

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Миллионщиков М.Д.

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.07.2026 09:03:19

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Грозненский государственный нефтяной технический университет

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»



Первый проректор – проректор ОД

И.Г. Гайрабеков

2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ»

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль

«Инжиниринг технологического оборудования добычи нефти и газа»

Квалификация

Бакалавр

Грозный – 2025

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных знаний об устройстве, принципах действия, рабочих характеристиках, компоновке и условиях безопасного применения оборудования, используемого для гидродинамического, физико-химического, теплового, газового, механического и комбинированного воздействия на нефтяные и газовые пласты, а также практических умений по расчету и выбору оборудования для интенсификации притока и повышения нефтеотдачи.

Для достижения указанной цели решаются следующие задачи:

- изучение классификации методов воздействия на пласт и соответствующих комплексов наземного, устьевого и скважинного оборудования;
- освоение конструкций насосных и насосно-компрессорных агрегатов высокого давления, смесительных, дозирочных, емкостных и манифольдных систем;
- изучение оборудования для кислотных обработок, обработки растворителями, закачки поверхностно-активных веществ, полимеров, гелей и других реагентов;
- освоение состава и работы комплекса оборудования гидравлического разрыва пласта, включая насосные установки, блендеры, пескосмесители, гидратационные установки, манифольды и скважинный инструмент;
- изучение оборудования систем поддержания пластового давления, водо- и газонагнетательных скважин, блочных кустовых насосных и компрессорных станций;
- изучение установок теплового воздействия, парогенераторов, нагревательных агрегатов, оборудования для закачки газа, пара и теплоносителей;
- формирование навыков гидравлического и энергетического расчета оборудования, согласования производительности, давления и мощности агрегатов;
- формирование умений разрабатывать технологические схемы обвязки, выбирать контрольно-измерительные приборы, системы автоматизации и противоаварийной защиты;
- приобретение навыков анализа надежности, ремонтпригодности, энергоэффективности, промышленной и экологической безопасности оборудования.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оборудование для воздействия на пласт» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений (индекс Б1.В.06). Дисциплина изучается в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации — экзамен.

Освоение дисциплины опирается на результаты изучения дисциплин «Механика жидкости и газа», «Термодинамика и теплопередача», «Оборудование и агрегаты нефтегазовых промыслов», «Надёжность нефтепромыслового оборудования», «Диагностика технического состояния объектов НГП», «Материаловедение», «Детали машин и основы конструирования» и «Основы нефтегазового дела».

Полученные знания и умения используются при изучении дисциплин «Монтаж, эксплуатация и ремонт нефтегазового оборудования», «Безопасность эксплуатации промыслового оборудования», при прохождении производственных практик, подготовке выпускной квалификационной работы и в профессиональной деятельности, связанной с подбором, эксплуатацией и техническим обслуживанием оборудования для интенсификации добычи и поддержания пластового давления.

3. Планируемые результаты освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения.

Таблица 1 – Компетенции, индикаторы достижения и планируемые результаты обучения

Код и наименование компетенции	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-8. Способен осуществлять техническое обслуживание технологического оборудования, необходимого для реализации производственных процессов; участвовать в наладке и доводке оборудования при запуске новых процессов.	ПК-8.1. Выбирает и контролирует оборудование для воздействия на пласт, определяет его рабочие параметры, операции подготовки, пуска, регулирования, останова и технического обслуживания.	Знать: назначение, устройство, характеристики и требования к эксплуатации насосных, смесительных, нагревательных, компрессорных, дозировочных и скважинных средств воздействия на пласт. Уметь: читать технологические схемы, определять контролируемые параметры, выбирать режимы и состав операций обслуживания. Владеть: навыками составления операционных карт и контрольных листов эксплуатации оборудования.	Опрос; тестирование; практические работы; первая и вторая аттестации; экзамен.
ПК-9. Способен участвовать в работе по доводке и освоению новых технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, предлагать улучшения и корректировки технологических режимов.	ПК-9.1. Анализирует взаимосвязь технологии воздействия на пласт и характеристик оборудования, выявляет ограничения и предлагает корректировку состава агрегатов, схемы обвязки и технологического режима.	Знать: технологические основы гидроразрыва пласта, кислотных, тепловых, газовых, гидродинамических и физико-химических методов воздействия. Уметь: сопоставлять варианты оборудования по производительности, давлению, совместимости с рабочими средами, надежности и энергоэффективности. Владеть: методами сравнительного анализа и обоснования совершенствования технологической схемы.	Ситуационные задачи; расчетные работы; анализ схем; аттестации; экзамен.
ПК-10. Способен выполнять монтаж, наладку, испытания и ввод в эксплуатацию новых образцов оборудования, узлов и систем; оценивать техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать его профилактический осмотр и текущий ремонт.	ПК-10.1. Обосновывает состав и параметры комплекса оборудования для воздействия на пласт, определяет требования к монтажу, опрессовке, испытаниям, контролю технического состояния и готовности к работе.	Знать: основные расчетные параметры, компоновочные решения, критерии прочности и герметичности, требования к монтажу, испытаниям и приемке оборудования высокого давления. Уметь: выполнять укрупненные гидравлические и энергетические расчеты, выбирать количество агрегатов и оценивать допустимость эксплуатации. Владеть: навыками оформления технического заключения по выбору, компоновке и готовности оборудования.	Расчетно-графические задания; практические работы; комплексный кейс; экзамен.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2 – Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего	7 семестр
Контактная работа, всего	68	68
в том числе:		
лекционные занятия	34	34
практические занятия	34	34
лабораторные занятия	—	—
Самостоятельная работа обучающихся	13	13
Контроль	27	27
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость, часов	108	108
Общая трудоемкость, зачетных единиц	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и распределение трудоемкости

