

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев М.Д. Шаваров

Должность: Ректор

Дата подписания: 12.06.2026 16:04:12

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор по ОД И.Г. Гайрабеков

« 22 » мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Термальные и промышленные воды»

Специальность

21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Специализация

«Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание»

Квалификация

горный инженер

Год начала подготовки - 2025

Грозный – 2025

1. Цели и задачи дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Термальные и промышленные воды» является формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков, в области поиска, разведки, добычи, контроля и рационального использования термальных и промышленных вод, учитывающего технологические, экологические и экономические аспекты.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение методов оценки ресурсного потенциала термальных и промышленных вод;
- приобретение навыков проведения расчетов основных эксплуатационных параметров (дебит, тепловая мощность, химическая характеристика, экономическая эффективность);
- обучение принципам подбора и применения современного оборудования для контроля и регулирования процессов добычи;
- формирование умения разрабатывать рекомендации по оптимизации эксплуатации месторождений и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

2. Место дисциплины в структуре общеобразовательной программы

Дисциплина «Термальные и промышленные воды» относится к вариативной части Блока 1 образовательной программы.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении: «Подземной гидромеханики», «Физики пласта», «Теплотехники», «Геологии и инженерной геологии», «Основ нефтегазового дела», а также дисциплины «Экология».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
Профессиональные		
ПК-1. Способность осуществлять и корректировать технологические процессы разработки и эксплуатации геотермальных ресурсов	ПК-1.1-знает принципы работы, основные технологические схемы (петлевые, пластовые) и специфические риски (коррозия, солеотложение, сейсмичность) при эксплуатации геотермальных систем ПК-1.2-умеет контролировать и регулировать параметры извлечения термальных вод (дебит, температура, давление) в стандартных и нестандартных условиях, выявлять отклонения и вносить оперативные коррективы в технологический режим. ПК-1.3-имеет навыки эксплуатации специализированного оборудования для добычи, транспорта и утилизации термальных вод, проведения его планового и аварийного обслуживания.	Знать: основные понятия, терминологию, классификацию, а также геологические условия формирования месторождений термальных и промышленных вод. Уметь: выбирать оборудование, анализировать данные мониторинга, разрабатывать рекомендации по оптимизации эксплуатации и снижению экологических рисков. Владеть: навыками работы с геолого-гидрогеологической информацией, проведения технологических расчетов и обработки данных химического анализа.

ПК-3. Способность оптимизировать технологические режимы разработки и эксплуатации геотермальных ресурсов	ПК-3.1-знает принципы построения и калибровки гидродинамических моделей геотермальных месторождений, методы анализа эффективности (энергетической, экономической) и факторы, влияющие на нее. ПК-3.2-умеет анализировать данные мониторинга разработки (давление, температура, дебиты, химический состав), выявлять резервы повышения эффективности, разрабатывать и обосновывать мероприятия по оптимизации режимов эксплуатации (распределение отборов/закачки, управление пластовым давлением, каскадное использование тепла). ПК-3.3-имеет навыки использования, специализированного ПО для моделирования и оптимизации разработки геотермальных ресурсов, расчета технико-экономических показателей предлагаемых решений	Знать: современные методы и оборудование для добычи, контроля параметров и регулирования процессов эксплуатации. Уметь: проводить технико-экономическое обоснование проектов и оценивать риски для обеспечения промышленной безопасности. Владеть: навыками составления технологических схем, разделов проектной документации и использования специализированного программного обеспечения
---	---	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы		Всего		Семестры	
		часов/ зач.ед.		10	10
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа		51/1,42	12/0,34	51/1,41	12/0,34
В том числе:					
Лекции		17/0,47	6/0,17	17/0,47	6/0,17
Практические занятия		34/0,94	6/0,17	34/0,94	6/0,17
Самостоятельная работа (всего)		57/1,59	123/3,42	57/1,59	123/3,42
В том числе:					
Рефераты		10/0,28		10/0,28	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Темы для самостоятельного изучения		83/2,3	57/1,58	83/2,3	83/2,3
Подготовка к практическим занятиям			20/0,56		20/0,56
Подготовка к экзамену			20/0,56		20/0,56
Контроль		36/1	9/0,25	36/1	9/0,25
Вид отчетности		Экзамен	Экзамен	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	144	144	144	144
	ВСЕГО в зач. единицах	4	4	4	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц. зан. часы		Практ. зан. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Введение. Термальные и промышленные воды: основные понятия и классификация	2	3	4	3	6	6
2	Геология и закономерности размещения месторождений	2		4		6	
3	Технологии добычи и эксплуатации скважин	3		5		8	
4	Контроль параметров добычи	2		4		6	
5	Регулирование процессов добычи и использование продукции скважин	2	3	5	3	7	6
6	Экологические аспекты добычи	2		4		6	
7	Экономика и управление проектами	2		4		6	
8	Безопасность жизнедеятельности	2		4		6	

