

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

Гусева Н.В.

«30» июня 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

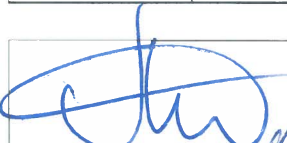
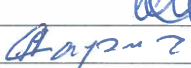
Бурение и эксплуатация скважин в осложненных условиях

Направление подготовки/ специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Специализация	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	2		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	18	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	18	
	ВСЕГО	36	
Самостоятельная работа, ч		36	
ИТОГО, ч		72	

Вид промежуточной аттестации

Зачет	Обеспечивающее подразделение	ОНД
-------	------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОНД на правах
кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Мельник И.А.
	Чернова О.С.
	Саруев Л.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У) -1	Способен проводить анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методики и средств решения задачи, проводить патентные исследования в выбранной области нефтегазового инжиниринга	И.ПК(У)-1.1	Анализирует и обобщает научно-техническую информацию по теме исследования, осуществляет выбор методики и средств решения задачи, проводит патентные исследования в выбранной области нефтегазового инжиниринга	ПК(У)-1.131	Знает наиболее совершенные на данный момент технологии освоения месторождений углеводородного сырья, в том числе на континентальном шельфе, современные энергосберегающие технологии
				ПК(У)-1.1У1	Умеет осуществлять выбор методик и средств решения поставленной задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок
				ПК(У)-1.1В1	Владеет навыками проведения анализа и систематизации информации по теме исследования, а также патентных исследований
ПК(У)-4	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	И.ПК(У)-4.1	Анализирует и обобщает данные о работе технологического оборудования, осуществляет контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	ПК(У)-4.131	Знает на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологических установок, применяемых в нефтегазовом инжиниринге
				ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать и определять преимущества и недостатки применяемого технологического оборудования в РФ и за рубежом
				ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками интерпретации данных работы оборудования, технических устройств в нефтега-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					зовом инжиниринге
ПК(У)-5	Способен участвовать в управлении технологическими комплексами, принимать решения в условиях неопределенности	И.ПК(У)-5.1	Участвует в управлении технологическими комплексами, принимает решения в условиях неопределенности	ПК(У)-5.131	Знает технологии добычи нефти и газа, скважинное оборудование, методы организации и технологии проведения технического обслуживания и ремонта скважинного оборудования
				ПК(У)-5.1У1	Умеет принимать рациональные решения по оптимизации режима работы и форм обслуживания скважинного оборудования
				ПК(У)-5.1В1	Владеет технологиями технического контроля и диагностирования объектов добычи углеводородов конкретными методами

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Планировать и проводить исследования в сложных и неопределённых условиях с использованием современных технологий бурения скважин, а также критически оценивать полученные данные	И.ПК(У)-1.1
РД2	Владеть методиками выбора оборудования и технологии бурения нефтяных и газовых скважин в сложных горно-геологических условиях и методиками расчёта основных технологических показателей бурения	И.ПК(У)-4.1
РД 3	Применять знания и современные методы для предупреждения и ликвидации осложнений в процессе бурения скважин и владеть методическими подходами вскрытия продуктивных горизонтов	И.ПК(У)-5.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Технологии бурения скважин в сложных горно-геологических условиях		Лекции	10
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	18
Раздел (модуль) 2. Специальные режимы и технологии бурения скважин		Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Технологии бурения скважин в сложных горно-геологических условиях

Классификация скважин в нефтегазодобывающей промышленности. Особенности геолого-технических условий бурения нефтяных и газовых скважин. Физико-механические свойства горных пород. Современные способы бурения нефтяных и газовых скважин. Структура цикла строительства скважины. Технологические процессы бурения. Функциональная схема буровой установки для бурения нефтяных и газовых скважин.

Классификация породоразрушающего инструмента по назначению, характеру воздействия на горные породы и конструктивному исполнению, определяющие ее признаки. Шарошечные долота, их классификация и конструктивные особенности. Кинематика и динамика шарошечных долот. Конструкции вооружения, опор и промывочных систем шарошечных долот. Влияние конфигурации долота на форму сечения ствола скважины и поверхности забоя. Закономерности изнашивания и факторы, влияющие на его интенсивность. Долота режуще-скалывающего и истирающе-режущего действия, их классификация и конструктивные особенности, области применения. Бурильные головки и керноприёмные устройства. Инструмент специального назначения, пикообразные, зарезные и фрезерные долота, расширители, калибрующе-центрирующий инструмент. Назначение, принцип действия и конструктивные особенности.