Таблица 3 – Разделы дисциплины и виды учебной работы

№	Наименование раздела	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Методы воздействия на пласт и классификация оборудования	4	4	2	10
2	Насосные агрегаты, манифольды и скважинное оборудование для обработок	4	4	2	10
3	Оборудование кислотных и физико-химических обработок	4	4	2	10
4	Комплекс оборудования гидравлического разрыва пласта	6	6	2	14
5	Оборудование систем поддержания пластового давления	4	4	2	10
6	Оборудование тепловых и газовых методов воздействия	4	4	1	9
7	Оборудование специальных и комбинированных методов воздействия	4	4	1	9
8	Выбор, компоновка, автоматизация и безопасная эксплуатация оборудования	4	4	1	9
	Итого	34	34	13	81

Примечание – 27 часов контроля, предусмотренных учебным планом, в распределение трудоемкости по разделам не включены.

5.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 4 – Содержание разделов

Наименование разделов	Содержание
Методы воздействия на пласт и классификация оборудования	Цели интенсификации притока и увеличения нефтеотдачи. Воздействие на призабойную зону и пласт в целом. Гидродинамические, механические, химические, физико-химические, тепловые, газовые, волновые и комбинированные методы. Классификация оборудования по назначению, рабочему давлению, производительности, мобильности и виду рабочего агента. Состав технологического комплекса, требования к совместимости оборудования и реагентов.

Наименование разделов	Содержание
Насосные агрегаты, манифольды и скважинное оборудование для обработок	Поршневые и плунжерные насосные установки высокого давления, привод, трансмиссия, гидравлическая часть, предохранительные устройства и системы контроля. Цементируемые и кислотные агрегаты, автоцистерны и емкостные блоки. Нагнетательные линии, высоконапорные манифольды, обратные клапаны, вертлюги и гибкие соединения. Устьевая арматура, пакеры, якоря, циркуляционные клапаны, колонны НКТ и инструменты для изоляции интервалов.
Оборудование кислотных и физико-химических обработок	Оборудование для приготовления, хранения, транспортирования, смешения и дозирования кислот, растворителей, ПАВ, ингибиторов, полимерных и гелеобразующих систем. Кислотные агрегаты, насосно-смесительные установки, фильтры, дозирочные насосы и коррозионноустойчивая арматура. Схемы прямой и поинтервальной обработки, применение колтюбинга. Материалы оборудования и защита от коррозии. Контроль концентрации, расхода, давления и температуры.
Комплекс оборудования гидравлического разрыва пласта	Технологическая схема ГРП. Флот насосных установок высокого давления, суммарная подача и давление. Смесители и блендеры, гидратационные установки, песковозы и пропантные блоки, емкости для жидкости, химические дозаторы, лаборатория контроля. Высоконапорный манифольд, устьевая головка, пакеры, муфты и скважинные компоновки. Синхронизация оборудования, резервирование, управление и регистрация параметров.
Оборудование систем поддержания пластового давления	Назначение и состав систем заводнения. Водозабор, водоподготовка, резервуары, магистральные и подпорные насосы, блочные кустовые насосные станции, распределительные пункты, водоводы и нагнетательные скважины. Устьевая нагнетательная арматура, расходомеры и регуляторы. Выбор насосных агрегатов по подаче, давлению и характеристике сети. Системы фильтрации, деаэрации, ингибирования и контроля качества воды.
Оборудование тепловых и газовых методов воздействия	Паротепловое воздействие, циклическая закачка пара, парогравитационное дренирование, внутрипластовое горение. Парогенераторы, водоподготовка, топливное хозяйство, теплоизолированные трубопроводы и устьевое оборудование. Нагревательные установки и скважинные электронагреватели. Компрессоры и насосно-компрессорные станции для закачки газа, азота, углекислого газа и водогазовых смесей. Требования к материалам, герметичности и теплоизоляции.
Оборудование специальных и комбинированных методов воздействия	Импульсное и циклическое заводнение, гидроимпульсное, акустическое, вибрационное, электрогидравлическое и плазменно-импульсное воздействие. Оборудование для закачки полимеров, ПАВ, гелей, микробиологических и нанодисперсных систем. Генераторы импульсов, скважинные излучатели, дозирочные и смесительные блоки. Комбинированные технологии и требования к последовательности операций.
Выбор, компоновка, автоматизация и безопасная эксплуатация оборудования	Исходные данные для выбора оборудования: пластовое и устьевое давление, приемистость, глубина, температура, состав среды, требуемый расход и объем обработки. Гидравлический и энергетический баланс комплекса. Компоновка площадки и транспортная логистика. Средства измерения, автоматизация, аварийное отключение и регистрация параметров. Опрессовка, контроль герметичности, техническое обслуживание, надежность, промышленная и экологическая безопасность. Технико-экономическая оценка вариантов.