5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Термальные и промышленные воды: основные понятия и классификация	Введение. Термальные и промышленные воды: основные понятия и классификация
2	Геология и закономерности размещения месторождений	Геологические условия формирования месторождений термальных и промышленных вод. Поиски и разведка. Оценка ресурсов и запасов.
3	Технологии добычи и эксплуатации скважин	Методы бурения и обустройства скважин. Оборудование для добычи (насосы, устьевая арматура). Особенности эксплуатации в различных условиях.
4	Контроль параметров добычи	Основные контролируемые параметры (Т, Р, химический состав, расход). Методы и приборы для мониторинга. Автоматизированные системы контроля (АСУ ТП, SCADA).
5	Регулирование процессов добычи и использование продукции скважин	Методы управления дебитом. Регулирование режимов работы. Технологии использования тепловой энергии и ценных компонентов промышленных вод.
6	Экологические аспекты добычи	Воздействие на геологическую среду и водные ресурсы. Химическое загрязнение. Нормативно-правовая база. Методы снижения негативного воздействия и рекультивации.

7	Экономика и управление проектами	Себестоимость добычи и переработки. Оценка экономической эффективности проектов. Управление ресурсами месторождений.
8	Безопасность жизнедеятельности	Опасные и вредные производственные факторы. Техника безопасности при эксплуатации оборудования. Предупреждение и ликвидация аварий.

5.4. Лабораторный практикум (не предусматривается)

5.5. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Термальные и промышленные воды: основные понятия и классификация	Практическое занятие № 1. Классификация и физико-химический анализ термальных и промышленных вод.
2	Геология и закономерности размещения месторождений	Практическое занятие № 2. Оценка перспектив территории и подсчет запасов.
3	Технологии добычи и эксплуатации скважин	Практическое занятие № 3. Проектирование скважины и расчет ее производительности.
4	Контроль параметров добычи	Практическое занятие № 4. Работа с системами мониторинга и обработка промысловых данных.
5	Регулирование процессов добычи и использование продукции скважин	Практическое занятие № 5. Оптимизация режима эксплуатации месторождения.
6	Экологические аспекты добычи	Практическое занятие № 6. Оценка экологического воздействия и разработка природоохранных мероприятий.
7	Экономика и управление проектами	Практическое занятие № 7. Технико-экономическое обоснование проекта.
8	Безопасность жизнедеятельности	Практическое занятие № 8. Разработка мероприятий по обеспечению промышленной безопасности.

6. Самостоятельная работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: ОФО 57 часов; ЗФО 123 часов.

Программой предусматривается самостоятельное освоение части разделов курса. Результатом изучения для студентов ОФО является реферат объемом 8-12 страниц. После собеседования и защиты, тема реферата считается усвоенной. На изучение темы, составление реферата и защиту отводится 10 часов.

Темы для самостоятельного изучения

1. Комплексные глубинные приборы
2. Назначение и области применения комплексных глубинных приборов
3. Экспресс – методы исследования скважин
4. Закономерности распространения коллекторов на площади объекта
5. Изучение фильтрационного поля пласта

6. Изучение особенностей полей давления и температуры
7. Методы извлечения ценных компонентов (йод, бром, литий) из промышленных вод.
8. Карты изобар (как составляют и для чего используются).
9. Перепады давления в пласте при добыче термальных вод. Комплексные показатели фильтрационной характеристики пластов
10. Получение данных о пластовом и забойном давлениях.
11. Контроль за температурой пластов и скважин при разработке залежей.
12. Технологии опреснения и обессоливания попутных промышленных вод.
13. Основные методы исследования и контроля за продуктивным пластом.
14. Гидрохимические методы контроля.
15. Промыслово-геофизические методы.

