

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Мухамед Шаварш

Должность: Ректор

Дата подписания: 26.11.2023 13:18:10

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a582519fa4304cc

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор И.Г. Гайрабеков

« 01 » июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Технология и техника методов повышения нефтеотдачи»

Специальность

21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Специализация

«Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений»

Квалификация

горный инженер

Год начала подготовки - 2023

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи» является приобретение студентами знаний об основных методах повышения нефтеотдачи, а также об основных технологических приемах извлечения нефти из пласта. Приобретение необходимого для их дальнейшей профессиональной деятельности минимума знаний и практических навыков.

Задачи изучения дисциплины «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи». Умение студентов использовать полученные знания в практической деятельности инженеров в области технологии методов повышения нефтеотдачи пластов при принятии решений выбора рациональных способов повышения нефтеотдачи.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи» относится к обязательной части Блока 1.

Для изучения курса требуется знание: физики; математики; химии; безопасности жизнедеятельности; экологии; основ автоматизации производственных процессов в разработке.

Данный курс читается в последнем семестре и завершает теоретическое обучение студентов.

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)
Общепрофессиональные		
ПК-1. способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК-1.1. знать основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий	Знать: – об объектах и системах разработки с воздействием на пласт и без воздействия на пласт, режимах работы нефтяных и газовых пластов, рассмотрении способов эксплуатации скважин, основы выбора рационального способа эксплуатации скважин, эксплуатация скважин и обслуживание скважин Уметь: – обобщать опыт разработки нефтяных и газовых месторождений с воздействием и без воздействия на пласт, использовать методы технико-экономического анализа Владеть: методами технологических расчетов основных показателей разработки залежи, эксплуатационных скважин; исследованием пластов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего		Семестры	
		часов/ зач.ед.		11	11
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
Контактная работа (всего)		48/1,33	14/0,39	48/1,33	14/0,39
В том числе:					
Лекции		24/0,67	4/0,11	24/0,67	4/0,11
Практические занятия		24/0,67	10/0,28	24/0,67	10/0,28
Самостоятельная работа (всего)		96/2,67	130/3,61	96/2,67	130/3,61
В том числе:					
Рефераты		10/0,28		10/0,28	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>					
Темы для самостоятельного изучения		86/2,39	90/2,5	86/2,39	90/2,5
Подготовка к практическим занятиям			20/0,28		20/0,28
Подготовка к зачету			20/0,55		20/0,55
Вид отчетности		Зачет	Зачет	Зачет	Зачет
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 2

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Лекц. часы		Практ. занят. часы		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Общая характеристика методов воздействия на нефтяные залежи и повышения нефтеотдачи пластов	2	2			2	7
2	Системы разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления (ППД)	3		6	3	9	
3	Тепловые методы повышения нефтеотдачи	3		4	2	7	
4	Методы повышения проницаемости призабойной зоны пласта	2				2	
5	Химические методы воздействия	4	2	4	2	8	7
6	Механические методы воздействия	2		4	1	6	
7	Тепловые методы воздействия на призабойную зону пласта	4		4	1	8	
8	Комплексное воздействие на призабойную зону пласта	2				2	
9	Обработка призабойной зоны пласта поверхностно-активными веществами	2		2	1	4	

5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Общая характеристика методов воздействия на нефтяные залежи и повышения нефтеотдачи пластов	Цели и задачи дисциплины. Сущность проблемы увеличения нефтеотдачи пластов.
2	Системы разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления (ППД)	Технология и техника ППД заводнением. Водоснабжение систем ППД. Поддержание пластового давления закачкой газа.
3	Тепловые методы повышения нефтеотдачи	Вытеснение нефти с применением теплоносителей (водяной пар, горячая вода, терморазтворители). Внутрипластовое горение. Оборудования и устройства, применяемые при внутрипластовом горении.
4	Методы повышения проницаемости призабойной зоны пласта	Назначение и классификация методов воздействия на призабойную зону пласта.
5	Химические методы воздействия	Соляно-кислотная обработка призабойной зоны пласта. Поинтервальная или ступенчатая СКО. Кислотные обработки терригенных коллекторов.
6	Механические методы воздействия	Гидравлический разрыв пласта (ГРП) и его разновидности. Давление разрыва. Технология процесса и оценка его эффективности.
7	Тепловые методы воздействия на призабойную зону пласта	Закачка прогретой нефти, нефтепродуктов или воды, обработанной ПАВ. Закачка пара паронагнетателями. Электротепловая обработка. Забойные нагреватели.
8	Комплексное воздействие на призабойную зону пласта	Термокислотная обработка. Внутрипластовая термохимическая обработка. Термогазохимическое воздействие.
9	Обработка призабойной зоны пласта поверхностно-активными веществами	Механизм действия поверхностно-активных веществ (ПАВ) в пористой среде. Опыт применения поверхностно-активных веществ для улучшения проницаемости призабойной зоны пласта.