5.3. Тематический план лекционных занятий

Таблица 5 – Лекционные занятия

№	Тема лекции	Часы
1	Классификация методов воздействия на пласт и комплексов оборудования	2
2	Основные параметры и требования к оборудованию для обработок скважин	2
3	Насосные агрегаты высокого давления и емкостное оборудование	2

№	Тема лекции	Часы
4	Высоконапорные манифольды, устьевое и скважинное оборудование	2
5	Оборудование кислотных обработок скважин	2
6	Оборудование приготовления и дозирования физико-химических систем	2
7	Технологическая схема и состав комплекса гидравлического разрыва пласта	2
8	Насосные установки и высоконапорная обвязка ГРП	2
9	Блендеры, гидратационные установки и оборудование обращения с пропантом	2
10	Пакерные компоновки и скважинный инструмент для ГРП	2
11	Оборудование систем поддержания пластового давления	2
12	Блочные кустовые насосные станции и оборудование нагнетательных скважин	2
13	Парогенераторы и оборудование тепловых методов воздействия	2
14	Компрессорное оборудование газовых и водогазовых методов	2
15	Оборудование специальных физико-химических и волновых методов	2
16	Автоматизация, контроль и безопасность оборудования высокого давления	2
17	Комплексный выбор и оценка эффективности оборудования	2
	Итого	34

5.4. Тематический план практических занятий

Таблица 6 – Практические занятия

№	Тема практического занятия	Часы	Форма отчетности
1	Разработка функциональной схемы комплекса оборудования для воздействия на пласт	2	Технологическая схема.
2	Формирование исходных требований к оборудованию по геолого-техническим данным	2	Карта исходных требований.
3	Выбор насосного агрегата высокого давления	2	Расчет и выбор агрегата.
4	Гидравлический расчет нагнетательной линии и манифольда	2	Расчетная схема.
5	Выбор оборудования кислотной обработки скважины	2	Комплект оборудования.
6	Компоновка установки приготовления и дозирования реагентов	2	Компоновочная схема.
7	Определение давления и суммарной подачи комплекса ГРП	2	Расчет режима ГРП.
8	Определение числа насосных установок и резервирования флота ГРП	2	Ведомость агрегатов.
9	Выбор блендера и оборудования подачи пропанта	2	Материальный баланс.
10	Выбор пакера и скважинной компоновки для воздействия	2	Схема компоновки.
11	Выбор насосов системы поддержания пластового давления	2	Рабочая точка и мощность.
12	Разработка схемы блочной кустовой насосной станции	2	Технологическая схема БКНС.
13	Выбор парогенератора и тепловой обвязки	2	Теплотехнический расчет.
14	Выбор компрессора для закачки газа	2	Расчет и выбор компрессора.
15	Выбор оборудования приготовления полимерного или гелевого раствора	2	Схема приготовления.
16	Разработка карты контроля и безопасной эксплуатации оборудования	2	Контрольный лист.
17	Комплексный проект оборудования для заданной технологии воздействия	2	Расчетно-графическая работа.
	Итого	34	

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 7 – Самостоятельная работа

№	Вид самостоятельной работы	Часы
1	Изучение классификации методов воздействия и составление сравнительной таблицы оборудования.	2
2	Анализ паспортов насосных агрегатов, манифольдов и скважинного инструмента.	2
3	Подготовка схемы кислотной или физико-химической обработки.	2
4	Анализ состава флота ГРП и согласование производительности оборудования.	2
5	Изучение оборудования систем ППД и подготовка характеристики БКНС.	2
6	Подготовка обзора оборудования теплового или газового метода воздействия.	1
7	Сравнение специальных и комбинированных методов воздействия.	1
8	Подготовка комплексной расчетно-графической работы и подготовка к экзамену.	1
	Итого	13

6. Образовательные технологии

Освоение дисциплины строится на сочетании проблемных лекций, инженерных расчетов, анализа технологических схем и паспортов оборудования, решения ситуационных задач и выполнения комплексного проекта. Практические занятия объединяются общей логикой: от формирования исходных требований к выбору отдельных агрегатов, согласованию их параметров и разработке безопасной компоновки технологического комплекса.

Основные применяемые образовательные технологии:

- проблемное изложение материала с анализом реальных технологических ограничений и отказов оборудования;
- расчетно-графические задания по выбору насосов, компрессоров, парогенераторов, смесителей и оборудования высокого давления;
- кейс-метод по подбору комплекса оборудования для кислотной обработки, ГРП, ППД, теплового или газового воздействия;
- работа с паспортами, каталогами, технологическими регламентами и нормативными документами;
- сравнительный анализ вариантов по производительности, надежности, энергоэффективности и безопасности;
- проектная работа с защитой комплексной технологической схемы.

При применении электронного обучения материалы лекций, задания, каталоги, формы отчетов и консультации предоставляются через электронную информационно-образовательную среду университета.

7. Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

7.1. Формы текущего контроля

- устный опрос и обсуждение контрольных вопросов по лекционным темам;
- тестирование по классификации, устройству и параметрам оборудования;
- проверка и защита практических работ;
- первая аттестация по разделам 1–4;
- вторая аттестация по разделам 5–8;
- защита комплексной расчетно-графической работы.