Перечень тем для реферата

1. Сравнительный анализ методов интенсификации притока в геотермальных и нефтяных скважинах.
2. Цифровые двойники как инструмент оптимизации эксплуатации геотермальных скважин.
3. Современные технологии добычи и использования промышленных вод.
4. Извлечение редких и рассеянных элементов из термальных и промышленных вод.
5. Сравнительный анализ нормативной базы для термальных и промышленных вод в РФ и за рубежом.
6. Комплексное освоение месторождений: совместная добыча углеводородов и промышленных вод.
7. Экономика проектов утилизации попутных промышленных вод на нефтегазовых месторождениях.
8. Применение гибридных систем (геотермальная + солнечная энергия) для энергоснабжения насосного оборудования.
9. Экономические модели оценки эффективности проектов реинжиниринга геотермальных скважин.
10. Экологические аспекты использования химических реагентов при обработке призабойной зоны.
11. Опыт компании «Филиппинс Геотерма» в реабилитации старых месторождений.
12. Перспективы использования заброшенных нефтяных скважин для геотермальной энергетики.
13. Новые материалы для борьбы с коррозией и эрозией в геотермальных условиях.
14. Экологические выгоды и риски утилизации нефтяных скважин через их перепрофилирование в геотермальные.
15. Перспективы создания систем геотермального отопления поселков на базе кустов перепрофилированных скважин

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов

1. Э. Берман. Геотермальная энергия. — Москва: Мир, 1978. — 416 с. — URL: <https://gildiam.ru/Portals/0/doc/literature/Geotermalnaya%20energiya.pdf>.
2. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии: монография /А.Б. Алхасов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 376 с. — ISBN 978-5-9221-0976-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49088>.
3. Гидрогеотермия. — Москва: Недра, 1976. — 280 с. — URL: <https://www.geokniga.org/books/1926>.
4. Геотермальная энергетика: технологии и экология / Под ред. А.И. Шестакова. — М.: Энергоатомиздат, 2020.

5. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр [Электронный ресурс]: монография. – СПб.: Научное издание, 2020. – 435 с. <https://publishing.intelgr.com/archive/osvoenie-teplovoy-energii-nedr.pdf>
6. Терехов Л.Д. Методы очистки воды : учебное пособие / Л. Д. Терехов, Г. И. Воловник, Е. Л. Терехова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-9729-1280-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133170.html>.
7. Старостина И.В. Промышленная экология : учебное пособие / И. В. Старостина, Л. М. Смоленская, С. В. Свергузова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 288 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66674.html>.
8. Рыльков, С. А. Основы технологии добычи нефти и газа : учебное пособие для СПО / С. А. Рыльков. — 2-е изд. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 268 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/136812.html>.
9. Статьи в научных журналах (последние 5 лет):
 - «Нефтяное хозяйство» (разделы по инновациям, экологии, утилизации попутных ресурсов).
 - «Георесурсы» / «Georesources».
 - «Энергетическая политика».
 - «Geothermics».
10. Электронные ресурсы:
 - Базы данных научных публикаций: ScienceDirect, Scopus, eLibrary.ru.