5.3. Лабораторный практикум (не предусмотрены)

5.4. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практических занятий (семинаров)
1	Системы разработки нефтяных месторождений с поддержанием пластового давления (ППД)	Определение числа нагнетательных скважин, расхода воды и давления нагнетания Определение количества воды и газа, необходимого для поддержания пластового

2	Тепловые методы повышения нефтеотдачи	Определение площади нагревания части пласта при нагнетании пара Влажное внутрислоевоое горение, определение распределения температуры в пласте
3	Химические методы воздействия	Определение расчетных показателей солянокислотной обработки забоя скважин
4	Механические методы воздействия	Определение расчетных показателей процесса гидроразрыва пласта
5	Тепловые методы воздействия на призабойную зону пласта	Термокислотная обработка забоя скважин. Тепловая обработка забоя скважин. Произвести расчет электротепловой обработки призабойной зоны пласта.
6	Обработка призабойной зоны пласта поверхностно-активными веществами	Расчет обработки призабойной зоны пласта ПАВ

6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине:

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: 96 часа у ОФО, и 130 часов у ЗФО.

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

Темы для самостоятельного изучения

1. Сущность проблемы увеличения нефтеотдачи пластов.
2. Технология и техника ППД заводнением.
3. Оборудования и устройства, применяемые при внутрислоевоом горении.
4. Закачка прогретой нефти, нефтепродуктов или воды, обработанной ПАВ.
5. Электротепловая обработка.
6. Гидродинамические методы повышения нефтеотдачи.
7. Изменение направлений фильтрационных потоков.
8. Создание высоких давлений нагнетания.
9. Форсированный отбор жидкости.
10. Поддержание пластового давления закачкой газа.
11. Заводнение растворами полимеров.
12. Заводнение растворами ПАВ.
13. Заводнение мицеллярными растворами.
14. Заводнение растворами щелочей.
15. Вытеснение нефти газом высокого давления.
16. Заводнение с углекислотой.
17. Сернокислотное заводнение.
18. Забойные нагреватели.
19. Механизм действия поверхностно-активных веществ (ПАВ) в пористой среде.
20. Опыт применения поверхностно-активных веществ для улучшения проницаемости призабойной зоны пласта.
21. Методы извлечения остаточной нефти из заводненных пластов
22. Поинтервальная или ступенчатая СКО
23. Системы разработки месторождения с использованием заводнения

24. Физико-химические методы регулирования охвата неоднородных пластов воздействием при заводнении
25. Технология увеличения нефтеотдачи пластов на основе кислотного воздействия
26. Современные методы увеличения нефте- и газоотдачи пластов
27. Методы извлечения остаточной нефти из заводненных пластов
28. Внутрипластовое горение
29. Цели применения методов увеличения нефтеотдачи
30. Гидродинамические методы увеличения нефтеотдачи

