

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФТД.02 Направленное бурение. Бурение горизонтальных
и многозабойных скважин

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Направленность (профиль)

21.05.03.32 Технология и техника разведки месторождений полезных
ископаемых

Форма обучения

заочная

Год набора

2022

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

Доктор наук, Заведующий кафедрой ТТР ПФ ИГДГиГ СФУ,

Нескормных Вячеслав Васильевич

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Основными целями изучения дисциплины являются получение знаний о современных технических средствах и технологиях направленного бурения скважин при решении задач сооружения эксплуатационных нефтегазовых скважин.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В состав задач изучения дисциплины входят:

- дать представление о методах направленного бурения, технике и технологиях управления направлением и кривизной скважин, технологии бурения многозабойных и вертикально-горизонтальных скважин;
- научить методам проектирования технологий направленного бурения;
- научить приемам работы с отклонителями и методам ориентирования отклонителей.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|---|--|
| ПК-6: Обладает умением прогнозировать потребности в высоких технологиях для более профессионального составления технических проектов на геологическую разведку | |
| ПК-6.1: Понимает основные методы прогнозирования потребностей в высоких технологиях для более профессионального составления технических проектов на геологическую разведку, в том числе с применением современных знаний и технологий в области направленного бурения, буровой техники, опробования скважин | Знать основные методы прогнозирования траектории ствола скважины Знать методы построения траектории ствола скважины Знать методы составления технических проектов на разведку месторождений Уметь проводить прогноз траектории ствола скважины Уметь строить траекторию ствола скважины Уметь составлять технические проекты на разведку месторождений Владеть навыками прогнозирования траектории ствола скважины Владеть навыками построения траектории ствола скважины Владеть навыками составления технических проектов на геологоразведку |

| | |
|---|--|
| ПК-6.2: Способен прогнозировать потребности в высоких технологиях для более профессионального составления технических проектов на геологическую разведку | <p>Знать высокие технологии в современном направленном бурении</p> <p>Знать основные способы составления проектов на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Знать способы прогнозирования потребностей в высоких технологиях</p> <p>Уметь прогнозировать потребности в высоких</p> |
| | <p>технологиях</p> <p>Уметь составлять проекты на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Уметь применять высокие технологии в современном направленном бурении</p> <p>Владеть навыками прогнозирования потребностей в высоких технологиях</p> <p>Владеть навыками составления проектов на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Владеть навыками применения высоких технологий в современном направленном бурении</p> |
| ПК-6.3: Обладает методами прогнозирования потребностей в высоких технологиях для более профессионального составления технических проектов на геологическую разведку | <p>Знать методы прогнозирования потребностей в высоких технологиях</p> <p>Знать методы составления проектов на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Знать современные технологии направленного бурения</p> <p>Уметь составлять прогнозы потребностей в высоких технологиях</p> <p>Уметь применять методы составления проектов на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Уметь применять современные технологии направленного бурения</p> <p>Владеть навыками составления прогнозов потребностей в высоких технологиях</p> <p>Владеть навыками применять методы составления проектов на геологоразведочное бурение с использованием высоких технологий</p> <p>Владеть навыками применять современные технологии направленного бурения</p> |
| ПК-9: Имеет способность проводить инженерные расчеты в области решения задач буровых технологий | |

| | |
|---|---|
| <p>ПК-9.1: Понимает методики проведения инженерных расчетов, связанных (например) с приготовлением, очисткой, химической обработкой и утяжелением промывочных агентов, расчетом бурильной колонны</p> | <p>методику проведения расчетов нагрузки на буровой насос методику проведения инженерных расчетов нагрузок в вышках методику проведения инженерных расчетов нагрузки на элементы буровых машин и механизмов осуществлять инженерные расчеты нагрузок в вышках</p> |
| <p>на прочность, расчетом, связанного с эксплуатацией бурильной колонны и др.</p> | <p>осуществлять инженерные расчеты мощности буровых агрегатов осуществлять инженерные расчеты нагрузки на элементы буровых машин и механизмов навыками инженерных расчетов нагрузок в вышках навыками инженерных расчетов мощности буровых агрегатов навыками инженерных расчетов нагрузки на элементы буровых машин и механизмов</p> |
| <p>ПК-9.2: Способен проводить инженерные расчеты в области решения практических задач современных буровых технологий</p> | <p>методики инженерных расчетов в области решения практических задач современных буровых технологий Современный уровень развития буровых технологий Перспективные области совершенствования буровых технологий Анализировать современный уровень развития буровых технологий Проводить инженерные расчеты в области буровых технологий Определять перспективные области совершенствования буровых технологий Навыками анализа современного уровня развития буровых технологий Навыками проведения инженерных расчетов в области буровых технологий Навыками определения и анализа перспективных областей совершенствования буровых технологий</p> |