Назначение и состав бурильной колонны, конструкция, её элементов. Резьбовые соединения бурильной колонны. Характеристики материала бурильных труб. Эксплуатация элементов бурильной колонны. Трубные базы, их функции и оснащение. Дефектоскопия элементов бурильной колонны. Меры повышения износостойкости и герметичности элементов бурильной колонны. Условия работы бурильной колонны в вертикальных и наклонных скважинах. Силы, действующие на бурильную колонну при разных способах бурения, и её осевом перемещении. Устойчивость бурильной колонны под действием осевых и центробежных сил, крутящего момента. Формы динамического равновесия при вращении бурильной колонны в скважине. Продольные, поперечные и крутильные колебания бурильной колонны, их влияние на работу долот и бурильных труб, меры защиты. Методика расчёта бурильной колонны на прочность. Принципы выбора и проектирования компоновки низа бурильной колонны (КНБК). Классификация КНБК для бурения вертикальных скважин. Требования к рациональной конструкции бурильной колонны и принципы её выбора.

Классификация забойных буровых машин по роду используемой энергии и кинематике инструмента. Краткие сведения об истории развития забойных двигателей. Принцип действия и конструктивная схема турбобура. Рабочие параметры турбобура и их зависимость от расхода жидкости. Рабочая характеристика турбины турбобура и её практическое значение. Классифика-

ция современных турбобуров, их характеристика и области применения. Винтовые забойные двигатели, их конструктивные и технологические особенности. Конструктивная схема электробур. Рабочие параметры электробур. Технологические особенности электробуров как забойных двигателей.

Показатели работы долота и влияющие на них факторы. Зависимость начальной механической скорости от свойств горных пород, конструктивных особенностей долот, параметров режима бурения и других факторов. Влияние параметров режима бурения и качества очистки забоя на характер разрушения породы на забое скважины. Закономерности изменения механической скорости проходки во времени. Влияние различных факторов на темп снижения механической скорости во времени, долговечность вооружения и опоры долота. Закономерности изменения рейсовой скорости бурения во времени. Взаимосвязь технологических и экономических показателей бурения, критерии оптимизации режимов бурения в зависимости от глубины забоя и способа регулирования режимных параметров. Оптимизация режимов бурения по степени использования механической и гидравлической мощности буровой установки. Расчет вращающего момента и мощности, необходимых для работы долота на забое. Факторы, влияющие на величину удельного момента и его изменения во времени. Особенности технологии бурения при равновесии давлений в системе «пласт-скважина». Контроль и регулирование дифференциального давления. Особенности разрушения пород и режимов бурения при отборе керна.

Темы лекций:

1. Породоразрушающий инструмент для бурения скважин. Закономерности работы породоразрушающего инструмента
2. Бурильная колонна. Забойные двигатели
3. Оптимизация режимов бурения по степени использования механической и гидравлической мощности буровой установки
4. Взаимосвязь технологических и экономических показателей бурения, критерии оптимизации режимов бурения в зависимости от глубины забоя и способа регулирования режимных параметров

Названия лабораторных работ:

1. Конструкция бурильных установок (БУ), породоразрушающего инструмента, элементов бурильной колонны
2. Расчёт компоновки низа бурильной колонны (КНБК) для бурения вертикальной скважины
3. Расчёт плотности промывочной жидкости, забойного давления, допустимой репрессии на пласт
4. Расчёт операций глушения скважины (плотность утяжелённого бурового раствора, объем жидкости глушения, количество циклов глушения скважины при бурении) .

Раздел 2. Специальные режимы и технологии бурения скважин

Особенности технологии роторного бурения, обусловленные возможностью независимого изменения режимных параметров. Ограничения, накладываемые на режим роторного бурения технической оснащённостью буровой установки и прочностью бурильной колонны. Передача механической и гидравлической мощности к долоту, принципы их расчёта и регулирования. Гидроаэродинамика циркуляционной системы. Особенности технологии турбинного бурения. Условия подведения к турбобуру максимума гидравлической мощности насосной установки. Гидродинамика циркуляционной системы.

Принципы выбора типоразмеров турбобуров и насосов для заданных условий бурения. Технологическое противоречие турбобура и пути его разрешения. Влияние трения в опорных элементах турбобура на его выходную характеристику. Стабилизация частоты вращения вала турбобура и способы её регулирования. Контроль и регулирование параметров режима турбинного бурения. Особенности технологии реактивно-турбинного способа бурения. Области применения,

особенности режимов бурения. Особенности технологии бурения винтовыми забойными двигателями (ВЗД). Гидродинамика циркуляционной системы. Принципы выбора типоразмера ВЗД и расхода промывочной жидкости. Особенности режимов бурения и условий их регулирования. Особенности технологии бурения электробурами. Факторы, определяющие достоинства и недостатки способа. Контроль параметров режима бурения и применяемые для этого приборы. Механизация подачи долота с помощью наземных и забойных устройств. Методы оптимального управления процессом бурения. Необходимые для их реализации алгоритмы и технические средства. Роль автоматизации и компьютеризации систем управления процессом бурения.

Характеристики пространственного положения скважин и методы их определения. Причины и механизм естественного искривления скважин. Технические, технологические и геологические факторы, влияющие на процесс искривления скважин. Меры предупреждения самопроизвольного искривления скважин и ограничения его интенсивности.

