

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.15 Технология эксплуатации газовых скважин»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

(код и наименование направления подготовки)

Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти и газа
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.15 Технология эксплуатации газовых скважин» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин
наименование кафедры

протокол № 6 от "20" января 2025г.

Декан строительного-технологического факультета
наименование кафедры

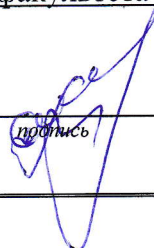

подпись

И.В. Завьялова
расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

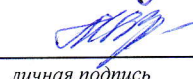
должность


подпись

А.В. Спирин
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР


личная подпись

М.А. Зорина

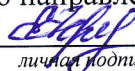
расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

код наименование

личная подпись


личная подпись

Е.В. Фролова.

расшифровка подписи

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству кафедры

личная подпись


личная подпись

Е.В. Фролова.

расшифровка подписи

© Спирин А.В., 2025
© Бузулукский
гуманитарно-
технологический институт
(филиал) ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

обучение студентов современным типам, конструкциям и оборудованию газовых и газоконденсатных скважин, процессам добычи углеводородного сырья из залежей.

Задачи:

- дать теоретические основы расчета основных методов определения и расчёта физических свойств природных газов и углеводородных конденсатов, выбора и обоснования конструкции скважин, проведения и обработки результатов газогидродинамических и газоконденсатных исследований скважин;

- научить студентов современным аналитическим методам выбора и расчета технологического режима работы газовых и газоконденсатных скважин;

- показать технологию проведения основных технологических операций, проводимых на газовых и газоконденсатных скважинах в процессе добычи углеводородного сырья из продуктивных пластов, а также виды осложнений при работе скважин (гидратообразование, отложения солей, песчаные пробки, обводнение и т.д.) и методы их предупреждения и ликвидации.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.13 Разработка нефтяных и газовых месторождений*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен осуществлять и корректировать технологические процессы нефтегазового производства в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности	ПК*-1-В-1 Знает основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий ПК*-1-В-2 При взаимодействии с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректирует технологические процессы с учетом реальной ситуации ПК*-1-В-3 Владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов	Знать: - физические и теплофизические свойства природного газа и газового конденсата скважины; - виды и конструкции газовых и газоконденсатных скважин, их преимущества и недостатки); - оборудование забоя и устья скважин; - методы расчета изменения термобарических параметров в процессе добычи газа и конденсата; -методы газогидродинамических исследований пластов и скважин; - методы интенсификации притока флюида к скважине и технологию их проведения - осложнения при работе скважин, методы их предупреждения и ликвидации; - основные виды подземных ремонтов скважин, технологию их проведения; Уметь: - определять физические и теплофизические свойства природного

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		газа и газового конденсата; - рассчитывать гидро- и термодинамику в стволе скважины; - проводить газогидродинамические и газоконденсатные исследования скважин и пластов; - интерпретировать и обрабатывать результаты исследований на стационарных и нестационарных режимах фильтрации; - решать задачи по обоснованию и выбору технологического режима работы газовых и газоконденсатных скважин; - решать технологические задачи по выбору методов и средств интенсификации притока; - составлять типовые технологические и рабочие документы. <u>Владеть:</u> - навыками выбора оборудования устья и забоя газовых и газоконденсатных скважин с использованием современных справочной, нормативной и технической литературы для обеспечения безаварийной работы скважины; - методиками расчетов свойств природного газа и газового конденсата; - методиками расчетов термобарических параметров в стволе скважины; - методиками проведения газогидродинамических исследований пластов и скважин; - навыками проведения работ по интенсификации притока флюидов к скважине; - навыками проведения капитального и текущего ремонтных работ в скважине

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	25,25	25,25
Лекции (Л)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа:	82,75	82,75
<i>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и</i>		