Перечень тем для реферата

1. Особенности развития нефтедобычи вертикально-интегрированной нефтяной компании.
2. Эффективные методы повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи нефти, применяемые в ОАО.
3. Технологическая эффективность методов увеличения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти.
4. Эффективные методы воздействия на призабойную зону пласта.
5. Эффективные потокоотклоняющие методы.
6. Эффективные дорогостоящие методы повышения нефтеотдачи пластов (гидроразрыв пласта, горизонтальные скважины, резка боковых стволов).
7. Технологическая эффективность комплексного воздействия технологий повышения нефтеотдачи пластов.
8. Методы поддержания пластового давления
9. Системы поддержания пластового давления
10. Влияние химических реагентов, применяемых для интенсификации добычи нефти, на формирование и устойчивость водонефтяных эмульсий
11. История применения поверхностно-активных веществ в подготовке нефти
12. Композиционные поверхностно-активные вещества в процессах сбора и подготовки нефтей
13. Коллоидно-химические свойства промышленных поверхностно-активных веществ
14. Физико-химические методы увеличения нефтеизвлечения.
15. Газовые методы увеличения нефтеизвлечения.
16. Микробиологические методы увеличения нефтеизвлечения.
17. Физические методы увеличения нефтеизвлечения.
18. Тепловые методы увеличения нефтеизвлечения.
19. Рудничные методы увеличения нефтеизвлечения.
20. Четвертичные методы увеличения нефтеизвлечения.

Учебное методическое обеспечение для самостоятельной работы

1. Бабак С.В. Эффективность технологий интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов [Электронный ресурс]/ Бабак С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Геоинформмарк, Геоинформ, 2008.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16888.html>.
2. Квеско Б.Б. Методы и технологии поддержания пластового давления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Квеско Б.Б. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 128 с. - ISBN 978-5-9729-0214-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902149.html>.
3. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебник/ Петраков Д.Г., Мардашов Д.В., Максютин А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 526 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71703.html>.

4. Применение поверхностно-активных веществ в процессах подготовки и транспортировки нефти [Электронный ресурс]: монография/ Н.Ю. Башкирцева [и др.]— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62245.html>.
5. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
6. Савенок О.В. Методы прогнозирования факторов затруднения нефтедобычи с осложнёнными условиями и анализ принципов информационных управляющих систем [Электронный ресурс] / Савенок О.В. - М. : Горная книга, 2013. - 54 с. - ISBN 0236-1493-2013-57 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/0236-1493-2013-57.html>.

7. Оценочные средства

Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Основные методы воздействия на пласт.
2. Какие существуют специальные методы воздействия на пласт, которые являются сочетанием основных методов?
3. Основные системы разработки нефтяных месторождений при ППД закачкой воды.
4. При каких условиях целесообразно законтурное заводнение?
5. Какие недостатки имеет законтурное заводнение?
6. Основное назначение системы водоснабжения при ППД.
7. От чего зависит конкретный выбор системы водоснабжения?
8. Какие основные требования предъявляются при ППД закачкой воды к нагнетаемой воде?
9. Из каких самостоятельных звеньев или элементов состоит система водоснабжения?
10. Методы теплового воздействия на пласт.
11. Закачка теплоносителей
12. Внутрипластовое горение
13. Что происходит в результате создания теплового фронта, температура которого достигает 450-500⁰С?
14. Что является основной причиной низкой продуктивности скважин?
15. Какие методы применяют для увеличения проницаемости пласта и призабойной зоны?

Образец теста для аттестации

Ф.И.О. студента _____

ТЕСТ.

для итоговой аттестации группы НР, НБ - 08

1. Целями воздействия на залежь нефти являются:
 - а) поддержание устьевого давления;
 - б) поддержание пластового давления;
 - в) увеличение пластовой жидкости;
 - г) увеличение конечной нефтеотдачи;
 - д) поддержание нагнетательных скважин.
2. В зависимости от диаметра и длины терморектора при термокислотной обработке, в него загружают:
 - а) 40-60 кг магния;
 - б) 70-100 кг кальция;
 - в) 30-70 кг кальция;
 - г) 10-30 кг магния;
 - д) 40-100 кг магния.
3. Практически установлено, что для эффективного прогрета призабойной зоны пласта требуется:
 - а) 25—35 м³ горячих нефтепродуктов или сырой нефти, нагретых до 80—85 °С;
 - б) 15—30 м³ горячих нефтепродуктов или сырой нефти, нагретых до 90—95 °С;
 - в) 5—15 м³ горячих нефтепродуктов или сырой нефти, нагретых до 50—85 °С;
 - г) 55—80 м³ горячих нефтепродуктов или сырой нефти, нагретых до 60—90 °С;
 - д) 75—95 м³ горячих нефтепродуктов или сырой нефти, нагретых до 70—100 °С.