7. Оценочные средства

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Что является определяющим признаком промышленных вод?
2. По температуре термальные воды классифицируются как высокотемпературные при:
3. К промышленным водам относятся:
4. Основным геологическим процессом, формирующим месторождения термальных вод в вулканических регионах:
5. Для какого типа месторождений характерны линзы пресных вод, под которыми залегают соленые воды или рассолы?
6. Какой регион России наиболее перспективен для добычи высокотемпературных термальных вод?
7. Основным источником тепла для формирования термальных вод:
8. Какой элемент гидрогеологической структуры играет роль «крышки», предотвращая рассеивание тепла и флюида?
9. Какой тип скважинного насоса чаще применяется для добычи высокодебитных термальных вод?
10. Для чего служит обсадная колонна в скважине на термальные воды?
11. Основным контролируемым параметром, определяющим тепловую мощность месторождения:
12. Для непрерывного измерения расхода в трубопроводе с термальной водой используется:
13. Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) на геотермальном объекте не включает:
14. Основная цель регулирования дебита скважины:
15. Метод поддержания пластового давления на месторождениях термальных вод:
16. Технология каскадного использования термальной воды предполагает:
17. Прямое использование термальных вод не включает:
18. Основным экологическим риском при добыче высокоминерализованных промышленных вод:

19. Какой нормативный документ регламентирует охрану подземных водных объектов в РФ?
20. Метод снижения негативного воздействия при добыче — это:
21. Наибольшую долю в капитальных затратах (CAPEX) проекта освоения месторождения обычно составляют:
22. Ключевое экономическое преимущество геотермальных систем теплоснабжения перед газовыми котельными:
23. Показатель NPV (Чистая приведенная стоимость) проекта считается положительным, если:
24. Опасный фактор при работе с термальными водами, связанный с их химическим составом:
25. Техника безопасности при эксплуатации скважины требует:
26. Что такое «аварийный остановка» (ESD) на геотермальной скважине?
27. Инновационная технология, позволяющая использовать тепло сухих горных пород:
28. Мировой лидер по установленной мощности геотермальной энергетики:
29. Потенциал использования низкопотенциальных термальных вод в России сосредоточен:
30. Перспективным направлением использования промышленных вод является:

Образец варианта для проведения 1 рубежной аттестации

Первая рубежная аттестация
по дисциплине «Термальные и промышленные воды»

Тест № 1

1. Что является определяющим признаком промышленных вод?
 - A. Температура выше 20°C
 - B. Повышенное содержание ценных химических компонентов
 - C. Низкая минерализация
 - D. Использование только для отопления
2. Основной геологический процесс, формирующий месторождения термальных вод в вулканических регионах:
 - A. Глубинное фильтрационное охлаждение
 - B. Континентальная седиментация
 - C. Современный или недавний вулканизм
 - D. Метаморфизм осадочных пород
3. Основной источник тепла для формирования термальных вод:
 - A. Солнечная радиация
 - B. Радиогенное тепло недр Земли
 - C. Химические реакции в зоне аэрации
 - D. Приливное трение
4. Для чего служит обсадная колонна в скважине на термальные воды?
 - A. Только для направления бурового инструмента
 - B. Для крепления стенок скважины и изоляции вышележащих горизонтов
 - C. Для увеличения дебита
 - D. Для охлаждения флюида
5. Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) на геотермальном объекте не включает:
 - A. Датчики давления и температуры (ПДД, ТДИ)
 - B. Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

- С. Систему видеонаблюдения за периметром
D. Человеко-машинный интерфейс (АРМ оператора)
6. Технология каскадного использования термальной воды предполагает:
A. Сброс воды после первого использования
B. Последовательное использование тепла флюида для задач с разными температурными требованиями
C. Смешивание вод из разных скважин
D. Только генерацию электроэнергии
7. Какой нормативный документ регламентирует охрану подземных водных объектов в РФ?
A. Водный кодекс РФ
B. Лесной кодекс РФ
C. Воздушный кодекс РФ
D. Градостроительный кодекс РФ
8. Ключевое экономическое преимущество геотермальных систем теплоснабжения перед газовыми котельными:
A. Высокие капитальные затраты
B. Низкие эксплуатационные затраты (отсутствие затрат на топливо)
C. Нестабильность температуры флюида
D. Зависимость от импортного оборудования
9. Техника безопасности при эксплуатации скважины требует:
A. Работы вблизи устья без СИЗ
B. Регулярной проверки и испытания устьевой арматуры
C. Отсутствия контроля давления
D. Использования оборудования, не рассчитанного на рабочее давление
10. Мировой лидер по установленной мощности геотермальной энергетики:
A. Россия
B. Исландия
C. США
D. Япония

Студент гр. ____ - ____

Ф.И.О.