7.2. Соответствие оценочных средств компетенциям

Таблица 8 – Оценочные средства и контролируемые компетенции

Оценочное средство	Компетенции	Контролируемый результат
Устный опрос и тестирование	ПК-8; ПК-9	Знание назначения, устройства, характеристик и областей применения оборудования.
Практические работы 1–6	ПК-8; ПК-9	Формирование исходных требований, выбор насосных агрегатов, схем обвязки и оборудования химических обработок.
Практические работы 7–10	ПК-8; ПК-10	Расчет и компоновка комплекса ГРП, выбор флота, блендера, пропантного и скважинного оборудования.
Практические работы 11–16	ПК-8; ПК-9; ПК-10	Выбор оборудования ППД, тепловых, газовых и физико-химических методов, разработка контроля и безопасной эксплуатации.
Комплексная работа	ПК-8; ПК-9; ПК-10	Согласование технологической схемы, параметров, надежности и безопасности комплекса.
Экзамен	ПК-8; ПК-9; ПК-10	Подтверждение достижения не ниже порогового уровня планируемых результатов.

7.3. Критерии оценивания практических работ

Таблица 9 – Критерии оценивания практических работ

Критерий	Показатель
Полнота выполнения	Представлены исходные данные, схема, расчет, выбранное оборудование, проверка параметров и вывод.
Корректность расчетов	Формулы применены обоснованно, единицы измерения соблюдены, промежуточные и итоговые результаты проверены.
Инженерная обоснованность	Выбор оборудования соответствует давлению, расходу, рабочей среде, условиям монтажа и требованиям резервирования.
Согласованность комплекса	Производительности, давления, соединения, системы управления и последовательность операций взаимно согласованы.
Качество оформления и защиты	Отчет структурирован, схемы читаемы, источники указаны; обучающийся объясняет решение и отвечает на вопросы.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенций

Код компетенции	Показатели оценивания	Критерии сформированности
ПК-8	Выбор оборудования, определение рабочих параметров, подготовка операционной карты, контроль технического состояния и операций обслуживания.	Компетенция сформирована, если обучающийся правильно устанавливает назначение и состав оборудования, определяет контролируемые параметры, обосновывает режимы работы и разрабатывает применимый порядок обслуживания.
ПК-9	Анализ взаимосвязи технологии и оборудования, выявление ограничений, сравнение вариантов и корректировка технологического режима.	Компетенция сформирована, если обучающийся сопоставляет варианты по техническим и эксплуатационным критериям, выявляет узкие места и предлагает технически обоснованное улучшение схемы или режима.
ПК-10	Расчет состава комплекса, требования к монтажу и испытаниям, проверка прочности и герметичности, оценка готовности к эксплуатации.	Компетенция сформирована, если обучающийся согласовывает производительность и давление агрегатов, определяет резервирование, требования к опрессовке и контролю, принимает обоснованное решение о готовности оборудования.

7.5. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Таблица 11 – Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Уровень	Диапазон	Обобщенные критерии
Высокий	85–100 %	Задания выполнены полно и самостоятельно; расчеты корректны; оборудование выбрано и согласовано с учетом режима, надежности, безопасности и экономичности.
Базовый	70–84 %	Основные решения правильны; имеются отдельные неточности, не влияющие на общий вывод; обучающийся объясняет выбор и исправляет замечания.
Пороговый	55–69 %	Продемонстрировано знание основных конструкций и способность решить типовую задачу по алгоритму; имеются ошибки в детализации расчета или компоновки.
Компетенция не сформирована	менее 55 %	Не определены основные параметры и требования; допущены принципиальные ошибки в расчете, выборе или согласовании оборудования.

7.6. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Таблица 12 – Критерии выставления экзаменационной оценки

Оценка	Критерии
«Отлично»	Обучающийся полно и системно раскрывает вопросы, свободно объясняет устройство и работу оборудования, выполняет расчет без существенных ошибок, обосновывает выбор и отвечает на дополнительные вопросы.
«Хорошо»	Обучающийся правильно раскрывает основные положения, допускает отдельные неточности, выполняет расчет и обосновывает решение после незначительных уточнений.
«Удовлетворительно»	Обучающийся демонстрирует знание базовых понятий и конструкций, решает типовую задачу по алгоритму, но допускает ошибки в деталях и затрудняется с обоснованием альтернатив.
«Неудовлетворительно»	Обучающийся не владеет основными понятиями, не может объяснить назначение и принцип действия оборудования, допускает принципиальные ошибки в расчете и выборе.

7.7. Вопросы к первой аттестации

1. Цели и классификация методов воздействия на нефтяные и газовые пласты.
2. Состав комплекса оборудования для обработки скважины.
3. Основные технические параметры оборудования высокого давления.
4. Требования к совместимости оборудования, рабочих жидкостей и реагентов.
5. Классификация насосных агрегатов для воздействия на пласт.
6. Устройство плунжерного насоса высокого давления.
7. Привод, трансмиссия и гидравлическая часть насосного агрегата.
8. Предохранительные устройства и контроль параметров насосной установки.
9. Высоконапорные манифольды, нагнетательные линии и обратные клапаны.
10. Устьевое оборудование при обработке скважин.
11. Пакеры, якоря и циркуляционные клапаны.
12. Оборудование кислотных обработок скважин.
13. Емкостное и смесительное оборудование для кислотных составов.
14. Дозировочные насосы и системы подачи химических реагентов.
15. Коррозионная стойкость и материалы оборудования кислотных обработок.
16. Технологическая схема гидравлического разрыва пласта.

