

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учебно-методическое объединение по образованию в области
горнодобывающей промышленности**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

И.А. Старовойтова

25.06.2019
Регистрационный № ТД-2.1571 /тип.

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

**Типовая учебная программа
по учебной дисциплине для специальности
1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых**

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области горнодобывающей
промышленности

С.Г. Оника
17.11.2017

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

С.А. Касперович
14.06.2019



СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»

И.В. Литович
14.06.2019

Эксперт-нормоконтролер

О.А. Веантович
21.03.2019

Минск 2019

Информация об изменениях размещается на сайтах:

<http://www.edustandard.by>

<http://www.nihe.bsu.by>

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Зуй, профессор кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета Белорусского государственного университета, доктор геолого-минералогических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра геологии и географии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф.Скорины» (пр.№5 от 12.12.2018);

В.М. Шиманович, ведущий научный сотрудник отдела гидрогеологии филиала «Институт геологии» Государственного предприятия «Научно-практический центр по геологии», кандидат геолого-минералогических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета
(протокол № 3 от 25.10.2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 2 от 15.11.2017 г.);

Секцией по специальностям: 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых», 1-51 80 04 «Общая и региональная геология» Научно-методического совета по геологии и геодезии Учебно-методического объединения по образованию в области горнодобывающей промышленности
(протокол № 1 от 17.11.2017 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по дисциплине «Гидрогеология» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования I степени по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Цель изучения дисциплины: дать студентам представления о природно-геологических факторах формирования подземных вод, с зонами питания, транзита и разгрузки, процессами преобразования их состава, основными положениями гидрогеохимии и гидрогеодинамики, принципами гидрогеологического районирования, эколого-гидрогеологическими аспектами использования подземной гидросферы включая ее охрану от загрязнения и истощения, ресурсами пресных подземных вод, вопросами их восполнения, основными санитарными требованиями к водам питьевого качества, методами искусственного восполнения подземных вод, мониторингом за их состоянием, с понятиями о гидрогеотермии и ресурсах геотермальной энергии, с практикой ее использования в зарубежных странах и в условиях Беларуси.

Задачи дисциплины:

- формирование современных представлений о строении подземной гидросферы;
- изучение основных разделов и параметров гидросферы, определяющих фильтрацию подземных вод, особенности их формирования в зонах активного, замедленного и застойного водообмена;
- изучение стратификации платформенного чехла в пределах Беларуси.

Дисциплина «Гидрогеология» занимает ведущее место в подготовке инженеров-геологов. Изучение этой дисциплины позволяет приобрести углубленные знания и практические навыки в области гидрогеологии и ряда связанных с ней дисциплин.

Учебная дисциплина «Гидрогеология» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин как: «Общая геология», «Литология», предусмотренных типовым учебным планом по специальности.

В свою очередь, знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Гидрогеология», являются базой для изучения учебных дисциплин «Инженерная геология», «Поиски и разведка полезных ископаемых», для дисциплины по специализации «Инженерная геология и геофизика» – «Гидрогеохимия».

В результате изучения учебной дисциплины «Инженерная геология» студент должен:

знать:

- компоненты подземной гидросферы и закономерности гидрогеологической стратификации вод;
- физические свойства горных пород;
- основы динамики подземных вод и виды передвижения воды;

- конструкцию гидрологических скважин;
- химический состав и физические свойства подземных вод, растворимость горных пород и газов;
- деятельность воды при формировании и разрушении месторождений полезных ископаемых;
- гидрогеологические структуры стратификации и разновидности пресных и минеральных подземных вод Беларуси;
- факторы и принципы гидрогеологического районирования;

уметь:

- определять удельные и объёмные массы, коэффициенты пористости пород;
- вычислять скорость фильтрации, гидравлический градиент и коэффициент фильтрации;
- выполнять химическую классификацию подземных вод;
- разрабатывать мероприятия по защите подземных вод от истощения и загрязнения;

владеть:

- методами гидрогеологических исследований;
- методикой проведения гидрогеологического районирования территорий и крупных регионов.

