

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Марсель Шаварович

Должность: Ректор

Дата подписания: 11.05.2025 16:04:11

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

«Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин»

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

Цель преподавания дисциплины «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин» состоит в формировании у студентов глубоких теоретических знаний и практических навыков в области эффективной и безопасной эксплуатации, диагностики, технического обслуживания, ремонта и оптимизации работы геотермальных скважин на протяжении всего их жизненного цикла.

Задачами изучения дисциплины являются предложение студентам такого объема знаний, который при устройстве на работу по специальности позволит:

1. Изучить конструкции геотермальных скважин, специфику оборудования и материалы, устойчивые к агрессивным средам и высоким параметрам.
2. Освоить методы контроля и диагностики состояния скважин (дебит, давление, температура, химический состав флюида, механическая целостность).
3. Сформировать навыки выбора и применения эффективных режимов эксплуатации скважин для максимизации отдачи и предотвращения преждевременного истощения пласта.
4. Изучить технологии и методы технического обслуживания, профилактики и ремонта скважин (очистка от отложений, борьба с коррозией и эрозией, ремонт ствола и оборудования).
5. Развить умения анализа эксплуатационных проблем, прогнозирования сбоев и разработки мероприятий по повышению надежности и экономической эффективности работы скважин.
6. Ознакомить с современными цифровыми технологиями мониторинга, управления и оптимизации эксплуатации скважин (SCADA, предиктивная аналитика).

2. Место дисциплины в структуре общеобразовательной программы

Дисциплина «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Для изучения курса требуется знание по дисциплинам: математика; физика; основы нефтегазового дела; геология и инженерная геология; подземная гидромеханика; физика пласта; физика нефтяного и газового пласта; теплотехника; материаловедение; основы строительства и реинжиниринг нефтяных скважин в геотермальные; промышленная геофизика.

Данная дисциплина, кроме самостоятельного значения, является предшествующей для следующих: разработка нефтяных, газовых месторождений и термальных вод; контроль и регулирование процессов извлечения термальных вод; коррозия и защита оборудования в процессах добычи, сбора и транспорта нефти

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	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	Знать: конструктивные особенности скважин, технологии эксплуатации и диагностики скважин, техническое обслуживание и ремонт, оптимизацию и развитие

геотермальных ресурсов	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.	скважин. Уметь: анализировать и интерпретировать данные, производить расчеты основных параметров работы скважины, разрабатывать и выбирать технологии; составлять документацию. Владеть: навыками работы с приборами и ПО, методами диагностики и анализа оборудования, технологическими навыками
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	

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего		Семестры	
	часов/ зач.ед.		9	8
	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа	51/1,42	14/0,39	51/1,42	14/0,39
В том числе:				
Лекции	17/0,47	6/0,17	17/0,47	8/0,28
Практические занятия	34/0,94	8/0,28	34/0,94	6/0,17
Семинары				
Лабораторные работы				
Самостоятельная работа (всего)	57/1,58	121/3,36	57/1,58	121/3,36
В том числе:				
Курсовой проект				
Рефераты	10/0,28		10/0,28	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>				
Темы для самостоятельного изучения	37/1,02	91/2,53	37/1,02	91/2,53

Подготовка к практическим занятиям		10/0,28	30/0,83	10/0,28	30/0,83
Контроль		36/1	9/0,25	36/1	9/0,25
Вид отчетности		Экз.	Экз.	Экз.	Экз.
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. Геотермальные скважины: конструкция и специфика	1	3	2	4	3	7
2	Основные параметры работы скважины и методы их контроля	2		2		4	
3	Режимы эксплуатации геотермальных скважин	3		2		5	
4	Диагностика состояния скважин	2		2		4	
5	Техническое обслуживание и профилактика	2	3	2	4	4	7
6	Ремонтные работы в геотермальных скважинах (КРС)	2		2		4	
7	Оптимизация эксплуатации и продление срока службы	2		2		4	
8	Цифровизация и «умные» скважины	2				2	
9	Безопасность и экология при эксплуатации и ремонтах	1		3		4	