17. Состав и назначение флота насосных установок ГРП.
18. Высоконапорная обвязка и манифольд ГРП.
19. Блендер и гидратационная установка.
20. Оборудование транспортирования, хранения и подачи проппанта.
21. Пакерная компоновка и скважинный инструмент ГРП.
22. Системы управления и регистрации параметров ГРП.

7.8. Образцы билетов к первой аттестации

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 1

1. Классификация оборудования для воздействия на пласт.
2. Устройство насосного агрегата высокого давления.
3. Практическое задание: По заданным расходу, давлению и КПД определить гидравлическую и приводную мощность агрегата.

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 2

1. Высоконапорные манифольды и нагнетательные линии.
2. Пакеры и скважинные клапаны.
3. Практическое задание: Составить схему обвязки насосного агрегата с устьем скважины и указать защитные устройства.

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 3

1. Оборудование кислотной обработки.
2. Системы приготовления и дозирования реагентов.
3. Практическое задание: По заданному объему и времени обработки определить требуемую подачу и число насосных агрегатов.

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 4

1. Технологическая схема ГРП.
2. Назначение блендера и гидратационной установки.
3. Практическое задание: Определить суммарную производительность насосного флота и резервирование.

БИЛЕТ К ПЕРВОЙ АТТЕСТАЦИИ № 5

1. Оборудование обращения с проппантом.
2. Скважинная компоновка ГРП.
3. Практическое задание: Составить материальный баланс проппанта и выбрать требуемую производительность блендера.

7.9. Вопросы ко второй аттестации

1. Назначение и структура системы поддержания пластового давления.
2. Водозаборное и водоподготовительное оборудование систем ППД.
3. Блочная кустовая насосная станция: состав и компоновка.
4. Насосные агрегаты для закачки воды в пласт.
5. Распределительные пункты, водоводы и измерительное оборудование.
6. Устьевая арматура нагнетательных скважин.
7. Фильтрация, деаэрация и химическая подготовка воды.
8. Классификация тепловых методов воздействия на пласт.
9. Парогенераторные установки и требования к питательной воде.
10. Теплоизолированные трубопроводы и устьевое оборудование паронагнетательных скважин.

11. Оборудование циклической закачки пара и парогравитационного дренирования.
12. Компрессорное оборудование для закачки газа.
13. Оборудование закачки азота и углекислого газа.
14. Оборудование водогазового воздействия.
15. Установки приготовления полимерных растворов.
16. Оборудование закачки ПАВ, гелей и осадкообразующих систем.
17. Импульсное, волновое и вибрационное оборудование.
18. Комбинированные методы воздействия и согласование операций.
19. Средства измерения и автоматизация комплекса оборудования.
20. Опрессовка и контроль герметичности оборудования высокого давления.
21. Надежность, резервирование и техническое обслуживание оборудования.
22. Технико-экономическая оценка вариантов оборудования.

7.10. Образцы билетов ко второй аттестации

БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 1

1. Состав системы ППД.
2. Блочная кустовая насосная станция.
3. Практическое задание: По заданным расходу и давлению закачки определить число насосных агрегатов и мощность приводов.

БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 2

1. Парогенераторная установка.
2. Теплоизолированная система транспортирования пара.
3. Практическое задание: Определить требуемую тепловую производительность парогенератора по расходу и энтальпии пара.

БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 3

1. Компрессорное оборудование газового воздействия.
2. Оборудование водогазовой закачки.
3. Практическое задание: По заданной производительности и степени повышения давления выбрать тип компрессора.

БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 4

1. Оборудование приготовления полимерных растворов.
2. Дозирование ПАВ и гелеобразующих систем.
3. Практическое задание: Составить схему приготовления раствора и определить производительность смесительного блока.

БИЛЕТ КО ВТОРОЙ АТТЕСТАЦИИ № 5

1. Автоматизация и регистрация параметров воздействия.
2. Опрессовка и безопасная эксплуатация оборудования.
3. Практическое задание: Разработать контрольный лист готовности технологического комплекса к пуску.

7.11. Перечень вопросов к экзамену

1. Назначение и классификация методов воздействия на пласт.
2. Воздействие на призабойную зону и пласт в целом.
3. Классификация оборудования по назначению и виду рабочего агента.
4. Основные параметры и критерии выбора оборудования.
5. Состав мобильного комплекса обработки скважины.