4. Какие вопросы последовательно прорабатывают для принятия решения о проведении поддержания пластового давления закачкой воды на конкретной залежи нефти?
- 1) _____
 - 2) _____
 - 3) _____
 - 4) _____
5. Создание подвижного фронта горения непосредственно в пласте сокращает потери теплоты и поднимает:
- а) уровень столба жидкости в скважине;
 - б) уровень пластового давления;
 - в) эффективность водонефтяного контакта;
 - г) содержание парафина в нефти;
 - д) эффективность теплового воздействия.
6. Внутрипластовая термохимическая обработка комплексно сочетает в себе элементы:
- а) гидравлического разрыва пласта, солянокислотной и химической обработок;
 - б) гидropескоструйной перфорации, солянокислотной и тепловой обработок;
 - в) гидравлического разрыва пласта, солянокислотной и тепловой обработок;
 - г) гидropескоструйной перфорации, термокислотной и тепловой обработок.
7. Что является основной причиной низкой продуктивности скважин наряду с плохой естественной проницаемостью пласта и некачественной перфорацией?
- а) снижение пористости призабойной зоны пласта;
 - б) снижение проницаемости призабойной зоны пласта;
 - в) повышение пористости призабойной зоны пласта;
 - г) снижение башмака призабойной зоны пласта;
 - д) повышение забоя призабойной зоны пласта.
 - д) с перекрытым забоем.

Вопросы ко второй рубежной аттестации

1. Гидравлический разрыв пласта
2. Из каких последовательно проводимых этапов состоит операция ГРП?
3. Каким требованиям должен удовлетворять песок для заполнения трещин при ГРП?
4. Гидropескоструйная перфорация
5. Какие реагенты добавляют к раствору соляной кислоты при обработке скважин?
6. Кислотные ванны
7. Простые кислотные обработки
8. Кислотная обработка под давлением
9. Кислотно-струйные обработки
10. Пенокислотные обработки
11. Какие преимущества имеет пенокислотная обработка перед обычной обработкой?
12. Тепловые методы воздействия на призабойную зону пласта
13. Термокислотная обработка
14. Внутрипластовая термохимическая обработка
15. Термогазохимическое воздействие

Образец теста для аттестации

Ф.И.О. студента _____

ТЕСТ...

для итоговой аттестации группы НР, НБ - 08

1. Из каких самостоятельных звеньев или элементов состоит система водоснабжения?
- _____
- _____
- _____
2. Причиной низкой продуктивности скважин может быть некачественная перфорация вследствие применения:
- а) пулевых перфораторов;
 - б) маломощных перфораторов;
 - в) гидropескоструйных перфораторов;
 - г) российских перфораторов;
 - д) перфораторов западного производства.
3. На каком расстоянии от контура нефтеносности располагается линия нагнетательных скважин при законтурном заводнении?
- | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| а) 200 - 400м; | б) 350 – 800м; | в) 300 – 600м; | г) 200 – 800м; |
| д) 300 – 800м; | е) 100 – 300м. | | |

