обоснование выбора расчётных внутригодовых периодов времени, методы вычисления водоотдачи.

5. Оценка модуля инфильтрационного питания по наблюдениям на створе скважин (методика Каменского). Организация режимных наблюдений, обоснование выбора расчётных внутригодовых периодов времени, методы вычисления модуля инфильтрации.

6. Оценка естественных ресурсов подземных вод методом генетического расчленения гидрографа речного стока. Организация режимных наблюдений, приемы расчленения гидрографа речного стока по методикам Куделина-Попова и Веригина. Расчет среднегодового объема подземного стока.

Рекомендуемые образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Разведочная гидрогеология» применяются образовательные технологии в форме лекций и семинарских занятий (обсуждение проблемной тематики на конкретных примерах разведочных работ, выполнение расчётных упражнений). Учебный материал подаётся с использованием современных средств визуализации (презентации, демонстрация прогнозных и эпигнозных расчетов с помощью программ моделирования фильтрации).

В процессе проведения семинарских занятий применяются методы развивающего и

проблемного обучения. На занятиях, связанных с фильтрационными и воднобалансовыми расчётами, студенты должны разработать алгоритмы прикладных вычислительных программ с использованием электронной таблицы Excel.

Для обоснования конфигурации и размеров зоны санитарной охраны используется демонстрационное решение работы водозабора с использованием программы моделирования фильтрации PMWIN (модуль MODFLOW и RMPATH).

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении рекомендуемой основной и дополнительной литературы, подготовке и оформлении реферата.

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 посредством опросов на семинарских занятиях, собеседований по итогам самостоятельной работы.

Для текущего контроля студентов в ходе семестра выполняется подготовка реферата.

Примерный перечень тем реферата:

1. Проблема водообеспечения, мировая практика использования общих водных ресурсов и подземных вод.
2. Понятие «эксплуатационные запасы подземных вод». Ограничения по условиям и режиму эксплуатации водозаборов.
3. Понятия «месторождение подземных вод», «основной водоносный горизонт».
4. Балансовая структура эксплуатационного водоотбора подземных вод. Естественные запасы, естественные ресурсы, привлекаемые ресурсы (физическая природа, формы участия в обеспечении эксплуатационного водоотбора).
5. Общие принципы проектирования, организации и проведения поисково-разведочных работ. Стадийность исследований. Стадии поисков и оценки.
6. Стадийность исследований. Стадии разведки и освоения месторождения.
7. Группировка месторождений подземных вод по сложности условий.
8. Категоризация эксплуатационных запасов по степени изученности.
9. Балансовый метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
10. Оценка естественных запасов подземных вод.
11. Оценка естественных ресурсов подземных вод.
12. Гидрогеодинамический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
13. Фильтрационная схема месторождения подземных вод, ее содержание.
14. Пространственная структура и режим потоков во времени при эксплуатации водозаборов, граничные условия потоков.
15. Гидрогеодинамические расчеты площадных систем скважин; способ «большого колодца».
16. Гидрогеодинамические расчеты линейных контурных систем скважин (ряды неограниченной и конечной длины).
17. Моделирование водозаборных скважин на сеточных моделях.
18. Гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
19. Стационарный режим опытно-эксплуатационного опробования (линейная и нелинейная связь понижения с дебитом).
20. Нестационарный режим опытно-эксплуатационного опробования месторождений подземных вод.
21. Метод гидрогеологической аналогии.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Формирование структуры баланса эксплуатационного водоотбора. Принцип «дельта-баланса».