Назначение и область применения наклонно направленных скважин. Механизм и процессы искусственного искривления скважин. Боковая фрезерующая способность буровых долот и её влияние на искривление скважин. Проектирование профилей наклонно направленных скважин. Выбор и расчёт компоновки низа бурильной колонны и отклоняющих компоновок для бурения наклонно направленных скважин. Технология бурения наклонно направленных скважин. Контроль пространственного положения ствола. Допустимые отклонения скважин от проектного положения.

Требование к строительству кустов скважин. Расположение устьев скважин на кустовой площадке. Критерии эффективности кустового способа бурения скважин.

Бурение многозабойных и горизонтально разветвлённых скважин. Назначение многозабойных и горизонтально разветвлённых скважин. Выбор и обоснование профиля. Технология бурения и технологические средства. Факторы, влияющие на выбор способа бурения скважин. Методы проектирования режимов бурения. Задачи, требующие решения при проектировании режимов бурения и способы их решения. Методика проектирования режимов бурения на основе статистической обработки промысловых данных. Достоинства и недостатки метода. Методика проектирования режимов бурения с использованием опорно-технологических скважин. Последовательность решения задач проектирования режимов бурения. Определение вида базовых зависимостей работы долота. Планирование промысловых исследований для уточнения математической модели работы долота. Разделение разреза на интервалы одинаковой буримости. Основные принципы выбора типа долота. Выбор сочетания осевой нагрузки и угловой скорости долота. Прогнозирование показателей работы долот. Особенности проектирования специальных режимов бурения (отбор керна, бурение наклонно направленных скважин и т. п.).

Темы лекций

5. Особенности технологии бурения различными способами
6. Выбор способа и проектирование режимов бурения скважин
7. Бурение многозабойных и горизонтально разветвлённых скважин
8. Методика проектирования режимов бурения на основе статистической обработки промысловых данных

Названия практических работ

5. Выбор и обоснование рациональной конструкции бурильной колонны для заданных условий бурения скважины
6. Расчет основных параметров для многоступенчатого цементирования скважин

5. Организация самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников

- информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Нескоромных, Вячеслав Васильевич. Направленное бурение и основы кернометрии: Учебник / Сибирский федеральный университет. — 2. — Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. — 336 с. — ВО - Бакалавриат. — ISBN 978-5-16-009987-3. — ISBN 978-5-16-101647-3. Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=464804> (контент) (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный

Дополнительная литература

1. Бурение наклонных, горизонтальных и многозабойных скважин. А. С. Повалихин и др. / под ред. А.Г. Калинина. — Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2011. — 645 с. — Текст: непосредственный
2. Нескоромных, В. В. Направленное бурение и основы кернометрии: учебник / В. В. Нескоромных; Сибирский федеральный университет (СФУ). — 2-е изд. — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СибФУ, 2017. — 336 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — ISBN 978-5-16-009987-3. — ISBN 978-5-7638-2921-1. — Текст: непосредственный
3. Рязанов, Виктор Иванович. Направленное бурение нефтяных и газовых скважин: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Рязанов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт геологии и нефтегазового дела (ИГНД). — 1 компьютерный файл (pdf; 1538 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — Учебники Томского политехнического университета. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из сети НТБ ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext3/m/2009/m8.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
4. Чубик, Петр Савельевич. Практикум по промывочным жидкостям / П. С. Чубик; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 1991. — 100 с.: ил. — Библиогр.: с. 97-98. — Текст: непосредственный

6.2. Информационное и программное обеспечение

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <http://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

- Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
- Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>

- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Libre Office;
2. WinDjView;
3. Acrobat Reader DC;
4. tNavigator;
5. Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog);
6. Webex Meetings;
7. Google Chrome;
8. Zoom.

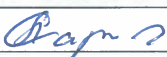
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 12 шт.; Проектор - 1 шт.; Экран 180*180; Доска аудиторная маркерная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; WinDjView, Acrobat Reader DC, Chrome, LibreOffice, Webex Meetings, Zoom. Corel Draw X5, tNavigator, Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog, Pipesim), Roxar (Tempest, RMS), WellFlo, Pansys, SubPUMP, FracPro_2019	634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 231/1

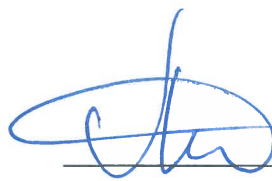
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» по специализации «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (прием 2019 г., очная форма).

.Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОНД, д.т.н.		Саруев Л.А.

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «26» июня 2020 г. № 15).

Руководитель выпускающего отделения
И.о. заведующего кафедрой – руководителя ОНД
на правах кафедры, д.г.-м.н, профессор


подпись

/Мельник И.А./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела ИШ ПР НИ ТПУ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». 2. Обновлено содержание программы (перечень практических и лабораторных занятий). 3. Обновлено программное обеспечение. 4. Обновлен список профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 5. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От « 26 » июня 2020 г., протокол № 25