5.2 Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Геотермальные скважины: конструкция и специфика	Роль скважины в геотермальном цикле. Особенности конструкции геотермальных скважин (обсадные колонны, цементирование, эксплуатационная колонна, фильтры). Материалы для агрессивных сред и высоких Т/Р
2	Основные параметры работы скважины и методы их контроля	Дебит (жидкость, пар), давление (забойное, устьевое, пластовое), температура (пластовая, флюида), химический состав (минерализация, газы, pH). Методы и приборы замера (расходомеры, манометры, термометры, пробоотборники, хим.анализ).
3	Режимы эксплуатации геотермальных скважин	Фонтанная, насосная (глубинные насосы, особенности для термальных вод), эрлифтная эксплуатация. Выбор оптимального режима. Регулирование дебита. Управление давлением в

		системе.
4	Диагностика состояния скважин	Методы контроля технического состояния ствола и оборудования (геофизические исследования: расходометрия, термометрия, шумометрия, кавернометрия; вибродиагностика насосов). Признаки и диагностика проблем: засоление, коррозия, эрозия, отложения (карбонаты, силикаты, сульфиды), механические повреждения.
5	Техническое обслуживание и профилактика	Планово-предупредительные работы. Методы очистки скважин (механические, химические, гидродинамические). Промывка скважин. Контроль коррозии (ингибиторы, материалы, катодная защита). Мониторинг целостности обсадных колонн и цементного кольца.
6	Ремонтные работы в геотермальных скважинах (КРС)	Организация и виды ремонтов (текущий, капитальный). Технологии ремонта: удаление отложений, замена насосного оборудования, ремонт фильтров, ликвидация проявлений, восстановление целостности колонн (тампонирование, установка хвостовиков). Оборудование для КРС.
7	Оптимизация эксплуатации и продление срока службы	Методы повышения продуктивности скважин (гидроразрыв пласта в геотермальных условиях, солянокислотные обработки - с осторожностью). Обратная закачка отработанного теплоносителя: цели, технологии, мониторинг эффективности. Управление ресурсом скважины. Экономика эксплуатации и ремонтов.
8	Цифровизация и «умные» скважины	Системы телеметрии и SCADA для геотермальных скважин. Предиктивная аналитика для прогноза отказов и оптимизации ТОиР. Системы автоматического регулирования режима работы.
9	Безопасность и экология при эксплуатации и ремонтах	Опасные факторы: высокие Т/Р, токсичные газы (H_2S , CO_2), химические реагенты, вращающиеся механизмы. Техника безопасности при проведении работ. Экологические риски: утечки флюидов, шум, выбросы. Методы минимизации воздействия.

5.4. Лабораторный практикум (не предусматривается)

5.5. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Геотермальные скважины: конструкция и специфика	Практическое занятие № 1. Анализ типовых конструкций геотермальных скважин. Расчет основных гидродинамических параметров.
2	Основные параметры работы скважины и методы их контроля	Практическое занятие № 2. Работа с диаграммами ГИС (расход, температура, шум). Интерпретация данных для

		диагностики состояния скважины
3	Режимы эксплуатации геотермальных скважин	Практическое занятие № 3. Расчет и оптимизация режима работы скважины (выбор насоса, расчет депрессии)
4	Диагностика состояния скважин	Практическое занятие № 5. Разбор кейсов по диагностике причин снижения дебита/изменения параметров. Выбор метода восстановления продуктивности.
5	Техническое обслуживание и профилактика	Практическое занятие № 4. Разработка программы ППР для геотермальной скважины. Подбор методов и реагентов для очистки от специфических отложений.
6	Ремонтные работы в геотермальных скважинах (КРС)	Практическое занятие № 6. Планирование операций капитального ремонта скважины на основе диагностики. Расчет ресурсов.
7	Оптимизация эксплуатации и продление срока службы	Практическое занятие № 7. Расчет себестоимости добычи геотермального флюида. Оценка экономической эффективности ремонтов и оптимизационных мероприятий.
8	Безопасность и экология при эксплуатации и ремонтах	Практическое занятие № 8. Разработка плана локализации аварийной ситуации на геотермальной скважине. Оценка экологических рисков проекта.