В результате изучения дисциплины будут сформированы следующие компетенции:

академические:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;

профессиональные:

- выявлять и оценивать минерально-ресурсный потенциал регионов и определять возможности освоения полезных ископаемых;
- анализировать зарубежный опыт геологических исследований и поисков месторождений полезных ископаемых, рационального недропользования, разрабатывать рекомендации по международному сотрудничеству в области геологии и смежных наук о Земле;

На изучение дисциплины «Гидрогеология» отводится всего 80 часов: из них 52 аудиторных часа. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 36 часов, практические занятия – 16 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Название тем	Всего ауди- тор- ных часов	Примерное распределение аудиторного времени по видам занятий	
			лекции	практи- ческие
1	Предмет и задачи гидрогеологии. Происхождение подземных вод и строение подземной гидросферы	2	2	
2	Круговорот воды в природе (водный цикл)	4	2	2
3	Подземные водоносные системы	4	2	2
4	Гидрогеодинамика	2	2	
5	Гидрогеохимия и состав природных вод	2	2	
6	Геологическая деятельность подземных вод. Вода – основа природных процессов	4	2	2
7	Гидродинамическая и гидрогеохимическая зональность подземных вод	2	2	
8	Региональная гидрогеология	4	2	2
9	Гидрогеологическая стратификация платформенного чехла Беларуси. Минеральные воды и промышленные рассолы	2	2	
10	Оценка ресурсов подземных вод	2	2	
11	Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы	4	2	2
12	Искусственное восполнение подземных вод.	2	2	
13	Использование пресных вод для водоснабжения	4	2	2
14	Глобальные изменения климата и подземные воды	2	2	
15	Влияние отбора подземных вод на окружающую среду	2	2	
16	Охрана подземных вод от истощения и загрязнения	4	2	2
17	Медико-экологические проблемы использования подземных вод	2	2	
18	Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения	4	2	2
	Итого	52	36	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Предмет и задачи гидрогеологии. Происхождение подземных вод и строение подземной гидросферы

Введение в предмет. Задачи гидрогеологии, ее место среди других наук, история и основные этапы развития, в том числе – в Беларуси. Основные направления в гидрогеологии. Области применения гидрогеохимических данных. Подземная гидросфера. Составляющие подземной гидросферы. Эволюция гидросферы – современные гипотезы.

Тема 2. круговорот воды в природе (водный цикл)

Формы движения воды в природе и в земных недрах (метеогенная, литогенная, магматогенная). Разновидности круговорота воды в природе. Взаимосвязь гидрогеологического и геологического круговоротов воды. Фазовые состояния воды в природе. Структура воды и ее физические аномалии. Влияние температуры, давления на структуру воды.

Тема 3. Подземные водоносные системы

Природные резервуары подземных вод (фундамент, платформенный чехол). Гидрогеологические бассейны и массивы и их разновидности. Артезианские бассейны платформ, межгорных впадин, поднятия платформенного типа, складчатые области. Грунтовые воды, водонапорные системы. Гидрогеологические окна. Напорные и безнапорные воды. Области питания, транзита и разгрузки. Разновидности подземных вод по характеру залегания. Воды зоны аэрации, грунтовые, напорные, элизионные воды. Многопластовые системы. Водоносные отложения и слабопроницаемые толщи (водоупоры). Условия питания и распространения грунтовых вод и характер их залегания. Условия питания и распространения подземных вод, зоны аномально повышенного пластового давления.

Тема 4. Гидрогеодинамика

Виды и законы движения воды в зоне насыщения и исходные уравнения гидростатики. Понятие о фильтрации в пористой среде. Линейный закон фильтрации, скорость фильтрации, закон Дарси. Ламинарный и турбулентный режимы, число Рейнольдса, понятие о нелинейном законе фильтрации. Коэффициенты фильтрации, водопроводимости и проницаемости. Дифференциальные уравнения, описывающие фильтрацию подземных вод. Уравнения движения, состояния, подземных вод, неразрывности потока, мощность, ширина, расход потока. Расчеты притока к скважинам.