роспись студента

Дата проведения аттестации « ____ » _____ 202__ г.

Преподаватель _____

Ф.И.О.

Количество баллов за аттестацию « ____ »

роспись преподавателя

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Основная проблема материалов оборудования при добыче высокоминерализованных промышленных вод:
2. Для защиты обсадных труб от коррозии НЕ применяют:

3. Процесс выпадения твердых отложений (накипи) из термальной воды на стенках оборудования называется:
4. Для борьбы с солеотложением кремнезема (SiO_2) применяют:
5. Сепаратор на геотермальной установке служит для:
6. Теплообменник «вода-вода» в системе теплоснабжения необходим для:
7. Стационарный режим фильтрации предполагает, что:
8. При нестационарном режиме фильтрации:
9. Оптимизация режима эксплуатации группы скважин направлена на:
10. При проектировании системы закачки ключевой параметр - это:
11. Основная статья эксплуатационных расходов (ОРЕХ) при добыче термальных вод:
12. Срок окупаемости проекта - это:
13. Уровнизированная стоимость тепла (LCOH) учитывает:
14. Основным экологическим риском при добыче промышленных рассолов:
15. Для минимизации воздействия на пресные водоносные горизонты применяют:
16. Индуцированная сейсмичность может быть спровоцирована:
17. Принцип «нулевого сброса» (ZLD) предполагает:
18. Для транспортировки агрессивных термальных и промышленных вод на поверхности используют трубы из:
19. Основная функция системы мониторинга на месторождении:
20. Падение пластового давления при интенсивной добыче без закачки приводит к:
21. Что НЕ является типичной проблемой эксплуатации систем с термальными водами?
22. Главная экономическая цель оптимизации технологического режима:
23. При моделировании работы нагнетательной скважины ключевой риск, который оценивают, - это:
24. Что означает аббревиатура ОРЕХ?
25. Устойчивое развитие геотермального месторождения требует:
26. Для защиты персонала от сероводорода обязательно используют:
27. Технология «умное месторождение» (Smart Field) включает:
28. Экономический показатель IRR (Внутренняя норма доходности) представляет собой:
29. Инновацией в использовании низкопотенциальных вод является применение:
30. Стратегия управления ресурсами промышленных вод должна учитывать:

Образец варианта для проведения 2 рубежной аттестации

Вторая рубежная аттестация
по дисциплине «Термальные и промышленные воды»

Тест № 1

1. Основная проблема материалов оборудования при добыче высокоминерализованных промышленных вод:
 - A. Низкое давление
 - B. Абразивный износ
 - C. Коррозия и химическое разрушение
 - D. Воздействие ультрафиолета
2. Для борьбы с солеотложением кремнезема (SiO_2) применяют:
 - A. Подкисление флюида
 - B. Подщелачивание флюида
 - C. Резкое повышение давления
 - D. Ультразвуковую обработку

3. Стационарный режим фильтрации предполагает, что:
- A. Давление и дебит постоянны во времени
 - B. Давление и дебит непрерывно меняются
 - C. Пласт полностью истощен
 - D. Скважина не работает
4. При проектировании системы закачки ключевой параметр - это:
- A. Цвет окраски нагнетательных трубопроводов
 - B. Расположение нагнетательных скважин относительно добывающих
 - C. Марка автомобиля директора
 - D. Температура воздуха на поверхности
5. Уровнизированная стоимость тепла (LCON) учитывает:
- A. Только стоимость бурения
 - B. Все затраты за жизненный цикл проекта и все произведенное тепло
 - C. Только стоимость насосного оборудования
 - D. Рыночную цену газа на момент расчета
6. Индуцированная сейсмичность может быть спровоцирована:
- A. Отбором флюида
 - B. Закачкой флюида под высоким давлением
 - C. И тем, и другим
 - D. Ни тем, ни другим
7. Основная функция системы мониторинга на месторождении:
- A. Только сбор данных для отчетности
 - B. Своевременное выявление изменений в системе для принятия управленческих решений
 - C. Увеличение капитальных затрат
 - D. Отслеживание миграции птиц
8. Главная экономическая цель оптимизации технологического режима:
- A. Максимизация текущей прибыли без учета последствий
 - B. Обеспечение долгосрочной рентабельности проекта
 - C. Сокращение реальных дебитов
 - D. Увеличение операционных расходов
9. Устойчивое развитие геотермального месторождения требует:
- A. Интенсивной добычи без обратной закачки
 - B. Сбалансированной системы добычи и закачки, управляемой на основе мониторинга
 - C. Полного прекращения добычи после первых лет эксплуатации
 - D. Использования только 10% разведанных ресурсов
10. Экономический показатель IRR (Внутренняя норма доходности) представляет собой:
- A. Ставку дисконтирования, при которой $NPV = 0$
 - B. Сумму всех капитальных затрат
 - C. Годовой объем добычи воды
 - D. Температуру флюида на устье
- ANSWER: A