6. Самостоятельная работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: ОФО 93 часов; ЗФО 130 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. Современные конструкции глубинно-насосного оборудования для высокотемпературных сред.
2. Методы борьбы с солеотложением в геотермальных скважинах и теплообменном оборудовании.
3. Технологии ингибирования коррозии в условиях сероводородсодержащих термальных вод.
4. Применение акустических и температурных методов для контроля целостности обсадных колонн.
5. Методы оценки остаточного ресурса геотермальной скважины.
6. Организация системы предиктивного обслуживания (PdM) на геотермальном месторождении.
7. Особенности ремонта скважин с высоким пластовым давлением.
8. Эксплуатационные риски при работе с двухфазным (вода-пар) флюидом.
9. Нормативная база по безопасности при проведении работ в геотермальных скважинах (Россия, международный опыт).
10. Влияние режима эксплуатации на соле- и газоотдачу пласта.

Перечень тем для реферата

1. Оптимизация работы парка геотермальных скважин с использованием цифровых двойников.
2. Инновационные материалы для эксплуатационного оборудования в агрессивных геотермальных средах.
3. Технологии гидropескоструйной перфорации и гидроразрыва пласта (ГРП) для интенсификации притока в геотермальных скважинах.
4. Опыт применения роботизированных комплексов для диагностики и ремонта скважин.
5. Методы мониторинга и обеспечения целостности скважин в сейсмически активных регионах.
6. Экономические аспекты выбора стратегии ремонта геотермальной скважины: ремонт vs бурение новой.
7. Системы сбора и утилизации попутного газа (CO₂, H₂S) на геотермальных месторождениях.
8. Практика использования технологии "умная скважина" (smart well) в мировой геотермальной энергетике.
9. Обратная закачка в геотермальных системах: технологии, мониторинг эффективности, экологические аспекты.
10. Анализ аварийных ситуаций при эксплуатации геотермальных скважин и методы их предотвращения.
11. Особенности эксплуатации геотермальных скважин на низкопотенциальных месторождениях.
12. Применение методов машинного обучения для прогнозирования сбоев в работе геотермальных скважин.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов

1. Дмитриев А.Ю. Ремонт нефтяных и газовых скважин : учебное пособие / А.Ю. Дмитриев, В.С. Хорев. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 272 с. — ISBN 978-5-4387-0697-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83983.html>.
2. Сизов В.Ф. Эксплуатация нефтяных скважин [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Сизов В.Ф., Коновалова Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 135 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63159.html>.
3. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин: Учебное пособие. - М.: МАКС Пресс, 2008. - 476 с. ISBN 978-5-317-02630-1. Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/2727>
4. Ипатов А.И., Кременецкий М.И., Промыслово-геофизический контроль. Новые задачи. Новые возможности. Новые приоритеты, Каротажник, № 96, 2002.

7. Оценочные средства

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Основная роль скважины в геотермальном цикле:
2. Эксплуатационная колонна в геотермальной скважине предназначена для:
3. Для изготовления обсадных колонн в агрессивных высокотемпературных средах чаще всего используют:
4. Забойное давление — это давление:
5. Для измерения расхода (дебита) геотермальной воды в скважине НЕ применяется:
6. Какой газовый состав чаще всего требует мониторинга из-за коррозионной опасности и токсичности?

7. Фонтанная эксплуатация геотермальной скважины возможна при условии:
8. Для эксплуатации низконапорных геотермальных скважин с горячей водой чаще всего применяют:
9. Основная цель регулирования дебита скважины:
10. Какой метод геофизической диагностики позволяет определить интервалы притока флюида в скважину?
11. Метод термометрии в скважине помогает выявить:
12. Метод шумометрии (акустического шума) используется для диагностики:
13. Основным признаком активного процесса солеотложения (скейлинга) в стволе скважины:
14. Карбонатные отложения (CaCO_3) чаще всего образуются из-за:
15. Эрозия оборудования скважины обычно вызвана:
16. Цементирование обсадных колонн в геотермальных скважинах должно обеспечивать:
17. Фильтровая часть эксплуатационной колонны служит для:
18. Пластовое давление — это давление:
19. Пробоотборник глубинный используется для:
20. Эрлифтная эксплуатация основана на принципе:
21. Оптимальный режим эксплуатации выбирается на основе анализа:
22. Кавернометрия используется для определения:
23. Вибродиагностика глубинного насоса помогает оценить:
24. Коррозия в геотермальной скважине чаще всего усиливается под действием:
25. Отложения аморфного кремнезема (SiO_2) характерны для:
26. Для контроля коррозии в реальном времени на устье скважины могут устанавливаться:
27. Основная задача управления давлением в системе сбора геотермального флюида:
28. Признаком механического повреждения фильтра или колонны может служить:
29. pH геотермального флюида является важным параметром, так как влияет на:
30. Для измерения температуры по стволу скважины в процессе эксплуатации используется:

Образец варианта для проведения 1 рубежной аттестации

Первая рубежная аттестация

по дисциплине «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин»

Тест № 1

1. Основная роль скважины в геотермальном цикле:
 - A. Генерация электричества
 - B. Добыча и транспортировка геотермального флюида из пласта на поверхность
 - C. Очистка геотермального флюида от примесей
 - D. Накопление тепловой энергии
2. Забойное давление — это давление:
 - A. На выходе флюида из устья скважины
 - B. В сепараторе на поверхности
 - C. На забое (внизу) скважины
 - D. В пласте на некотором удалении от скважины
3. Фонтанная эксплуатация геотермальной скважины возможна при условии:
 - A. Низкой температуры флюида
 - B. Высокой минерализации
 - C. Достаточного пластового давления для самоподъема флюида
 - D. Установки погружного насоса

4. Какой метод геофизической диагностики позволяет определить интервалы притока флюида в скважину?
- A. Кавернометрия
 - B. Термометрия
 - C. Расходомерия (вертушка)
 - D. Шумометрия
5. Основной признак активного процесса солеотложения (скейлинга) в стволе скважины:
- A. Резкое повышение давления на устье
 - B. Постепенное снижение дебита при постоянном забойном давлении
 - C. Изменение цвета флюида на прозрачный
 - D. Увеличение газового фактора
6. Цементирование обсадных колонн в геотермальных скважинах должно обеспечивать:
- A. Только механическую устойчивость колонны
 - B. Термическую и химическую стойкость, изоляцию горизонтов
 - C. Высокую электропроводность
 - D. Увеличение диаметра ствола
7. Пробоотборник глубинный используется для:
- A. Измерения расхода
 - B. Отбора представительной пробы пластового флюида для химического анализа
 - C. Записи температуры
 - D. Очистки ствола скважины
8. Кавернометрия используется для определения:
- A. Скорости потока
 - B. Профиля и диаметра ствола скважины, выявления зон размыва
 - C. Концентрации H_2S
 - D. Вязкости флюида
9. Отложения аморфного кремнезема (SiO_2) характерны для:
- A. Низкотемпературных рассолов
 - B. Высокотемпературных термальных вод при их охлаждении
 - C. Только паровых скважин
 - D. Скважин с нейтральным pH
10. Признаком механического повреждения фильтра или колонны может служить:
- A. Резкое увеличение дебита без изменения давления
 - B. Появление в добываемом флюиде обломков породы или металла (шейера)
 - C. Снижение температуры флюида
 - D. Увеличение прозрачности воды

Студент гр. ____ - ____

Ф.И.О.

ропись студента

Дата проведения аттестации « ____ » _____ 202 ____ г.

Преподаватель _____

Ф.И.О.

Количество баллов за аттестацию « ____ »

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. К планово-предупредительным работам (ППР) на геотермальной скважине относится:
2. Механический метод очистки ствола скважины от отложений — это:
3. Химический метод борьбы с отложениями подразумевает:
4. Целью промывки скважины НЕ является:
5. Катодная защита обсадных колонн предназначена для:
6. Для мониторинга целостности цементного кольца за обсадной колонной применяется:
7. Капитальный ремонт скважины (КРС) отличается от текущего:
8. Технология установки хвостовика (лайнера) применяется для:
9. Для ликвидации межколонных проявлений (перетоков) используется:
10. Гидроразрыв пласта (ГРП) в геотермальных условиях может применяться для:
11. Основная цель обратной закачки отработанного теплоносителя:
12. Мониторинг эффективности системы закачки включает контроль:
13. Управление ресурсом скважины направлено на:
14. SCADA-система на геотермальной скважине обеспечивает:
15. Предиктивная аналитика в системе ТОиР использует данные для:
16. Автоматическая система регулирования дебита скважины может основываться на сигнале от:
17. Наиболее опасный токсичный газ, часто встречающийся в геотермальных флюидах:
18. При работе с геотермальным флюидом необходимо учитывать риск:
19. Основная экологическая мера при ремонтных работах с извлечением колонн:
20. Для минимизации выбросов H_2S при эксплуатации скважин используют:
21. Техника безопасности требует, чтобы перед спуском людей в затрубное пространство (при его достаточном диаметре):
22. К опасным факторам при обслуживании глубинных насосов НЕ относится:
23. Экономически обоснованный ремонт скважины проводится, когда:
24. «Умная» скважина может оснащаться датчиками для постоянного мониторинга:
25. Принцип Zero Liquid Discharge (ZLD) в контексте геотермальной энергетики подразумевает:
26. Перед проведением любых ремонтных работ на скважине под давлением необходимо:
27. Система телеметрии позволяет:
28. Признаком «теплового истощения» грунта вокруг вертикального теплообменника ТНУ является:
29. Для защиты от падения предметов в скважину во время ремонта устье должно быть оборудовано:
30. Экономия от внедрения предиктивной аналитики и «умных» систем возникает за счет:

Образец варианта для проведения 2 рубежной аттестации

Вторая рубежная аттестация

по дисциплине «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин»

Тест № 1

1. К планово-предупредительным работам (ППР) на геотермальной скважине относится:
А. Аварийный ремонт при обрыве штанг
В. Периодическая проверка и обслуживание устьевой арматуры, замена изношенных деталей насоса по графику
С. Ликвидация открытого фонтана
D. Глушение скважины после аварии
2. Целью промывки скважины НЕ является:

- A. Очистка ствола и забоя от шлама и механических примесей
 - B. Охлаждение пласта для увеличения отдачи
 - C. Подготовка к спуску исследовательских приборов или ремонтным работам
 - D. Восстановление продуктивности
3. Капитальный ремонт скважины (КРС) отличается от текущего:
- A. Более низкой стоимостью
 - B. Меньшей продолжительностью работ
 - C. Необходимостью применения тяжелой техники и сложных технологий (например, восстановление целостности колонны)
 - D. Проведением без остановки добычи
4. Гидроразрыв пласта (ГРП) в геотермальных условиях может применяться для:
- A. Охлаждения призабойной зоны
 - B. Создания или увеличения фильтрационных каналов в низкопроницаемых коллекторах (особенно в петротермальных системах EGS)
 - C. Уменьшения солеотложения
 - D. Герметизации обсадной колонны
5. Управление ресурсом скважины направлено на:
- A. Максимальную добычу в первые 2 года
 - B. Обеспечение проектного уровня добычи в течение всего срока службы
 - C. Добычу без учета состояния пласта
 - D. Минимизацию затрат только на этапе бурения
6. Автоматическая система регулирования дебита скважины может основываться на сигнале от:
- A. Датчика давления или расхода, работающего по заданной программе
 - B. Только ручного указания оператора
 - C. Прогноза погоды
 - D. Времени суток
7. Основная экологическая мера при ремонтных работах с извлечением колонн:
- A. Ускорение работы любой ценой
 - B. Предотвращение утечек флюида и загрязнения почвы с помощью герметичных превенторов и емкостей
 - C. Сброс флюида в дренажную канаву
 - D. Работы без оформления наряда-допуска
8. К опасным факторам при обслуживании глубинных насосов НЕ относится:
- A. Вращающиеся части при извлечении установки
 - B. Высокая температура поднимаемых штанг и tubing
 - C. Возможность падения предметов в скважину
 - D. Стабильная комнатная температура в машинном зале
9. Принцип Zero Liquid Discharge (ZLD) в контексте геотермальной энергетики подразумевает:
- A. Сброс всех жидких отходов в испарительные пруды
 - B. Полную закачку отработанного геотермального флюида и жидких технологических отходов обратно в пласт
 - C. Использование флюида только для орошения полей
 - D. Отсутствие любой жидкости в технологическом цикле

10. Признаком «теплового истощения» грунта вокруг вертикального теплообменника ТНУ является:

- А. Повышение температуры грунта летом
- В. Постепенное долгосрочное снижение эффективности (COP) теплового насоса из-за охлаждения грунта
- С. Образование инея на оголовке скважины зимой
- Д. Увеличение расхода электроэнергии насоса

Студент гр. ____ - ____

Ф.И.О.