6. Классификация насосных агрегатов высокого давления.
7. Устройство плунжерного насоса высокого давления.
8. Привод и трансмиссия насосного агрегата.
9. Гидравлическая часть, клапаны и уплотнения насоса.
10. Предохранительные устройства и системы контроля насосного агрегата.
11. Емкостное оборудование для технологических жидкостей.
12. Высоконапорные манифольды и нагнетательные линии.
13. Устьевое оборудование при воздействии на пласт.
14. Пакеры, якоря и циркуляционные устройства.
15. Оборудование кислотной обработки скважин.
16. Оборудование приготовления и смешения кислотных составов.
17. Дозировочные системы и химические насосы.
18. Материалы и противокоррозионная защита оборудования.
19. Технологическая схема гидравлического разрыва пласта.
20. Насосные установки флота ГРП.
21. Определение суммарной подачи и числа насосов ГРП.
22. Высоконапорный манифольд ГРП.
23. Блендер и его основные параметры.
24. Гидратационная установка и приготовление геля.
25. Оборудование хранения и подачи проппанта.
26. Скважинный инструмент и пакерная компоновка ГРП.
27. Системы управления и регистрации параметров ГРП.
28. Назначение и состав системы поддержания пластового давления.
29. Водозабор и водоподготовка системы ППД.
30. Блочная кустовая насосная станция.
31. Выбор насосов по характеристике системы закачки.
32. Распределительные устройства и водоводы ППД.
33. Устьевая арматура нагнетательной скважины.
34. Фильтрация, деаэрация и ингибирование закачиваемой воды.
35. Парогенераторные установки теплового воздействия.
36. Оборудование подготовки воды и топлива парогенератора.
37. Теплоизолированные трубопроводы и арматура.
38. Скважинные нагреватели и оборудование циклической закачки пара.
39. Компрессоры для закачки газа, азота и углекислого газа.
40. Оборудование водогазового воздействия.
41. Установки приготовления и закачки полимерных растворов.
42. Оборудование закачки ПАВ и гелеобразующих систем.
43. Импульсное, акустическое и вибрационное оборудование.
44. Комбинированные технологии воздействия.
45. Средства измерения расхода, давления и температуры.
46. Автоматизация и противоаварийная защита комплекса.
47. Опрессовка и контроль герметичности оборудования.
48. Надежность, резервирование и техническое обслуживание.
49. Компоновка оборудования на площадке и транспортная логистика.
50. Технико-экономическая оценка и выбор варианта оборудования.

7.12. Образец экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Дисциплина «Оборудование для воздействия на пласт»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Устройство, характеристики и область применения насосных агрегатов высокого давления.
2. Состав комплекса оборудования гидравлического разрыва пласта.
3. Практическое задание: по заданным расходу Q , давлению на устье p , коэффициенту полезного действия η и производительности одного агрегата определить требуемую мощность, количество рабочих агрегатов и резерв.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Ладенко, А. А. Нефтегазопромысловое оборудование : учебное пособие / А. А. Ладенко, М. М. Якутович. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-9729-0886-8.
2. Снарев, А. И. Выбор и расчет оборудования для добычи нефти : учебное пособие / А. И. Снарев. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0323-8.
3. Рузин, Л. М. Методы повышения нефтеотдачи пластов (теория и практика) : учебное пособие / Л. М. Рузин, О. А. Морозюк. — Ухта : Ухтинский государственный технический университет, 2014. — 127 с.
4. Токунов, В. И. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин / В. И. Токунов, А. З. Саушин. — Москва : Недра-Бизнесцентр, 2004. — 711 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Глуценко, В. Н. Нефтепромысловая химия. В 5 т. Т. 4. Кислотная обработка скважин / В. Н. Глуценко, М. А. Силин. — Москва : Интерконтакт Наука, 2010. — 703 с.
2. Сергиенко, В. Н. Технологии воздействия на призабойную зону пластов юрских отложений Западной Сибири / В. Н. Сергиенко. — Санкт-Петербург : Недра, 2005. — 205 с.
3. Нефтегазопромысловое оборудование : учебник для вузов / В. Н. Ивановский, В. И. Дарищев, В. С. Каштанов [и др.] ; под общей редакцией В. Н. Ивановского. — Москва : ЦентрЛитНефтеГаз, 2006. — 720 с.
4. Reservoir Stimulation / edited by M. J. Economides, K. G. Nolte. — 3rd ed. — Chichester : John Wiley & Sons, 2000. — 856 p. — ISBN 978-0-471-49192-7.

8.3. Нормативные правовые и нормативно-технические документы

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (с изменениями и дополнениями).
2. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. № 823.

3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утвержденные приказом Ростехнадзора от 15 декабря 2020 г. № 534 (с изменениями).
4. ГОСТ ISO 10423–2014. Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование для бурения и добычи. Устьевое и фонтанное оборудование.
5. ГОСТ 13846–89. Арматура фонтанная и нагнетательная. Типовые схемы, основные параметры и технические требования к конструкции.
6. ГОСТ 31839–2012 (EN 809:1998). Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 6134–2007 (ИСО 9906:1999). Насосы динамические. Методы испытаний.
8. ГОСТ 12.2.003–91. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
9. ГОСТ 12.2.063–2015. Система стандартов безопасности труда. Арматура трубопроводная. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ 34347–2017. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.

8.4. Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань». — URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 24.06.2026).
2. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
3. Электронно-библиотечная система Znanium. — URL: <https://znanium.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
4. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. — URL: <https://www.gosnadzor.ru/> (дата обращения: 24.06.2026).
5. Федеральный информационный фонд стандартов. — URL: <https://www.gostinfo.ru/pages/maintask/fund/> (дата обращения: 24.06.2026).