2. Допустимое понижение уровня в водозаборе в условиях грунтового и межпластового водоносного горизонта.
3. Расчетный срок эксплуатации, соответствие качества добываемой воды целевому назначению, природоохранные ограничения.
4. Естественные запасы (емкостные и упругие), естественные ресурсы, привлекаемые ресурсы, искусственные запасы и ресурсы.
5. Стадийность проведения поисково-разведочных работ. Стадии поисков, оценки, разведки и освоения месторождения.
6. Балансовый метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
7. Методы оценки естественных запасов подземных вод.
8. Методы оценки естественных ресурсов подземных вод.
9. Гидродинамический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
10. Фильтрационная схематизация гидрогеологических условий.
11. Структура фильтрационной схемы месторождения – режим потока во времени и пространстве.
12. Граничные условия потоков подземных вод при эксплуатационном водоотборе.
13. Принципы расчета контурных систем водозаборных скважин.
14. Принципы расчета площадных систем водозаборных скважин.
15. Моделирование водозаборных скважин на сеточных моделях.
16. Гидравлический метод оценки эксплуатационных запасов подземных вод.
17. Стационарный режим опытно-эксплуатационного опробования месторождения.
18. Нестационарный режим опытно-эксплуатационного опробования месторождения.
19. Метод гидрогеологической аналогии.
20. Принципы прогнозирования качества подземных вод при многолетней эксплуатации водозаборов.
21. Принципы расчета зон санитарной охраны водозаборов.
22. Обоснование структуры объектного мониторинга на действующих водозаборах.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Незачет»	«Зачет»
Знания: современное состояние учения о водных ресурсах и о проблемах хозяйственно-питьевого водообеспечения населения, промышленности и сельского хозяйства, место и роль подземных вод в водном хозяйстве страны	Знания практически отсутствуют	Систематические знания
Умения: применять современные методы подсчёта производительности проектируемых и действующих	Не сформированы или очень слабые	В целом успешное умение правильно применять современные методы диагностики и расчетов, но содержащее отдельные незначительные пробелы в умении использовать расчеты применительно к природным условиям

водозаборов подземных вод		
Владения: принципами проектирования и проведения поисково- разведочных гидрогеологических работ, приёмами обоснования расчётных балансово- гидрогеодинамичес ких и миграционных схем месторождений подземных вод	Навыки владения отсутствуют или очень слабые	В целом сформированные навыки владения методиками и приемами, использования их в реальных природных условиях

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы

- основная литература:

Боревский Б. В., Дробноход Н. И., Язвин Л. С. Оценка запасов подземных вод. // Изд.2-е. Киев, Выща школа, 1989. 407 с.

Бочевер Ф. М., Лапшин Н. Н., Орадовская А. Е. Защита подземных вод от загрязнения. // М., Недра, 1979. 254 с.

Штенгелов Р. С. Формирование и оценка эксплуатационных запасов пресных подземных вод. // М., Недра, 1988. 231 с.

- дополнительная литература:

Арцев А. И. Проектирование водозаборов подземных вод. // М., Стройиздат, 1976. 292 с.

Белицкий А. С., Дубровский В. В. Проектирование разведочно-эксплуатационных скважин для водоснабжения. // М., Недра, 1974. 256 с.

Бочевер Ф. М. Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. // М., Недра, 1968. 328 с.

Гидрогеодинамические расчеты на ЭВМ. Под ред. Р. С. Штенгелова. // М., Изд-во МГУ, 1994. 335 с.

Справочное руководство гидрогеолога. Т.1,2. // Л., Недра, 1979. Т.1 512 с., т.2 296 с.

Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и эколого-геологических исследований. Под ред. В. А. Королева, Г. И. Гордеевой, С. О. Гриневского, В. А. Богословского. // М., Изд-во МГУ, 2000. 352 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint

В) Интернет-ресурсы

Штенгелов Р. С. Разведочная гидрогеология. Поиски и разведка подземных вод (конспект лекций). Интернет-ресурс: на сайте геологического факультета МГУ, раздел «Учебные и научные материалы» (<http://geo.web.ru/>)

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

9. **Язык преподавания:** русский

10. **Преподаватель:** Штенгелов Р. С., Максимова Е.С.

11. **Автор программы:** Штенгелов Р. С.