Студент гр. ____ - ____

Ф.И.О.

подпись студента

Дата проведения аттестации «__» _____ 202__ г.

Преподаватель _____
Ф.И.О.

Количество баллов за аттестацию « _____ »

 роспись преподавателя

Вопросы к экзамену

1. Термальные и промышленные воды: основные понятия и классификация
2. Геологические условия формирования месторождений термальных и промышленных вод. Поиски и разведка термальных месторождений.
3. Оценка ресурсов и запасов термальных и промышленных вод.
4. Методы бурения и обустройства скважин.
5. Оборудование для добычи (насосы, устьевая арматура).
6. Особенности эксплуатации в различных условиях.
7. Основные контролируемые параметры (Т, Р, химический состав, расход).
8. Методы и приборы для мониторинга.
9. Автоматизированные системы контроля (АСУ ТП, SCADA).
10. Методы управления дебитом.
11. Регулирование режимов работы.
12. Технологии использования тепловой энергии и ценных компонентов промышленных вод.
13. Воздействие на геологическую среду и водные ресурсы.
14. Химическое загрязнение.
15. Нормативно-правовая база.
16. Методы снижения негативного воздействия и рекультивации.
17. Себестоимость добычи и переработки.
18. Оценка экономической эффективности проектов.
19. Управление ресурсами месторождений.
20. Опасные и вредные производственные факторы.
21. Техника безопасности при эксплуатации оборудования.
22. Предупреждение и ликвидация аварий.

Образец билета к экзамену

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика М.Д. Миллионщикова

Дисциплина «Термальные и промышленные воды»

Институт нефти и газа специализация «Реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные, эксплуатация и обслуживание» семестр _____

Билет 1

1. Себестоимость добычи и переработки.
2. Регулирование режимов работы.
3. Воздействие на геологическую среду и водные ресурсы.

Утверждаю:

« _____ » _____ 20 ____ г.

Зав. кафедрой _____

Текущий контроль

Образец практического занятия

Практическое занятие № 1. «Классификация и физико-химический анализ термальных и промышленных вод»
 Часть 1. Теоретическая разминка

Задание 1.1. Повторите основные классификации, заполнив таблицу по памяти или с использованием справочных материалов.

Признак классификации	Признак классификации	Граничный параметр или характеристика
По температуре (t °C)	Холодные	< 20 °C
	Субтермальные (теплые)	20 - 37 °C
	Термальные (горячие) I категории	
	Термальные (горячие) II категории	
	Перегретые	> 100 °C (с учетом давления)
По минерализации (M, г/л)	Пресные	< 1
	Слабосолоноватые	1 - 3
	Солоноватые	
	Соленые	
	Рассолы	> 50
По химическому составу (по Курлову-МГ)	Гидрокарбонатная	(HCO ₃ ⁻ + CO ₃ ²⁻) > 25% от суммы экв.
	Сульфатная	
	Хлоридная	
	Кальциевая	
	Магниевая	
	Натриевая	
По направлению использования	Питьевые и хоз.-бытовые	Соответствие СанПиН
	Технические	
	Промышленные (йодо-бромные и др.)	Промышленные (йодо-бромные и др.)
	Бальнеологические	Специфический состав (H ₂ S, Rn и пр.)
	Специфический состав (H ₂ S, Rn и пр.)	Высокая температура и/или энтальпия

Часть 2. Решение задач на классификацию

Задача 2.1. На основе приведенных параметров дайте полную классификационную характеристику воде.