4. Интенсификация добычи нефти и увеличение нефтеотдачи пластов при нагнетании теплоносителей достигается за счет:
- снижения давления нефти и теплового воздействия пластовой нефти;
 - повышения вязкости нефти и теплового расширения пластового давления;
 - повышения плотности нефти и теплового воздействия на пропластки;
 - снижения вязкости нефти и теплового расширения пластовой нефти;
 - снижения плотности нефти и теплового воздействия на НКТ.
5. При значительной толщине пласта и низких пластовых давлениях применяют:
- кислотной ванны;
 - кислотной обработки под давлением;
 - термокислотной обработки;
 - пенокислотной обработки;
 - термогазохимическое воздействие.
6. Простые кислотные обработки являются наиболее распространенным видом химического воздействия и осуществляются:
- с обязательным проталкиванием кислоты в затрубное пространство;
 - с обязательной продавкой кислоты в пласт;
 - с продавливанием стенок обсадной колонны;
 - только вместе с пенокислотными обработками.
7. Когда затруднена гидродинамическая связь нефтяной зоны пласта с законтурной областью, применяют:
- внутриконтурное заводнение;
 - законтурное заводнение;
 - площадное заводнение;
 - приконтурное заводнение;
 - очаговое заводнение.
8. При открытом забое простая кислотная обработка выполняется только после:
- пенокислотной обработки;
 - кислотной обработки под давлением;
 - термокислотной обработки;
 - кислотной ванны;
 - законтурного заводнения.
9. Какие основные методы воздействия на пласт существуют?
- внутриконтурное заводнение;
 - поддержание пластового давления закачкой газа;
 - площадное заводнение;
 - поддержание пластового давления закачкой воды;
 - очаговое заводнение;
 - тепловые методы.

Вопросы к экзамену

- Основные методы воздействия на пласт.
- Какие существуют специальные методы воздействия на пласт, которые являются сочетанием основных методов?
- Основные системы разработки нефтяных месторождений при ППД закачкой воды.
- При каких условиях целесообразно законтурное заводнение?
- Какие недостатки имеет законтурное заводнение?
- Основное назначение системы водоснабжения при ППД.
- От чего зависит конкретный выбор системы водоснабжения?
- Какие основные требования предъявляются при ППД закачкой воды к нагнетаемой воде?
- Из каких самостоятельных звеньев или элементов состоит система водоснабжения?
- Методы теплового воздействия на пласт.
- Закачка теплоносителей
- Внутрипластовое горение
- Что происходит в результате создания теплового фронта, температура которого достигает $450-500^{\circ}\text{C}$?
- Что является основной причиной низкой продуктивности скважин?
- Какие методы применяют для увеличения проницаемости пласта и призабойной зоны? (ПКР-5)
- Гидравлический разрыв пласта (ПК-1)
- Из каких последовательно проводимых этапов состоит операция ГРП? (ПКР-3)
- Каким требованиям должен удовлетворять песок для заполнения трещин при ГРП?

19. Гидропескоструйная перфорация
20. Какие реагенты добавляют к раствору соляной кислоты при обработке скважин?
21. Кислотные ванны
22. Простые кислотные обработки
23. Кислотная обработка под давлением
24. Кислотно-струйные обработки
25. Пенокислотные обработки
26. Какие преимущества имеет пенокислотная обработка перед обычной обработкой?
27. Тепловые методы воздействия на призабойную зону пласта (ПК-1)
28. Термокислотная обработка
29. Внутрипластовая термохимическая обработка
30. Термогазохимическое воздействие

Образец билета для экзамена

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

БИЛЕТ № 1

Дисциплина «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи»
Институт нефти и газа специализация «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» семестр _____

1. Основные цели методов воздействия на пласт
2. Кислотно-струйные обработки
3. Внутрипластовая термохимическая обработка

УТВЕРЖДАЮ:

« _____ » _____ 20__ г. Зав. кафедрой «БРЭНГМ» _____

Текущий контроль

1. Расскажите про гидропескоструйную перфорацию
2. Расчет гидропескоструйной перфорации
Образец методики расчета.

Для проведения гидропескоструйной перфорации в скважине диаметром $D = 15$ см и глубиной $H = 1500$ м требуется определить расход рабочей жидкости, общее количество необходимых жидкости, песка и насосных агрегатов, гидравлические потери напора, давление жидкости на выходе из насадок, предельно безопасную длину подвески насосно-компрессорных труб и удлинение этих труб.