роспись студента

Дата проведения аттестации «__» _____ 202__ г.

Преподаватель _____

Ф.И.О.

Количество баллов за аттестацию «__»

роспись преподавателя

Вопросы к экзамену

1. Конструкция геотермальной скважины: типы колонн, цементирование, эксплуатационное оборудование. Требования к материалам.
2. Система контроля параметров работы геотермальной скважины: измеряемые параметры, методы, приборы, периодичность.
3. Основные режимы эксплуатации геотермальных скважин: фонтанный, насосный (типы насосов), эрлифтный. Достоинства, недостатки, область применения.
4. Диагностика состояния скважины: методы геофизических исследований (дебитометрия, термометрия, шумометрия, кавернометрия), их информативность. Диагностика механического состояния насосов.
5. Основные эксплуатационные проблемы геотермальных скважин: солеотложения, коррозия, эрозия, песчаные пробки, механические повреждения. Причины возникновения, диагностика.
6. Техническое обслуживание геотермальных скважин: виды, периодичность, основные операции (очистка, промывка, замена оборудования, контроль коррозии).
7. Технологии очистки скважин от различных видов отложений: механические, химические, гидродинамические методы.
8. Капитальный и текущий ремонт скважин (КРС, ТРС): организация, виды работ, применяемое оборудование. Особенности ремонта в условиях высоких температур и агрессивных сред.
9. Методы интенсификации притока в геотермальных скважинах: гидравлический разрыв пласта (ГРП), солянокислотные обработки (СКО) - возможности и ограничения.
10. Роль обратной закачки в поддержании пластового давления и экологии. Технологии закачки, мониторинг эффективности.
11. Оптимизация эксплуатации геотермальных скважин: выбор режима, управление ресурсом, экономические аспекты.
12. Цифровые технологии в эксплуатации скважин: SCADA-системы, телеметрия, предиктивная аналитика, цифровые двойники.
13. Системы управления целостностью скважин (Well Integrity Management System - WIMS) на геотермальных объектах.
14. Опасные факторы при эксплуатации и ремонте геотермальных скважин (высокие Т/Р, токсичные газы, химические реагенты). Техника безопасности. Экологические риски и методы их минимизации.

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

Дисциплина «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин»

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

Билет 1

1. Основные режимы эксплуатации геотермальных скважин: фонтанный, насосный (типы насосов), эрлифтный. Достоинства, недостатки, область применения.
2. Техническое обслуживание геотермальных скважин: виды, периодичность, основные операции (очистка, промывка, замена оборудования, контроль коррозии).
3. Системы управления целостностью скважин (Well Integrity Management System - WIMS) на геотермальных объектах.

Утверждаю:

«___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Текущий контроль

Практическое занятие № 1. Анализ типовых конструкций геотермальных скважин. Расчет основных гидродинамических параметров

Задание 1. Анализ типовой конструкции геотермальной скважины

Исходные данные: Вам предоставлена конструктивная схема геотермальной скважины № ГТ-15.

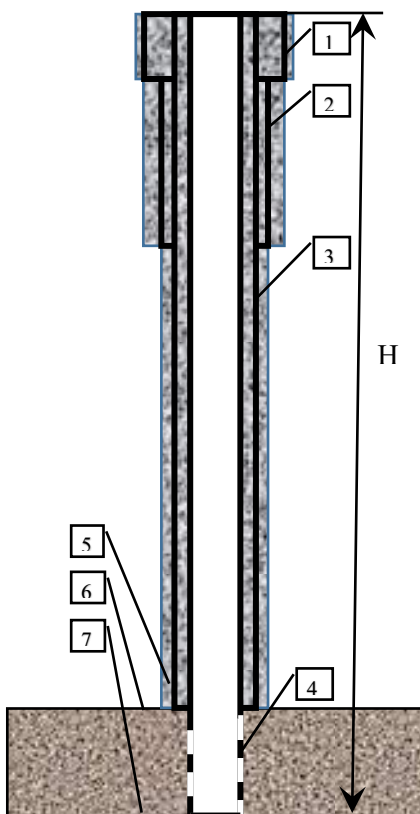


Схема 1. Конструкция скважины

1. Глубина скважины: $H = 2200$ м.