- Температура (t): 75 °C
- Минерализация (TDS): 12.5 г/л
- Ионный состав (в %-экв):
 - а. Катионы: Na⁺ + K⁺ (85%), Ca²⁺ (12%), Mg²⁺ (3%)
 - б. Анионы: Cl⁻ (78%), SO₄²⁻ (15%), HCO₃⁻ (7%)

Задача 2.2. Проанализируйте воду с температурой 45°C и минерализацией 225 г/л. Дайте краткую характеристику.

Часть 3. Анализ химических проб и построение диаграммы Пайпера

Задание 3.1. Вам предоставлены результаты химического анализа двух проб вод из разных скважин.

Показатель	Проба №1 (Камчатка)	Проба №2 (Западная Сибирь)
t, °C	150	45
TDS, г/л	2,1	152,0
K ⁺ , мг/л	95	450
Na ⁺ , мг/л	450	45000
Ca ²⁺ , мг/л	15	8500
Mg ²⁺ , мг/л	1,5	1200
HCO ₃ ⁻ , мг/л	480	250
SO ₄ ²⁻ , мг/л	120	850
Cl ⁻ , мг/л	650	95000

Шаг 1. Пересчет в мг-экв/л.

1. Для каждого иона в каждой пробе рассчитайте его концентрацию в мг-экв/л по формуле:

$$C(\text{мг} - \text{экв/л}) = \frac{C(\text{мг/л})}{\text{Эквивалентная масса иона}}$$

Эквивалентные массы: Ca²⁺ - 20; Mg²⁺ - 12; Na⁺ - 23; K⁺ - 39; HCO₃⁻ - 61; SO₄²⁻ - 48; Cl⁻ - 35,5.

Пример для Na⁺ в пробе №1: 450 мг/л / 23 = 19,6 мг-экв/л*

2. Для каждой пробы посчитайте сумму катионов (ΣК) и сумму анионов (ΣА). Они должны быть примерно равны (погрешность до 5 % - норма).

Шаг 2. Расчет процент-эквивалентов.

1. Для каждого иона рассчитайте его долю в процентах от суммы катионов или анионов.

$$\% \text{экв} = \frac{C(\text{мг} - \text{экв/л})}{\Sigma K(\text{или } \Sigma A)} \cdot 100$$

Шаг 3. Построение диаграммы Пайпера.

1. Используя миллиметровку или ПО, постройте пустой шаблон диаграммы Пайпера (два треугольника и ромб).

2. Нанесите точки, характеризующие каждую пробу:

– Левый треугольник (катионы): По осям %Ca, %Mg, %(Na+K). Для Пробы №1: (%Ca, %Mg, %(Na+K)).

– Правый треугольник (анионы): По осям %Cl, %SO₄, %HCO₃+CO₃.

– Ромб (суммарный состав): Спроецируйте точки из треугольников в ромб.

Шаг 4. Интерпретация результатов.

Ответьте на вопросы:

1. К какому генетическому типу (например, метеогенные, седиментогенные, магматогенные) можно отнести каждую из вод? Сделайте вывод, основываясь на положении точек на диаграмме.

* Ожидаемый результат: Проба №1 (Камчатка) займет положение в поле «бикарбонатно-натриевых» вод, характерных для активных вулканических регионов. Проба №2 (Западная Сибирь) окажется в поле «хлоридно-кальциево-натриевых» вод, типичных для глубоких осадочных бассейнов (седиментогенные рассолы).

2. Каков возможный генезис этих вод и их потенциальное применение?