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
<i>материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к лабораторным занятиям</i>		
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			Внеауд работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Структура газовой промышленности, единая система газоснабжения.	6	2			4
2	Общие сведения о газоконденсатном месторождении	8	2			6
3	Общие и эффективные толщины газоконденсатных коллекторов и их характеристики.	8	2			6
4	Фазовые превращения природных углеводородных смесей.	8	2			6
5	Качественный расчет 2~ фазных систем.	8			2	6
6	Конструкция газовых скважин, основные элементы устья и ствола скважин, их назначение.	8			2	6
7	Вывод формулы распределения давления по стволу остановленной газовой скважины.	8			2	6
8	Гидродинамические методы исследования скважин, виды исследований, цели и задачи.	8	2			6
9	Технологический режим работы газовых скважин.	8	2			6
10	Обводнение скважин.	8			2	6
11	Солянокислотная обработка скважин.	6			2	4
12	Гидравлический разрыв пласта.	6			2	4
13	Капитальный и подземный ремонт скважин.	6				6
14	Промысловые дожимные компрессорные станции	6				6
15	Схемы применения и расчет мощности ДКС	6				6
	Итого:	108	12		12	84
	Всего:	108	12		12	84

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Структура газовой промышленности, единая система газоснабжения. Характеристика современного состояния газовой промышленности РФ. Ресурсы. Добыча. Перспективы. Основные газодобывающие регионы и месторождения. Основные направления использования природного газа.

Краткая история развития отечественной газовой промышленности. Основные газодобывающие регионы страны и мира. Роль природного газа как топлива и сырья для химической промышленности. Единая система газоснабжения страны - ЕСГ. Динамические и вероятностные свойства ЕСГ. Перспективы развития газодобывающей отрасли. Основные направления использования природного газа в нефтехимической и химической промышленности РФ с учетом современных экологических норм и правил.

Раздел 2. Состав газа газовых, газоконденсатных месторождений. Способы выражения состава и пересчета. Физико-химические свойства природных газов, способы их расчета, определения. Критические параметры индивидуальных углеводородов, диаграммы Р-Т. Псевдокритические пара-

метры природных газов. Приведенные параметры. Состав природного газа газовых и газоконденсатных месторождений. Классификация месторождений по их углеводородному составу. Различные способы представления компонентного состава природного газа. Способы пересчета состава газа и конденсата из одних единиц в другие. Критические, псевдокритические и приведенные параметры компонентов природных газов и их смесей.

Раздел 3. Уравнение состояния. Уравнение Менделеева-Клапейрона, уравнение Ван-дер Ваальса и другие 2х и 3х параметрические уравнения. Определение коэффициента сверхсжимаемости по различным уравнениям состояния. Уравнения состояния природных газов: Менделеева-Клапейрона, Ван-дерВаальса, Пенга-Робинсона, Редлиха-Квонга и др. Определение коэффициентов сверхсжимаемости, вязкости, плотности, удельной теплоёмкости, коэффициентов теплопроводности, теплотворной способности различными методами. Дросселирование газа, коэффициент Джоуля-Томсона. Летучесть.

Раздел 4. Фазовые превращения природных углеводородных смесей. Диаграммы Р-Т и РV. Ретроградные явления. Давление начала конденсации и максимальной конденсации. Газоконденсатные месторождения. Константы равновесия, уравнения фазовых превращений, количественное решение двухфазных многокомпонентных систем. Влагосодержание газов. Методы оценки влагосодержания природных газов в высокосернистом газе. Гидраты природных газов, кинетика образования. Различные структуры газовых гидратов. Методы определения давления и температуры гидратообразования. Газогидратные залежи. Требования ОСТ 51.40-93 на природный газ и ОСТ на конденсат.

Раздел 5 Качественный расчет 2х фазных систем. Расчет объема газа при испарении углеводородной жидкости. Уравнения фазовых концентраций. Методы решения уравнений фазовых концентраций. Понятие констант равновесия. Методы их определения. Фазовые диаграммы однокомпонентных, двухкомпонентных и многокомпонентных систем. Определение упругости насыщенных паров. Законы Дальтона, Рауля и Дальтона-Рауля. Правило фаз Гиббса. Число степеней свободы. Понятие и определение констант равновесия для природных газов. Уравнения фазовых концентраций.