Тема 5. Гидрогеохимия и состав природных вод

Современные представления о строении воды. Аномальные свойства воды. Двухструктурная и одноструктурная модели строения воды. Особенности структуры воды в жидкой и в твердой фазах. Состав подземных вод. Пресные и ультрапресные воды, их типы. Элементный, газовый и

изотопный состав подземных вод. Органические вещества и микрофлора подземных вод. Определение и виды выражения химического состава подземных вод. Весовая, эквивалентная и процент-эквивалентная формы, графический метод изображения состава подземных вод.

Тема 6. Геологическая деятельность подземных вод

Геологические процессы с участием воды. Термодинамика и флюидный режим земных недр. Вода в магматических процессах и в стадиях осадочного цикла. Подземная гидросфера и сейсмические процессы. Техногенное воздействие на подземные воды. Деятельность подземных вод в зоне распространения мерзлых грунтов.

Тема 7. Гидродинамическая и гидрогеохимическая зональность подземных вод

Гидродинамическая система грунтовых вод. Артезианская, элизионная, элизионно-термогидродинамическая системы. Гидрогеохимическая зональность: пресных, солоноватых, соленых вод, слабых и крепких и весьма крепких рассолов. Гидрогеохимическая инверсия. Подземные воды в бальнеологии. Минеральные воды и рассолы. Промышленные воды и лечебные рассолы.

Тема 8. Региональная гидрогеология

Задачи гидрогеологического районирования. Гидрогеологическое районирование континентов. Типы гидрогеологических структур, закономерности их строения и развития, гидрогеологическая зональность. Общие условия распространения и формирования подземных вод. Аридные зоны. Зоны развития многолетней мерзлоты. Гидрогеология морского дна и океанов.

Тема 9. Гидрогеологическая стратификация платформенного чехла Беларуси. Минеральные воды и промышленные рассолы

Используемые принципы гидрогеологического районирования. Гидрогеологическое районирование территории Беларуси. Основные водоносные горизонты и комплексы. Типы подземных вод и их геохимическая характеристика. Пресные воды. Минеральные воды и лечебные рассолы. Промышленные воды. Газы и радиоактивность подземных вод. Гидрогеологические карты и принципы, положенные в основу их построения.

Тема 10. Оценка ресурсов подземных вод

Состояние проблемы изучения и оценки ресурсов пресных подземных вод, закономерности формирования. Оценка естественных ресурсов пресных подземных вод и их картирование. Оценка эксплуатационных ресурсов и ресурсного потенциала пресных подземных вод и их картирование. Субмаринные источники пресных подземных вод.

Тема 11. Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы

Понятие о стационарном и нарушенном тепловом режиме земных недр. Температура, геотермический градиент, тепловой поток. Понятие, плотность ресурсов подземного тепла, геотермальный потенциал. Основные технологические схемы использования геотермальной энергии. Практика использования тепла земных недр в Беларуси и зарубежных странах. Классификация подземных вод и рассолов по температуре. Низкоэнтальпийные и высокоэнтальпийные геотермальные ресурсы. Основные геотермические аномалии Беларуси.

Тема 12. Искусственное восполнение подземных вод

Состояние проблемы по искусственному восполнению подземных вод. Районирование территорий по условиям искусственного восполнения подземных вод.

Тема 13. Использование пресных вод для водоснабжения

Состояние проблемы. Использование подземных вод для водоснабжения населенных пунктов в разных физико-географических регионах мира. Проблема нехватки ресурсов подземных вод.

Тема 14. Глобальные изменения климата и подземные воды

Основы долгосрочных оценок климатически обусловленной изменчивости инфильтрационного питания подземных вод. Оценка возможных климатически обусловленных изменений инфильтрационного питания пресных подземных вод.