1. Расход жидкости (воды) определится из формулы

$$Q = n\varphi f 10 \sqrt{\frac{20g\Delta p}{\rho_{см}}} \text{ см}^3/\text{с} \quad (1)$$

где $n = 4$ – число насадок диаметром 4,5 мм; φ – коэффициент скорости, который можно принять равным коэффициенту расхода 0,82 (для коноидальной насадки); $f = 0,158 \text{ см}^2$ – сечение отверстия насадки ($0,785 \cdot 0,45^2$); $g = 981 \text{ см}/\text{с}^2$ – ускорение свободного падения; Δp – перепад давления в насадке (принимаем $\Delta p = 200 \text{ кгс}/\text{см}^2$; $\rho_{см}$ – плотность смеси воды с песком, которая равна

$$\rho_{см} = C(\rho_{п} - \rho_{в}) + \rho_{в}.$$

В последней формуле $\rho_{п} = 2,7 \text{ г}/\text{см}^3$ – плотность песка; $\rho_{в} = 1 \text{ г}/\text{см}^3$ – плотность воды; C – объемная концентрация песка, которая равна

$$C = \frac{C_0}{C_0 + 1000\rho_n} \quad (2)$$

$$C = \frac{100}{100 + 1000 \cdot 2,7} = 0,0357$$

Здесь $C_o = 100$ г/л – весовая концентрация песка.

2. Найдем общее количество жидкости, песка и насосных агрегатов, необходимых для проведения перфорации.

Необходимое количество жидкости устанавливается из расчета двух объемов скважины (один объем для транспортировки песка на забой скважины и один объем для промывки по окончании процесса) плюс 0,3 объема на потерю фильтрации в пласт.

Таким образом,

$$Q_m = 2,3V$$

где объем скважины $V = 0,0177 \cdot 1500 = 26,5$ м³.

Необходимое количество кварцевого песка

$$Q_{п} = 1,3VC_o$$

Насосных агрегатов 2АН-500 должно быть два, из них один рабочий, который обеспечивает необходимый расход жидкости (9,9 л/с), а второй запасной.

3. Гидравлические потери напора p при гидропескоструйной перфорации будут

$$p = \Delta p_{т} + \Delta p_{к} + \Delta p_{н} + \Delta p_{п} \text{ кгс/см}^2,$$

где $\Delta p_{т}$ – потери напора в трубах в кгс/см²;

$\Delta p_{к}$ – потери напора в кольцевом пространстве в кгс/см²;

$\Delta p_{н}$ – потери напора в насадках в кгс/см²;

$\Delta p_{п}$ – потери напора в полости, образованной струей, в кгс/см².

Определим значения составляющих общей потери напора.

Потери напора в трубах

$$\Delta p_{т} = 82,5 \lambda_m \rho_{см} \frac{Q^2 H}{d^5} \quad (3)$$

где $\lambda_m = 0,035$ – коэффициент трения при движении воды в 6,2-см трубах; $Q = 9,9$ л/с – расход жидкости; $H = 1500$ м – глубина спуска труб; $d = 6,2$ см – внутренний диаметр насосно-компрессорных труб.

Потери напора в кольцевом пространстве

$$\Delta p_{к} = \frac{82,5 \cdot 10^{-6} \cdot \lambda_{к} \cdot \rho_{см} \cdot Q^2 \cdot H}{(D^2 - d^2)^2 \cdot (D - d)g} \text{ кгс/см}^2 \quad (4)$$

где $\lambda_{к}$ – коэффициент трения при движении воды в кольцевом пространстве; $Q = 9,9$ л/с, или 9900 см³/с; $H = 1500 \cdot 10^2$ см; $D = 15$ см – внутренний диаметр эксплуатационной колонны; $d = 7,3$ см – наружный диаметр насосно-компрессорных труб; $g = 981$ см/с² – ускорение свободного падения.

Для определения $\lambda_{к}$ найдем число Рейнольдса по Минцу и Шуберту:

$$Re = \frac{\rho_{см} \cdot w \cdot \delta}{\mu_{см} \cdot 6 \cdot (1 - m)} \quad (5)$$

где w скорость движения жидкостной смеси в кольцевом сечении между 15-см и 7,3-см колоннами труб, которая будет равна

$$w = \frac{Q}{0,785(D^2 - d^2)} \quad (6)$$

$\delta = 0,05$ см – средний диаметр зерен песка; m – условная пористость твердой фазы в трубах. Значение m определяется из выражения

$$m = 1 - \frac{\rho_{см} - \rho_{ж}}{\rho_{п}} \quad (7)$$

Величина $\mu_{см}$ – вязкость песчано-жидкостной смеси в пз или в г/см·с – определяется по формуле

$$\mu_{см} = \beta_g e^{3,18C} \quad (8)$$

где C – объемная концентрация песка ($C = 0,0357$); e – основание натуральных логарифмов;

$$\mu_{см} = 1 \cdot 2,718^{3,18 \cdot 0,0357} = 1,119 \text{ спз, или } 0,01119 \text{ пз.}$$