8.5. Программное обеспечение

- операционная система и офисный пакет, доступные в университете;
- табличный процессор для гидравлических, энергетических и технико-экономических расчетов;
- система автоматизированного проектирования для выполнения технологических и компоновочных схем;
- средства просмотра нормативной, паспортной и справочной документации;
- электронная информационно-образовательная среда университета.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий используется учебная аудитория, оснащенная рабочим местом преподавателя, доской, мультимедийным проектором и экраном. Практические занятия проводятся в аудитории или компьютерном классе, обеспечивающем выполнение инженерных расчетов, построение схем и работу с электронными ресурсами.

- макеты, плакаты и разрезы насосных агрегатов, манифольдов, пакеров, блендеров и оборудования ГРП;
- образцы трубопроводной арматуры, высоконапорных соединений, клапанов, уплотнений и контрольно-измерительных приборов;

- каталоги, паспорта и руководства по эксплуатации насосных, смесительных, компрессорных и парогенераторных установок;
- технологические схемы кислотной обработки, гидроразрыва пласта, ППД, теплового и газового воздействия;
- персональные компьютеры с доступом к сети Интернет и электронной информационно-образовательной среде.

Учебные задания не предусматривают выполнение обучающимися реальных операций с оборудованием высокого давления и химическими реагентами. Отработка выполняется на схемах, макетах, документации и расчетных исходных данных.

10. Особенности освоения дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется с учетом индивидуальных возможностей, рекомендаций психолого-медико-педагогической комиссии и индивидуальной программы реабилитации и абилитации. При необходимости предоставляются материалы в доступной электронной форме, увеличивается время выполнения отдельных заданий, допускается использование ассистивных технологий и альтернативных способов представления результатов обучения.

Форма текущего контроля и промежуточной аттестации выбирается таким образом, чтобы обеспечить объективную оценку сформированности компетенций без снижения требований к результатам освоения дисциплины.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по изучению дисциплины
«Оборудование для воздействия на пласт»

А.1. Назначение методических указаний

Методические указания предназначены для организации работы обучающихся на лекциях, практических занятиях и при самостоятельной подготовке. Практические работы выполняются на учебных исходных данных и объединяются в комплексный кейс по выбору и согласованию оборудования для конкретной технологии воздействия на пласт.

При выполнении расчетов необходимо использовать единицы СИ, указывать источники исходных, справочных и каталожных данных, проверять размерность формул и сопоставлять полученный результат с техническими характеристиками серийного оборудования.

А.2. Рекомендации по работе с лекционным материалом

- до занятия ознакомиться с темой и выписать неизвестные термины;
- в конспекте фиксировать назначение оборудования, состав, принцип действия, основные параметры, рабочую среду и ограничения;
- для каждого комплекса составлять схему «технологическая операция — оборудование — параметры — контроль — защитные устройства»;
- после лекции сопоставлять изученное оборудование с технологической схемой обработки скважины;
- при подготовке к контролю использовать конспект, паспорта, каталоги, учебники и нормативные документы.

А.3. Общий порядок выполнения практической работы

1. Получить вариант и исходные данные: глубина, пластовое и устьевое давление, приемистость, температура, свойства жидкости, требуемые расход и объем закачки.
2. Определить технологическую операцию и границы рассматриваемой системы.
3. Сформировать перечень расчетных параметров и допущений.
4. Составить принципиальную схему оборудования и потоков.
5. Выполнить гидравлический, энергетический, тепловой или материальный расчет, предусмотренный заданием.
6. Подобрать типоразмеры и количество агрегатов по каталогам или паспортам.
7. Проверить совместимость оборудования, наличие резервирования, средств контроля и защиты.
8. Сформулировать вывод, оформить отчет и защитить решение.

А.4. Основные расчетные зависимости

Гидравлическая мощность потока жидкости определяется выражением $N_g = Q \Delta p$, а требуемая мощность привода — $N = Q \Delta p / \eta$, где Q — объемный расход, м³/с; Δp — перепад давления, Па; η — общий коэффициент полезного действия.

Потери давления в нагнетательной линии определяются по формуле Дарси–Вейсбаха с учетом местных сопротивлений: $\Delta p = \lambda(L/D)(\rho v^2/2) + \sum \zeta(\rho v^2/2)$, где λ — коэффициент гидравлического сопротивления; L и D — длина и внутренний диаметр; ρ — плотность; v — скорость; $\sum \zeta$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений.

Количество рабочих насосных агрегатов определяется по требуемой подаче и подаче одного агрегата с учетом допустимого режима: $n = Q_{тр} / Q_{агр}$ с округлением в большую сторону. Дополнительно предусматривается резерв, величина которого назначается по условиям технологии, надежности и регламенту работ.

Тепловая мощность парогенераторной или нагревательной установки в укрупненном виде определяется как $N_t = G(i_2 - i_1) / \eta_t$, где G — массовый расход теплоносителя; i_2 и i_1 — конечная и начальная удельные энтальпии; η_t — тепловой КПД.

При выборе оборудования необходимо учитывать не только расчетные значения, но и максимальное рабочее давление, пульсации, температуру, химическую совместимость, запас по производительности, длительность операции и возможные отклонения режима.

А.5. Содержание практических работ

Практическая работа 1. Функциональная схема комплекса

Для заданного метода воздействия построить схему движения рабочих агентов от емкостей и смесительных блоков до пласта. Указать функции агрегатов, основные параметры и точки контроля.