Тема 15. Влияние отбора подземных вод на окружающую среду

Влияние на речной сток и растительность. Проседание земной поверхности, развитие карстово-суффозионных процессов под влиянием отбора подземных вод. Отбор подземных вод и интрузии минерализованных вод.

Тема 16. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения

Качество подземных питьевых вод, проблемы его изучения и поддержание качества подземных вод. Загрязнение подземных вод под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека. Охранные зоны водозаборов. Ограничение хозяйственной деятельности в их пределах.

Тема 17. Медико-экологические проблемы использования подземных вод

Влияние качества подземных вод на здоровье человека. Заболеваемость населения в связи с использованием некондиционных питьевых подземных вод. Медико-экологические подходы в системе управления ресурсами подземных вод, оценка риска для здоровья населения.

Тема 18. Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения

Почвенный покров и внутрипочвенная миграция радионуклидов. Грунтовые воды и опасность их загрязнения. Болотные экосистемы. Речные воды и поверхностный сток радионуклидов. Непроточные озерные водоемы. Современное состояние природных вод.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Всеволожский, В.А. Основы гидрогеологии: учебник. – М.: МГУ, 2007. – 440 с.
2. Гледко, Ю.А. Гидрогеология: учебное пособие. – Мн.: Вышэйшая школа, 2012. – 446 с.
3. Зекцер, И.С. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. – М.: Научный мир, 2012. – 450 с.
4. Кудельский, А.В., Пашкевич, В.И., Ясовеев, М.Г. Подземные воды Беларуси. – Мн.: Ин-т геологических наук НАН Беларуси, 1998. – 260 с.
5. Кудельский, А.В., Пашкевич, В.И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. – Мн.: Беларуская навука, 2014.
6. Ясовеев, М.Г. Основы гидрогеологии: Учебное пособие. – Мн.: БГУ, 2002. – 147 с.

Дополнительная литература

1. Кирюхин, В.А., Толстихин, Н.И. Региональная гидрогеология: учебник для ВУЗов. - М.: Недра, 1987.
2. Мироненко, В.А. Динамика подземных вод. - М.: Изд-во МГГУ, 1996.
3. Крайнов, С.Р., Швеиц, В.М. Гидрогеохимия. - М.: Недра, 1992.
4. Кудельский, А.В., Шиманович, В.М., Махнач, А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. – Минск, 1985.
5. Кудельский, А.В., Ясовеев, М.Г. Минеральные воды Беларуси. – Минск, 1985.
6. Кудельский, А.В., Ясовеев, М.Г. Минеральные воды Беларуси. - Мн.: Ин-т геологических наук, 1994.
7. Кудельский, А.В., Шиманович, В.М., Махнач, А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. – Мн: Наука и Техника, 1985.
8. Шварцев, С.Л. Общая гидрогеология. - М.: Недра, 1996.
9. Фролов, Н.М. Гидрогеотермия. - М.: Недра, 1976.
10. Зуй, В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. – Минск: Экономпресс. 2013. – 256 с.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Организация самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Гидрогеология» может осуществляться в виде следующих аудиторных и внеаудиторных форм:

- самостоятельное изучение отдельных тем;
- самостоятельное изучение и анализ рекомендованной литературы;
- подготовка к различным формам промежуточной и итоговой аттестации (к практическим занятиям, зачету);
- составление рефератов.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине «Гидрогеология» рекомендуется использовать:

- оценка по практической работе;
- выполнение тестовых заданий по отдельным разделам;
- собеседования во время занятий;
- оценка рефератов по отдельным разделам дисциплины с использованием монографической и периодической литературы;
- тестирование;
- зачет.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Водный цикл. Подземные водоносные системы. Круговорот воды в земных недрах.
2. Подземные водоносные системы.
3. Геологическая деятельность подземных вод. Вода – основа природных процессов.
4. Региональная гидрогеология.
5. Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы.
6. Использование пресных вод для водоснабжения.
7. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения.
8. Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ

1. Современные представления о формировании гидросферы Земли.
2. Классификация видов воды в горных породах.
3. Гидрогеологический разрез земной коры. Потоки подземных вод в зоне полного насыщения.
4. Подземный и поверхностный сток.