В целях облегчения расчетов Δp_m и Δp_k – для промывочных труб условного диаметра 60, 73, 89 и 114 мм при наличии в воде кварцевого песка различной концентрации (50, 100 и 160 г/л) можно пользоваться специальными графиками.

Потери напора в насадках Δp_n нами приняты равными 200 кгс/см² при расходе жидкости $Q = 9,9$ л/с. Они могут быть определены из приведенной выше формулы расхода (1), решенной относительно Δp :

$$\Delta p_n = \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot Q^2 \rho_{cm}}{n^2 f^2 \varphi^2 g} \quad (9)$$

Потери напора в полости Δp_b , образованной абразивной струей, по опытным данным изменяются в пределах 20 ÷ 50 кгс/см². Принимаем среднее значение $\Delta p_b = 35$ кгс/см².

Общие гидравлические потери напора составят $p = 49,1 + 4,0 + 200 + 35 \approx 288$ кгс/см² (28 МПа).

4. Давление жидкости с песком на выходе из насадок будет

$$p_o = p_y + 0,1H\rho_{cm} - p, \text{ кгс/см}^2 \quad (10)$$

где p_y – давление на устье скважины при работе насосного агрегата 2АН-500 на V скорости (расход 9,5 л/с), равное 222 кгс/см²;

$$p_o = 222 + 0,1 \cdot 1500 \cdot 1,06 - 288 = 93 \text{ кгс/см}^2 \text{ (9 МПа)}.$$

5. Предельно безопасная длина подвески 7,3-см труб при циркуляции жидкости определяется по формуле

$$L = \frac{\frac{Q_{cmp}}{K} - f_k p_y}{q_m}, \text{ м} \quad (11)$$

где $Q_{cmp} = 38\ 800$ кгс — страгивающая нагрузка для резьбового соединения гладких насосно-компрессорных труб из стали 36Г2С; $K = 1,5$ – коэффициент запаса прочности; $f_k = 30,2$ см² – площадь проходного сечения труб; $p_y = 222$ кгс/см²; q_T – вес в жидкости 1 м 7,3-см труб с муфтами; $q_m = 9,46 - f_m \rho_{cm} = 9,46 - 0,117 \cdot 1,06 = 8,2$ кгс (f_m – площадь поперечного сечения тела трубы, равная 0,117 дм²). Тогда

Максимально возможная длина спуска тех же труб при отсутствии циркуляции жидкости (в случае ее полного поглощения) будет

$$L = \frac{\frac{Q_{cmp}}{K} - f_k p_y}{q'_m + 0,1 \cdot f_k \cdot \rho_{cm}}, \text{ м} \quad (12)$$

где $q'_m = 9,46$ кгс – вес 1 м 7,3-см труб с муфтами без учета потери веса в жидкости, так как в затрубном пространстве жидкость отсутствует;

6. Определим удлинение насосно-компрессорных труб под действием общей нагрузки.

По закону Гука, удлинение труб

$$\Delta L = \frac{GL}{Ef_m} \text{ м}, \quad (13)$$

где G – общая нагрузка на трубы в кгс; $L = 1500$ м – длина колонны труб; $E = 2,1 \cdot 10^6$ кгс/см² – модуль упругости; $f_m = 11,66$ см² – площадь поперечного сечения тела 7,3-см трубы.

При циркуляции жидкости

$$G = q_m \frac{L}{2} - \Delta p_k f_n + f_k \left(p_y - \frac{\Delta p_m}{2} \right) \quad (14)$$

где q_m – вес в жидкости 1 м 7,3-см труб с муфтами, равный 8,2 кгс; $q_m \frac{L}{2}$ – нагрузка от собственного веса труб с муфтами; $f_n = 41,84$ см² – поперечное сечение 7,3-см труб по наружному диаметру; $f_k = 30,2$ см² – площадь проходного сечения 7,3-см труб.