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-1. Способность осуществлять и корректировать технологические процессы разработки и эксплуатации геотермальных ресурсов					
Знать: основные понятия, терминологию, классификацию, а также геологические условия формирования месторождений термальных и промышленных вод.	Частичное владение	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Уметь: выбирать оборудование, анализировать данные мониторинга, разрабатывать рекомендации по оптимизации эксплуатации и снижению экологических рисков.	Частичные умения	Неполные знания	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками работы с геолого-гидрогеологической информацией, проведения технологических расчетов и обработки данных химического анализа.	Частичное владение навыками	Неполные применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

Продолжение таблицы 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-3. Способность оптимизировать технологические режимы разработки и эксплуатации геотермальных ресурсов					
Знать: современные методы и оборудование для добычи, контроля параметров и регулирования процессов эксплуатации.	Частичное владение	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Уметь: проводить технико-экономическое обоснование проектов	Частичные умения	Неполные знания	Умения полные, допускаются	Сформированные умения	

и оценивать риски для обеспечения промышленной безопасности.			небольшие ошибки		
Владеть: навыками составления технологических схем, разделов проектной документации и использования специализированного программного обеспечения	Частичное владение навыками	Неполные применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Литература

11. Э. Берман. Геотермальная энергия. — Москва: Мир, 1978. — 416 с. — URL: <https://gildiam.ru/Portals/0/doc/literature/Geotermalnaya%20energiya.pdf>.
12. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии: монография /А.Б. Алхасов. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 376 с. — ISBN 978-5-9221-0976-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/49088>.
13. Гидрогеотермия. — Москва: Недра, 1976. — 280 с. — URL: <https://www.geokniga.org/books/1926>.
14. Геотермальная энергетика: технологии и экология / Под ред. А.И. Шестакова. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
15. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр [Электронный ресурс]: монография. — СПб.: Научные технологии, 2020. — 435 с. <https://publishing.intelgr.com/archive/osvoenie-teplovoy-energii-nedr.pdf>
16. Терехов Л.Д. Методы очистки воды : учебное пособие / Л. Д. Терехов, Г. И. Воловник, Е. Л. Терехова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-9729-1280-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133170.html>.
17. Старостина И.В. Промышленная экология : учебное пособие / И. В. Старостина, Л. М. Смоленская, С. В. Свергузова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 288 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66674.html>.
18. Рыльков, С. А. Основы технологии добычи нефти и газа : учебное пособие для СПО / С. А. Рыльков. — 2-е изд. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 268 с. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/136812.html>.
19. Статьи в научных журналах (последние 5 лет):
 - «Нефтяное хозяйство» (разделы по инновациям, экологии, утилизации попутных ресурсов).
 - «Георесурсы» / «Georesources».
 - «Энергетическая политика».
 - «Geothermics».
20. Электронные ресурсы:
 - Базы данных научных публикаций: ScienceDirect, Scopus, eLibrary.ru.

9.2. Методические указания по освоению дисциплины (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекции пользуются плакатами, макетами (фонтанная арматура, станок-качалка) и оборудования.

Технические средства обучения – сосредоточены в лабораториях кафедры «БРЭНГМ» (лаб. 2-33 и 2-35).

В лаборатории содержатся электронные версии лекций методических указаний к выполнению практических заданий.

Методические указания по освоению дисциплины
«Термальные и промышленные воды»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Термальные и промышленные воды» состоит из 8 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Термальные и промышленные воды» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, рефератам, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

- После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
- При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
- В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).

4. При подготовке к практическому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного

материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями

«важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического занятия;
5. Выполнить домашнее задание;
6. Проработать тестовые задания и задачи;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Термальные и промышленные воды» - это углубление и расширение знаний в области нефтегазового дела; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок (по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 10 баллов): реферат; участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составители:

К.т.н., с.н.с., доцент кафедры «БРЭНГМ»



/Р.Х. Моллаев/

Старший преподаватель кафедры «БРЭНГМ»



/Г.З. Хизаровна/

Старший преподаватель кафедры «БРЭНГМ»



/И.И. Алиев/

Согласовано:

Зав. кафедрой «БРЭНГМ», руководитель
ОП ВО ПИШ специальности 21.05.06
Нефтегазовые техника и технологии,
Специализации «Реинжиниринг нефтяных
скважин в геотермальные, эксплуатация и
обслуживание», к.т.н., доцент



/А.Ш. Халадов/

Директор ДУМР, к.ф-м.н., доцент



/М.А. Магомаева/