| | |
|---|--|
| ПК-9.3: Обладает навыками проведения инженерных расчетов в области буровых технологий | <p>Основные области инженерных расчетов технических средств и технологий в бурении</p> <p>Методику проведения инженерных расчетов</p> <p>Основные области инженерных расчетов технических средств и технологий</p> <p>Определять и анализировать основные области инженерных расчетов технических средств и технологий в бурении</p> <p>Проводить инженерные расчеты</p> <p>Определять и анализировать области инженерных расчетов технических средств и технологий</p> <p>Навыками определения и анализа основных областей инженерных расчетов технических средств и технологий в бурении</p> <p>Навыками проведения инженерных расчетов</p> <p>Пониманием основных областей инженерных</p> |
| | расчетов технических средств и технологий |

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад.час) | Семестр | | | | | |
|--------------------|--|---------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| № п/п | Модули, темы (разделы) дисциплины | Занятия лекционного типа | | Занятия семинарского типа | | | | Самостоятельная работа, ак. час. | |
| | | | | Семинары и/или Практические занятия | | Лабораторные работы и/или Практикумы | | | |
| | | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС | Всего | В том числе в ЭИОС |
| 1. Общие сведения о направленном бурении скважин. Проектирование профилей стволов скважин. | | | | | | | | | |
| | 1. Самостоятельное изучение раздела "Общие сведения о направленном бурении скважин. Проектирование профилей стволов скважин". | | | | | | | 16 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>2. Общие сведения о направленном бурении скважин. Содержание и задачи курса, его значение в подготовке инженеров по специальности «Бурение нефтяных и газовых скважин». Структура курса и связь с другими дисциплинами.</p> <p>Основные понятия, элементы, определяющие пространственное положение скважин: угол падения, зенитный угол, азимутальный угол, апсидальная плоскость. Искривление скважин, кривизна и интенсивность искривления. Классификация трасс скважин. Понятие о естественном и искусственном искривлении. Сущность направленного бурения и его возможности. Краткие исторические сведения. Достижения отечественных специалистов в области направленного бурения.</p> <p>Проектирование профилей стволов скважин для решения различных задач направленного бурения. Проектирование траекторий скважины при направленном бурении. Проектирование траекторий скважины при естественном их искривлении. Типовые траектории, исходя из закономерностей искривления скважин и требований методики разведки.</p> <p>Проектирование траекторий скважины при искусственном искривлении. Расчет и обоснование проектной траектории скважины, исходя из требований возможного набора кривизны и условий работы колонны бурильных труб. Проектирование многоствольных скважин. Типовые схемы многоствольных скважин и условия их применения. Расчет траектории основного и дополнительного стволов с учетом технических возможностей и экономической эффективности. Проектирование траектории глубоких скважин. Вертикально-горизонтальные и горизонтально-разветвленные скважины.</p> | 1 | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|-----|--|--|--|----|--|
| 3. Построение профиля, инклинограммы и годографа (векторной диаграммы) скважины по данным инклинометрических замеров. | | | 0,5 | | | | | |
| 2. Теоретические основы процесса естественного искривления скважин. | | | | | | | | |
| 1. Самостоятельное изучение раздела "Теоретические основы процесса естественного искривления скважин. Причины и закономерности естественного искривления скважин". | | | | | | | 10 | |