При отсутствии циркуляции жидкости

$$G' = q'_m \frac{L}{2} + f_\kappa \left(0,1 \cdot L \cdot \rho_{cm} + p_y - \frac{\Delta p_m}{2} \right) \quad (15)$$

где $q' = 9,46$ кгс – вес в воздухе 1 м 7,3-см труб с муфтами.

Удлинение труб при отсутствии циркуляции жидкости

$$\Delta L' = \frac{G'L}{E f_m} \quad (16)$$

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 (неудовлетворител	41-60 баллов (удовлетворитель	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-1- способность осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности					
Знать: об объектах и системах разработки с воздействием на пласт и без воздействия на пласт, режимах работы нефтяных и газовых пластов, рассмотрение способов эксплуатации скважин, основы выбора рационального способа эксплуатации скважин, эксплуатация скважин и	Частичное владение	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Задания для контрольной работы, тестовые задания, темы рефератов, билеты
Уметь: обобщать опыт разработки нефтяных и газовых месторождений с воздействием и без воздействия на пласт, использовать методы технико-экономического анализа	Частичные умения	Неполные знания	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: методами технологических расчетов основных показателей разработки залежи, эксплуатационных скважин; исследованием пластов.	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. Бабак С.В. Эффективность технологий интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов [Электронный ресурс]/ Бабак С.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Геоинформмарк, Геоинформ, 2008.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16888.html>.
 2. Квеско Б.Б., Методы и технологии поддержания пластового давления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Квеско Б.Б. - М. : Инфра-Инженерия, 2018. - 128 с. - ISBN 978-5-9729-0214-9 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902149.html>.
 3. Арбузов В.Н. Сборник задач по технологии добычи нефти и газа в осложненных условиях [Электронный ресурс]: практикум/ Арбузов В.Н., Курганова Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34711.html>.
 4. Петраков Д.Г. Разработка нефтяных и газовых месторождений [Электронный ресурс]: учебник/ Петраков Д.Г., Мардашов Д.В., Максютин А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016.— 526 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71703.html>.
 5. Применение поверхностно-активных веществ в процессах подготовки и транспортировки нефти [Электронный ресурс]: монография/ Н.Ю. Башкирцева [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 168 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62245.html>.
- б) дополнительная литература:*
6. Нефть и газ [Электронный ресурс] / - М. : Горная книга, 2013. - 272 с. - ISBN 0236-1493-2013-48 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/GK-0236-1493-2013-48.html>
 7. Андреев В.В., Уразаков К.Р., Далимов В.У. Справочник по добыче нефти. -М.: Недра-Бизнес, 2000. -374 с.
 8. Сизов В.Ф. Управление разработкой залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами [Электронный ресурс]: учебное пособие. Курс лекций/ Сизов В.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63148.html>.
 9. Савенок О.В., Методы прогнозирования факторов затруднения нефтедобычи с осложнёнными условиями и анализ принципов информационных управляющих систем [Электронный ресурс] / Савенок О.В. - М. : Горная книга, 2013. - 54 с. - ISBN 0236-1493-2013-57 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/0236-1493-2013-57.html>.

9.2. Методические указания по освоению дисциплины (приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи»

При чтении лекций используется экран и монитор.

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

В лаборатории содержатся электронные версии методических указаний к выполнению практических работ.

Приложение

**Методические указания по освоению дисциплины
«Технология и техника методов повышения нефтеотдачи»**

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 «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи» состоит из 13 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, 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/ семинарскому 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/семинарских 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/семинарского 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/семинарского 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 «Технология и техника методов повышения нефтеотдачи» - 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. Доклад
3. Эссе

4. 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.

Составитель:

Ст. преп. кафедры «БРЭНГМ»



/А.А. Умасв/

Согласовано:

Зав. кафедрой «БРЭНГМ», к.т.н., доцент



/А.Ш.Халадов/

Директор ДУМР ГГНТУ, к.ф.-м.н., доцент



/М.А. Магомасва/