2. Эксплуатационный объект: Пласт "А" с кровлей на 2100 м.
3. Конструкция:
 - Направление (0-30 м): Диаметр 426 мм, колонна 325 мм, цемент до устья.
 - Кондуктор (30-500 м): Диаметр 324 мм, колонна 245 мм, цемент до устья. Перекрывает водоносные горизонты.
 - Промежуточная колонна (0-1800 м): Диаметр 244,5 мм, колонна 178 мм, цемент до 500 м. Перекрывает зону неустойчивых пород.
 - Эксплуатационная колонна (0-2200 м): Диаметр 168 мм, колонна 114 мм. Цементирована до 1800 м. Нижний интервал 2100-2200 м – перфорированный фильтр.
4. Температура на забое: 95°C.
5. Химический состав флюида: pH=6.5, содержание H₂S - 50 мг/л, минерализация - 12 г/л.

Вопросы для анализа:

1. Объясните, для чего предназначена каждая из обсадных колонн в данной конструкции.
2. Почему эксплуатационная колонна цементирована не до забоя, а только до 1800 м?
3. Проанализируйте агрессивность среды. Предложите, из какого материала должна быть изготовлена эксплуатационная колонна и насосное оборудование. Обоснуйте свой выбор.
4. Оцените надежность данной конструкции. Какие потенциальные риски вы видите?

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: конструктивные особенности скважин, технологии эксплуатации и диагностики скважин, техническое обслуживание и ремонт, оптимизацию и развитие скважин.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Уметь: анализировать и интерпретировать данные, производить расчеты основных параметров работы скважины, разрабатывать и выбирать технологии; составлять документацию.	Частичные умения	Неполные знания	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками работы с приборами и ПО, методами диагностики и анализа оборудования, технологическими навыками	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: конструктивные особенности скважин, технологии эксплуатации и диагностики скважин, техническое обслуживание и ремонт, оптимизацию и развитие скважин.	Частичное владение	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Уметь: анализировать и интерпретировать данные, производить расчеты основных параметров работы скважины, разрабатывать и выбирать технологии; составлять документацию.	Частичные умения	Неполные знания	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: навыками работы с приборами и ПО, методами диагностики и анализа оборудования, технологическими навыками	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

1. Дмитриев А.Ю. Ремонт нефтяных и газовых скважин : учебное пособие / А.Ю. Дмитриев, В.С. Хорев. — Томск : Томский политехнический университет, 2016. — 272 с. — ISBN 978-5-4387-0697-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83983.html>.
2. Сизов В.Ф. Эксплуатация нефтяных скважин [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Сизов В.Ф., Коновалова Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 135 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63159.html>.
3. Кременецкий М.И., Ипатов А.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин: Учебное пособие. - М.: МАКС Пресс, 2008. - 476 с. ISBN 978-5-317-02630-1. Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/2727>
4. Ипатов А.И., Кременецкий М.И., Промыслово-геофизический контроль. Новые задачи. Новые возможности. Новые приоритеты, Каротажник, № 96, 2002.

б) дополнительная литература:

1. 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>.
2. Освоение геотермальной энергии: монография / под редакцией В.Е. Фортова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2022. — 320 с. — ISBN 978-5-9221-1950-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305330>.
3. Э. Берман. Геотермальная энергия. — Москва: Мир, 1978. — 416 с. — URL: <https://gildiam.ru/Portals/0/doc/literature/Geotermalnaya%20energiya.pdf>.
4. Гидрогеотермия. — Москва: Недра, 1976. - 280 с. — URL: <https://www.geokniga.org/books/1926>.
5. Геотермальная энергетика: технологии и экология / Под ред. А.И. Шестакова. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
6. Гидрогеотермия: методы исследований и расчетов / В.Н. Пиннекер. — Новосибирск: Наука, 2018.
7. Автоматизация процессов в геотермальной энергетике / С.К. Иванов. — СПб.: Профессия, 2021.
8. ГОСТ Р 58095-2018 – "Воды термальные. Методы контроля".

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
«Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин»

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 «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин» состоит из 9 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, тестам, 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:

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

3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Эффективные методы эксплуатации и обслуживания геотермальных скважин» - 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 15 баллов)

1. Реферат
2. 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»



/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/