| | | | | | | | | |
|---|----|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>2. Классификация и общая характеристика причин отклонения скважин от заданного направления: технические, технологические и геологические факторы, вызывающие искривление скважин. Факторы, действующие закономерно и факторы, искажающие закономерности искривления, действующие непосредственно и косвенно.</p> <p>Технические причины, вызывающие начальное отклонение оси скважины от проектного направления и искривление в процессе бурения.</p> <p>Технологические причины, вызывающие искривление скважин. Влияние жесткости компоновок, типа бурильных колонн и характера их движения на интенсивность искривления. Классификация видов движения гребня полушпильной буровой компоновки по влиянию на процесс искривления скважин. Влияние величины зазора между буровым набором и стенками скважины. Факторы, определяющие величину разработки ствола (характер пород, технология бурения, тип и конструкция породоразрушающих инструментов). Влияние конструкции компоновок на искривление скважин. Влияние способов бурения, режимных параметров на искривление скважин. Механизм искривления скважин при вращательном бурении.</p> <p>Геологические причины, вызывающие искривление скважин. Анизотропия горных пород. Влияние анизотропии физико-механических свойств горных пород, перемежаемости слоев различной твердости и трещиноватости пород на искривление скважин. Процесс взаимодействия породоразрушающих элементов с анизотропными, изотропными и перемежающимися по твердости породами.</p> <p>Основные закономерности естественного искривления скважин. Методика выявления закономерностей искривления скважин. Применение методов математической статистики для выявления закономерностей искривления. Направление и интенсивность искривления в зависимости от угла наклона скважины, угла встречи слоев пород и действия различных факторов при различных способах бурения.</p> | 1 | | | | | | | |
| <p>Основные закономерности естественного искривления скважин. Методика выявления закономерностей искривления скважин. Применение методов математической статистики для выявления закономерностей искривления. Направление и интенсивность искривления в зависимости от угла наклона скважины, угла встречи слоев пород и действия различных факторов при различных способах бурения.</p> | 11 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|-----|--|--|--|---|--|
| 3. Анализ вписываемости буровых снарядов в искривленный ствол скважины. Проектирование направленных скважин с учетом закономерностей естественного искривления часов. | | | 0,5 | | | | | |
| 3. Измерение и контроль искривления скважин. | | | | | | | | |
| 1. Самостоятельное изучение раздела "Измерение и контроль искривления скважин". | | | | | | | 9 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|-----|--|--|--|---|--|
| <p>2. Классификация приборов для измерения искривления скважин: приборы для измерения зенитного угла и приборы для измерения азимута, в магнитных и немагнитных средах. Непосредственный и косвенный способы измерений. Основные принципы действия приборов: горизонтальный уровень жидкости, отвес, магнитная стрелка, гироскоп.</p> <p>Приборы для измерения зенитного угла. Приборы с электролитом, с плавиковой кислотой или отвесом. Принципиальная схема, условия применения, характеристика приборов.</p> <p>Приборы для измерения зенитного и азимутального углов - инклинометры. Принципиальная схема приборов, действующих на принципе магнитной стрелки и отвеса, их характеристика и условия применения. Приборы для измерений в ферромагнитных средах. Фотоинклинометры.</p> <p>Измерение кривизны субгоризонтальных и восстающих скважин.</p> <p>Забойные телеметрические системы (ЗТС). Состав ЗТС, возможности. Конструкции ЗТС. Понятие о геонавигации. Датчики ЗТС. Способы и устройства для передачи информации от ЗТС на поверхность.</p> <p>Использование каротажа в геонавигации. Точность измерений в ЗТС.</p> | 1 | | | | | | | |
| 3. Изучение технических средств и методов измерения и контроля искривления скважин. | | | 0,5 | | | | | |
| 4. Технические средства направленного бурения скважин. | | | | | | | | |
| 1. Самостоятельное изучение раздела "Технические средства направленного бурения скважин". | | | | | | | 7 | |