5. Геологический круговорот воды в земной коре. Основные типы подземных вод, формирующие геологический круговорот.
6. Пустотность горных пород. Общая, открытая и активная скважность (пористость, трещиноватость, кавернозность).
7. Водоотдача и недостаток намывания.
8. Проницаемость горных пород.
9. Коэффициент фильтрации и коэффициент проницаемости.
10. Физические свойства подземных вод.
11. Макро-, мезо- и микрокомпоненты химического состава подземных вод. Минерализация и сухой остаток.
12. Жесткость и агрессивность подземных вод.
13. Виды и формы выражения анализа воды.
14. Классификация подземных вод по химическому составу.
15. Формула Курлова состава подземных вод.
16. Процессы, влияющие на формирование химического состава подземных вод.
17. Фильтрационный поток. Понятия “расход потка”, “удельный расход потока”, “скорость фильтрации”, “действительная скорость движения подземных вод”.
18. Напор и напорный градиент. Пьезометрическая высота (h) и расстояние до плоскости сравнения (z).
19. Формы выражения основного закона фильтрации для расхода потока, единичного расхода потока и скорости фильтрации.
20. Понятия “проводимость” (водопроницаемость, коэффициент водопроницаемости пласта).
21. Пределы применимости закона Дарси.
22. Режим подземных вод и режимные наблюдения.
23. Гидродинамическая сетка потока подземных вод.
24. Понятия “водоносный слой”, “водоносный горизонт”, “водоносный комплекс”.
25. Водный режим зоны аэрации. Типы подземных вод.
26. Грунтовые воды.
27. Формирование питания грунтовых вод. Основные источники питания.
28. Схемы и условия формирования разгрузки грунтовых вод.
29. Схемы взаимодействия грунтовых и поверхностных вод.
30. Основные процессы формирования химического состава грунтовых вод.
31. Напорные подземные воды.
32. Строение гидрогеологического разреза артезианских юассейнов платформенного типа.
33. Гидрогеологические этажи бассейна.
34. Условия формирования подземных вод первого гидродинамического этажа.
35. Гидрогеологические массивы. Условия распространения и формирования основных типов подземных вод.
36. Артезианские бассейны межгорного типа.

37. Основные особенности гидрогеологических условий области распространения многолетнемерзлых пород (криолитозоны).
38. Типы подземных вод по условиям залегания относительно толщи многолетнемерзлых пород.
39. Основные особенности формирования подземных вод аридных территорий.
40. Роль процессов испарения в формировании минерализации и химического состава подземных вод.
41. Основные направления хозяйственного использования подземных вод.
42. Классификация запасов и ресурсов подземных вод.
43. Понятие “эксплуатационные запасы подземных вод”.
44. Понятия “минеральные лечебные”, “промышленные”, и “теплоэнергетические” подземные воды.
45. Критерии и нормы отнесения подземных вод к минеральным лечебным (примеры).
46. Основные бальнеологические группы минеральных лечебных вод (примеры).
47. Использование промышленных вод в качестве химического сырья.
48. Понятие “геотермальная энергия”.
49. Использование теплоэнергетических подземных вод.
50. Истощение запасов подземных вод: причины, последствия, меры предотвращения.
51. Основные виды загрязнения подземных вод. Источники загрязнения.
52. Принципы организации зон (поясов) санитарной охраны водозаборов. Защитные мероприятия.
53. Способы защиты подземных вод от вторжения морских вод в прибрежных странах.
54. Цели и задачи гидрогеологической съемки.
55. Гидрогеохимические исследования.
56. Виды и назначение опытно-фильтрационных работ.
57. Гидрогеологический мониторинг (определение, задачи).