Раздел 6. Конструкция газовых скважин, основные элементы устья и ствола скважин, их назначение. Конструкция забоя скважин. Перфорация. Фильтры. Вскрытие и освоение скважин. Методы получения информации. Конструкция и назначение элементов конструкции устья, ствола скважин. КПП, назначение, основные узлы. Конструкция забоя скважин. Перфорация скважин. Освоение и вскрытие продуктивного пласта. Фильтры, классификация, выбор конструкции фильтра.

Раздел 7. Вывод формулы распределения давления по стволу остановленной газовой скважины. Расчет давления на забое газовой скважины, особенности расчета при движении газа по кольцевому пространству. Расчет забойного давления при работе газовой скважины с водой. Особенности расчета давления на башмаке горизонтальной скважины. Распределение температуры по стволу остановленной и работающей скважине. Учет многолетнемерзлых пород в разрезе скважин. Распределение давления и температуры по стволу остановленной и работающей скважины. Особенности расчёта распределения давления по стволу скважины при движении газожидкостных смесей. Расчёт давления у башмака НКТ горизонтальных скважин. Расчёт внутреннего диаметра и глубины спуска колонн лифтовых труб. Оборудование скважины для совместного-раздельной эксплуатации нескольких пластов в одной скважине.

Раздел 8. Гидродинамические методы исследования скважин, виды исследований, цели и задачи. Законы фильтрации. Выводы уравнения притока газа к скважине. Приборы для замера давлений, температур, расходов газа. Комплекс Надым - 1, Надым - 2. Законы фильтрации, линейный и нелинейный, нарушение линейного закона фильтрации, число Рейнольдса. Формулы для расчёта дебита газовой скважины при установившемся режиме и существовании линейного и двухчленного законов фильтрации. Цели и задачи газогидродинамических исследований скважин. Приборы для измерения давлений, температур, расходов газа. Технология проведения исследований скважин на установившихся режимах, подготовка скважин, обвязка оборудования и приборов. Методы интерпретации результатов исследований скважин, учёт влияния различных факторов на форму индикаторных линий. Исследование газовых скважин при нестационарных режимах фильтрации, теоретические основы исследований скважин. КВД, снятие и обработка результатов исследований. Гидропрослушивание, кривые стабилизации дебитов и давлений. Понятие скин-эффекта.

Раздел 9. Технологический режим работы газовых скважин. Факторы, влияющие на режимы эксплуатации скважин. Выбор режима. Технологический режим работы газовых скважин в условиях обводнения подошвенной водой. Безгидратный технологический режим работы газовых скважин. Технологический режим

работы скважин в неустойчивых коллекторах. Технологический режим работы газоконденсатных скважин. Влияние выпадающей в призабойной зоне жидкости на работу скважин. Изменение технологического режима в процессе эксплуатации скважин. Понятие технологического режима эксплуатации скважин. Факторы, ограничивающие дебит скважины, разрушение призабойной зоны, песчаные пробки, конусообразование, коррозия оборудования, гидратообразование в скважине и др. Методы расчета технологических режимов работы скважин при различных ограничивающих факторах. Использование результатов исследований скважин для расчета и выбора технологического режима скважин.

Раздел 10. Обводнение скважин. Способы предотвращения и удаления воды с забоев скважин. Солеотложения в скважинах, способы удаления и предупреждения. Причины обводнения скважин. Методы удаления жидкости с забоев скважин, механические, физико-химические. Технологические мероприятия и средства по предотвращению гидратообразования и разрушению гидратных пробок. Солеотложение в скважинах. Механизм и причины отложения минеральных солей. Методы предупреждения отложения солей, очистка труб от солей. Асфальто-смолистые и парафиновые отложения в скважине, в призабойной зоне. Методы удаления отложений.

Раздел 11. Солянокислотная обработка скважин. Выбор объекта. Химические реакции. Необходимые реагенты. Солянокислотные обработки, выбор объекта. Технология проведения СКО. Виды СКО, кислотные ванны, простые СКО, пенокислотные, спиртопенокислотные, СКО с пакерующей жидкостью и т.д. Расчет СКО. Глинокислотная обработка.