| | | | | | | | | |
|---|----|--|--|--|--|--|--|--|
| <p>2. Классификация технических средств направленного бурения. Назначение технических средств направленного бурения.</p> <p>Технические средства для бурения скважин в заданном направлении (для снижения естественного искривления скважин). Классификация технических средств для бурения в заданном направлении: компоновки повышенной жесткости; центрированные компоновки; компоновки, реализующие вращение вокруг оси скважины (компоновки динамической стабилизации). Компоновки на основе УБТ для предупреждения искривления скважин. Маятниковые компоновки. Специальные УБТ: квадратные УБТ, спиральные УБТ, эллиптические УБТ, УБТ со смещенным центром тяжести. Компоновки НСУ. Калибраторы, центраторы, стабилизаторы, шарнир-центраторы. Принцип расчета КНБК для бурения скважин в заданном направлении.</p> <p>Технические средства для искривления скважин в любом заданном направлении. Классификация технических средств для искривления в любом заданном направлении. Стационарные технические средства. Способы закрепления клиньев в скважине. Конструкции распорных механизмов и методы повышения надежности закрепления клиньев в скважине. Процесс установки и отбуривания от клиньев.</p> <p>Отклоняющие съемные клинья открытого и закрытого типа. Технические средства непрерывного действия – ОНД. Классификация ОНД по принципу реализуемого процесса набора кривизны.</p> <p>Принцип и интенсивность набора кривизны ОНД, реализующих процесс асимметричного разрушения забоя. Типы отклонителей. Отклонители на базе забойных двигателей.</p> <p>Принцип и интенсивность набора кривизны ОНД, реализующих процесс фрезерования стенки скважины под действием отклоняющего усилия. Типы отклонителей.</p> <p>Принцип и интенсивность набора кривизны ОНД, реализующих процесс фрезерования стенки скважины</p> | | | | | | | | |
| | 14 | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|-----|--|--|--|---|--|
| 3. Изучение конструкции технических средств и технологии искусственного искривления скважин. | | | 0,5 | | | | | |
| 5. Методы и технологии направленного бурения. Способы и средства ориентации отклонителей при направленном бурении | | | | | | | | |
| 1. Самостоятельное изучение раздела "Методы и технологии направленного бурения. Способы и средства ориентации отклонителей при направленном бурении скважин". | | | | | | | 8 | |
| 2. Классификация способов и средств ориентирования отклонителей и их общая характеристика. Прямой и косвенный методы ориентирования. Достоинства и недостатки способов ориентирования. Технические средства и процесс ориентирования отклонителей. Расчет угла установки отклонителя. Схема отсчета углов установки отклонителей. Ориентирование с поверхности. Способы оптической ориентации, способ переноса меток. Ориентаторы механического, электромеханического и гидромеханического типов. Порядок работы при ориентации отклонителей в скважине. Ориентаторы для ориентирования отклонителей в горизонтальных скважинах. Ориентация отклонителей в вертикальных скважинах. Погрешности ориентирования. Пути повышения точности ориентирования. | 1 | | | | | | | |
| 3. Ориентирование отклонителей и расчет параметров цикла искусственного искривления скважин. Составление карты цикла искусственного искривления скважины. | | | 1 | | | | | |
| 6. Методы и технологии направленного бурения. Техника и технология направленного бурения многоствольных скважин. | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|--|--|----|--|
| 1. Самостоятельное изучение раздела "Методы и технологии направленного бурения. Техника и технология направленного бурения многоствольных скважин". | | | | | | | 8 | |
| 2. Способы направленного бурения многоствольных скважин. Общая характеристика условий бурения многоствольных скважин. Бурение многоствольных скважин с помощью специальных отклонителей и бесклиновыми способами. Средства для создания искусственных забоев и забуривание с них дополнительных стволов. Технология создания искусственных забоев. Технические средства для забуривания дополнительных стволов из обсаженных скважин. | 1 | | | | | | | |
| 3. Проектирование дополнительного ствола многоствольной скважины. | | | 1 | | | | | |
| Всего | 6 | | 4 | | | | 58 | |

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Нескоромных В. В. Направленное бурение и основы кернометрии: учебник для студентов вузов по направлению 130102 "Технология геологической разведки"(Москва: ИНФРА-М).
2. Нескоромных В. В. Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин: учебное пособие(Красноярск: СФУ).
3. Калинин А. Г., Григорян Н. А., Султанов Б. З., Калинин А. Г. Бурение наклонных скважин: справочник(Москва: Недра).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. - тестовые системы для диагностики знаний;
2. - доступ к информационным ресурсам сети Интернет.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Свободный доступ к информационным ресурсам Internet.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Аудитория, оснащенная проектором, Internet.