Практическая работа 2. Карта исходных требований

По геолого-техническим данным определить требуемые давление, расход, объем, температуру, материалы, химическую стойкость, мобильность и резервирование оборудования.

Практическая работа 3. Выбор насосного агрегата

Определить перепад давления, подачу, гидравлическую и приводную мощность. Выбрать типоразмер агрегата и допустимый режим его работы.

Практическая работа 4. Гидравлический расчет обвязки

Определить скорость, потери давления и суммарное давление на выходе насосов. Выбрать диаметры линий, арматуру и манифольд.

Практическая работа 5. Комплекс кислотной обработки

Определить объем и темп закачки, выбрать емкости, насосные агрегаты, смесительные и дозировочные устройства, материалы и схему нейтрализации.

Практическая работа 6. Приготовление реагентов

Составить материальный баланс и компоновку смесительного блока для кислоты, полимерного, гелевого или поверхностно-активного состава.

Практическая работа 7. Режим гидроразрыва пласта

По заданным давлению разрыва, потерям давления и темпу закачки определить требуемые параметры наземного комплекса.

Практическая работа 8. Насосный флот ГРП

Определить число рабочих насосных установок и резерв, суммарную мощность и распределение нагрузки между агрегатами.

Практическая работа 9. Блендер и проппант

По концентрации и массе проппанта определить расход и продолжительность подачи, требуемую производительность блендера и объем хранения.

Практическая работа 10. Скважинная компоновка

Выбрать пакер, НКТ, циркуляционные и изолирующие устройства. Составить схему и описать последовательность операций.

Практическая работа 11. Насосы системы ППД

Построить или проанализировать характеристики насоса и сети, определить рабочую точку, число агрегатов, мощность и способы регулирования.

Практическая работа 12. Схема БКНС

Разработать состав блоков, резервирование, фильтрацию, учет, распределение воды и средства автоматизации насосной станции.

Практическая работа 13. Тепловое оборудование

Определить расход теплоносителя и тепловую мощность, выбрать парогенератор, водоподготовку, трубопроводную и устьевую обвязку.

Практическая работа 14. Газонагнетательное оборудование

Определить производительность и степень повышения давления, выбрать тип компрессора, охлаждение, сепарацию и систему регулирования.

Практическая работа 15. Физико-химическое воздействие

Выбрать емкости, мешалки, дозаторы, насосы и фильтры для приготовления и закачки полимерной, гелевой или ПАВ-системы.

Практическая работа 16. Контроль и безопасность

Разработать перечень проверок перед пуском, контролируемые параметры, блокировки, условия аварийного останова и порядок опрессовки.

Практическая работа 17. Комплексный проект

Согласовать параметры всех элементов комплекса, выполнить технологическую схему и план размещения, оценить резервирование, надежность, безопасность и энергоэффективность.

А.6. Требования к отчету по практической работе

1. титульная часть: дисциплина, номер и тема работы, вариант, Ф.И.О. обучающегося, группа;
2. цель работы и исходные данные;
3. технологическая или расчетная схема;
4. использованные зависимости, справочные и каталожные данные;
5. ход расчета и промежуточные результаты;
6. выбранное оборудование и его основные характеристики;
7. проверка совместимости, запаса, резервирования и безопасности;
8. вывод и ответы на контрольные вопросы.

Отчет должен позволять воспроизвести ход решения. Недопустимо приводить только перечень или марку оборудования без исходных данных, расчета, схемы и инженерного обоснования.

А.7. Рекомендации по самостоятельной работе

- начинать изучение оборудования с назначения технологической операции и характеристик пласта;
- при работе с каталогом различать номинальные, максимальные и рекомендуемые параметры;
- проверять химическую совместимость материалов, уплотнений и арматуры с рабочими агентами;
- сопоставлять не менее двух возможных вариантов и фиксировать критерии выбора;
- проверять согласование производительности насосов, смесителей, дозаторов и пропускной способности манифольдов;
- в комплексном кейсе согласовывать наземное, устьевое и скважинное оборудование, средства измерения и защиты.

А.8. Подготовка к аттестациям и экзамену

Подготовка проводится по разделам дисциплины. Для каждого вида оборудования рекомендуется составить краткий паспорт знаний: назначение; состав и устройство; принцип действия; основные параметры; область применения; рабочая среда; преимущества и ограничения; характерные неисправности; требования к монтажу, испытаниям и обслуживанию.

При решении практической части необходимо записать исходные данные, перевести их в единицы СИ, выбрать расчетную зависимость, выполнить проверку размерности, подобрать оборудование и сформулировать инженерный вывод. Ответ без объяснения принятого решения считается неполным.

А.9. Академическая добросовестность и оформление источников

Заимствованные схемы, характеристики и числовые данные сопровождаются ссылкой на источник. При использовании паспортных или каталожных сведений указываются изготовитель, обозначение оборудования и год документа. Запрещается представлять чужой отчет или автоматически сформированный текст без проверки технической корректности и собственного инженерного анализа.

Составитель:

Доцент кафедры «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев/

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ТМО»



/А.А. Эльмурзаев/

Директор ДУМР



/М.А. Магомаева/