Раздел 12. Гидравлический разрыв пласта.. Выбор объекта, расчет проведения, технологии проведения ГРП, подбор жидкостей разрыва, песконосителя. Эффективность ГРП.

Раздел 13. Капитальный и подземный ремонт скважин. Основные виды ремонтов. Оборудование и инструменты для ремонта. Установка гибких труб. Виды подземного ремонта скважин. Техника и технология проведения подземного ремонта скважин. Канатный инструмент, оборудование устья. Гибкие трубы, использование гибких труб при подземном ремонте. Элементы конструкции установки гибких труб, барабаны, инжекторы и т.д. Расчет промывки скважин для удаления песчаных, соляных пробок. Особенности проведения подземных ремонтов горизонтальных скважин.

Раздел 14. Промысловые дожимные компрессорные станции. Назначение. Схемы применения. Расчет мощности ДКС. Определение температуры на выходе из компрессора. Магистральный транспорт газа. Предназначение дожимных компрессорных станций. Размещение ДКС в единой системе газоснабжения РФ. Технологические условия работы промысловых ДКС. Виды компрессоров, используемых для оборудования компрессорных станций. Основные технические характеристики компрессоров. Преимущества и недостатки применяемых компрессоров на ДКС.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	5	Качественный расчет 2~ фазных систем. Расчет объема газа при испарении углеводородной жидкости. Уравнения фазовых концентраций. Методы решения уравнений фазовых концентраций	2
2	6	Конструкция газовых скважин, основные элементы устья и ствола скважин, их назначение. Конструкция забоя скважин	2
3	7	Вывод формулы распределения давления по стволу остановленной газовой скважины.	2
4	10	Обводнение скважин. Способы предотвращения и удаления воды с забоев скважин	2
5	11	Солянокислотная обработка скважин. Выбор объекта. Химические реакции. Необходимые реагенты.	2
6	12	Гидравлический разрыв пласта.. Выбор объекта, расчет проведения, технологии проведения ГРП, подбор жидкостей разрыва, песконосителя. Эффективность ГРП.	2
		Итого:	12

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Алиев З.С., Мараков Д.А. Разработка месторождений природных газов. М.: МАКС Пресс, 2011. - 340 с. Учебное пособие для вузов.

5.2 Дополнительная литература

1. Вяхирев Р.П., Коротаев Ю.П., Кабанов Н.И. "Теория и опыт добычи газа", М.: "Недра", 1998 г., 479 с.
2. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата. Справочное руководство в 2-х томах. Том 1. /Под ред. Ю.П. Коротаева, Р.Д. Маргулова - М.:Недра, 1984 г., 360 с.
3. Гриценко А.П., Алиев З.С., Ермилов О.М. и др. "Руководство по исследованию скважин", М.: "Наука", 1995 г., 523 с.
4. Ермилов О.М., Алиев З.С., Ремизов В.В., Чугунов Л.С. "Эксплуатация газовых скважин", М.: "Наука", 1995 г., 359 с.
5. Кроль В.С., Карапетов А.К. "Подземный ремонт скважин с помощью канатной техники", М.: "Недра", 1985 г., 192 с.
6. Гвоздев Б.П., Гриценко А.И., Корнилов А.Е. "Эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений". Справочное пособие. - М.: "Недра", 1988 г., 575 с.

5.3 Периодические издания

1. Журнал "Нефтяное хозяйство".
2. Журнал "Нефтегазовое дело".
3. Журнал "Бурение и нефть".
4. Журнал "Нефтегазовое обозрение".
5. Журнал "Нефть. Газ. Новации"

5.4 Интернет-ресурсы

Дополнительно включить (при наличии) ссылки на конкретные массовые открытые онлайн-курсы, рекомендуемые студентам для самостоятельной работы, размещенные на платформах онлайн-обучения:

<https://www.coursera.org/> - «Coursera»;
<https://openedu.ru/> - «Открытое образование»;
<https://universarium.org/> - «Универсариум»;
<https://www.edx.org/> - «EdX»;
<https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум»;
и т.п

Например:

<https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
<https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
<https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки»;
<https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Дискретная математика»

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.