

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Нефтегазового дела»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №26 от 10 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОЕ, ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ БУРЕНИЕ И ЗАРЕЗКА
БОКОВЫХ СТВОЛОВ»**

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

Бурение нефтяных и газовых скважин

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Пушмин Павел Сергеевич Дата подписания: 22.05.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Буглов Николай Александрович Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Шмаков Андрей Константинович Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Наклонно-направленное, горизонтальное бурение и зарезка боковых стволов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен выполнять работы по проектированию тех-нологических процес-сов строительства и ремонта нефтяных и газовых скважин	ПК-2.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.7	Способен проектировать конструкцию скважины; проводить технологические расчеты и выбирать технологию крепления скважин; проектировать технологическую оснастку обсадных колонн; проектировать режим закачивания тампонажного раствора в скважину; разрабатывать проект строительства наклонно-направленных, горизонтальных, кустовых скважин и зарезки боковых стволов	Знать способы, методы, технологию и технические средства направленного бурения скважин, а также контроля положения ствола в пространстве; методику расчета профилей и построения проекций скважин. Уметь проводить анализ и систематизацию информации, полученной при бурении наклонно направленных, горизонтальных, кустовых скважин и зарезки боковых стволов. Владеть нормативами проектной деятельности и навыками составления рабочих проектов, обзоров, отчетов.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Наклонно-направленное, горизонтальное бурение и зарезка боковых стволов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Технология бурения нефтяных и газовых скважин», «Учебная практика: ознакомительная практика», «Крепление наклонно- направленных скважин», «Крепление вертикальных скважин»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тампонажные системы для строительства скважин в морских акваториях», «Управление свойствами тампонажных систем», «Производственная практика: эксплуатационная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семес тр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	180	36	144
Аудиторные занятия, в том числе:	18	2	16
лекции	10	2	8
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	8	0	8
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	153	34	119
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные термины и определения наклонно-направленного, горизонтального бурения и резки боковых стволов	1	2					3	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						10	

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

1	Ориентирование отклонителей	1								Устный опрос
2	Причины и закономерности естественного искривления скважин	2								Устный опрос
2	Назначение и область применения наклонно-направленных и горизонтальных скважин	2								Устный опрос
3	Работа бурильного инструмента	3						2, 4	14	Устный опрос
3	Профили наклонно-направленных скважин и радиусы их искривления	3								Устный опрос
4	Компоновки низа бурильной колонны для строительства вертикальных и наклонных скважин	4				3, 4	4	2, 4	18	Устный опрос
4	Проектирование профилей скважин с учетом естественного искривления их стволов	4				1	2	2, 4	14	Устный опрос
5	Зарезка боковых стволов	5						1, 4	20	Устный опрос
5	Особенности расчета бурового оборудования и инструмента при наклонно-направленном бурении скважин	5				2	2	2, 4	14	Устный опрос
6	Многозабойные скважины и эффективность их строительства	6	1					4	10	Устный опрос
7	Сетка скважин нефтяного и газового эксплуатационного объекта	7						4	10	Устный опрос
8	Технические средства для наклонно-направленного бурения	8	1							Устный опрос
9	Геометрические размеры	9						4	9	Устный опрос

	отклонителей									
10	Особенности строительства кустовых скважин	10								Устный опрос
	Промежуточная аттестация							9		Экзамен
	Всего		2				8		118	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные термины и определения наклонно-направленного, горизонтального бурения и зарезки боковых стволов	Основные термины и определения; наклонно-направленная скважина; элементы, определяющие пространственное положение скважин; интенсивность искривления; радиус искривления; средний угол искривления; горизонтальная проекция ствола скважины; вертикальная проекция ствола скважины; полный угол искривления; боковой ствол

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Ориентирование отклонителей	Ориентирование отклонителей в вертикальном и наклонном стволах. Типы ориентаторов и порядок работы с ними. Технические расчеты связанные с искусственным искривлением скважин. Расчет угла установки отклонителя.
2	Причины и закономерности естественного искривления скважин	Классификация причин естественного искривления скважин и их характеристика. Силы, действующие на нижнюю часть бурового инструмента. Механизм искривления скважин. Геологические причины искривления скважин. Технологические причины искривления. Технические факторы искривления скважин. Влияние параметров компоновки нижней части буровой колонны и долота на искривление скважины.
2	Назначение и область применения наклонно-направленных и горизонтальных скважин	Вскрытие пластов под пологим сбросом. Отклонение ствола от сбросовой зоны. Проходка стволов в пласты под соляными куполами. Обход зон обвалов и катастрофических поглощений. Вскрытие пластов под дном морей. Ликвидация аварий в скважине. Зарезка боковых стволов. Тушение горящих фонтанов и ликвидация открытых выбросов. Многозабойное вскрытие пластов. Кустовое бурение. Дегазация угольных пластов. Подземное выщелачивание.
3	Работа бурового инструмента	Устойчивость буровой колонны при роторном бурении вертикальной и наклонной скважин. Теория Г.М. Саркисова. Устойчивость буровой

		<p>колонны при бурении забойными двигателями. Теория А. Лубинского. Виды движения в скважине бурильных труб при роторном бурении. Влияние видов вращения на ТЭП строительства скважин. Управление вращением бурильных колонн в скважине. Определение нагрузки на долото на участке стабилизации зенитного угла.</p>
3	Профили наклонно-направленных скважин и радиусы их искривления	<p>Типы профилей скважин и методика их выбора для конкретных условий. Определение максимальной и минимальной интенсивности искривления скважин по отдельным интервалам. Расчет длины интервалов. Глубина скважины по вертикали и отход от вертикали.</p>
4	Компоновки низа бурильной колонны для строительства вертикальных и наклонных скважин	<p>Основные понятия, термины и определения. Элементы компоновок низа бурильной колонны. Виды компоновок низа бурильной колонны. Выбор и расчет компоновок низа бурильной колонны. КНБК для бурения вертикальных скважин: жесткая КНБК для вертикального бурения; расчет маятниковой КНБК. Расчет КНБК для бурения наклонных скважин. Проектирование КНБК.</p>
4	Проектирование профилей скважин с учетом естественного искривления их стволов	<p>Построение типового профиля скважины. Построение проекций скважин по данным инклинометрических измерений. Определение требуемых зенитного и азимутального углов попадания ствола в заданную точку. Допустимые отклонения скважин от проектируемой точки вскрытия продуктивного горизонта.</p>
5	Зарезка боковых стволов	<p>Выбор профиля боковых стволов. Расчет интервалов забуривания. Технология забуривания и бурения боковых стволов. Технические средства для создания окон в обсадной колонне. Технология забуривания бокового ствола с зарезного цементного моста.</p>
5	Особенности расчета бурового оборудования и инструмента при наклонно-направленном бурении скважин	<p>Определение сил сопротивления перемещению колоны труб в наклонном стволе. Расчет максимальной нагрузки на крюке при подъеме бурильной колонны из наклонно-направленной скважины. Влияние сил трения в искривленной скважине на величину осевой нагрузки, достигающей до долота. Особенности расчета бурильных и обсадных труб.</p>
6	Многозабойные скважины и эффективность их строительства	<p>Профили многозабойных скважин: разветвленные многозабойные скважины; многоярусные многозабойные скважины; радиально-разветвленные многозабойные скважины. Порядок размещения точек забуривания боковых отверстий в основном стволе. Классификация соединений основного ствола</p>

		скважины с боковыми ответвлениями
7	Сетка скважин нефтяного и газового эксплуатационного объекта	Определение сетки скважин эксплуатационного объекта. Формы сеток. Плотность сетки. Рекомендуемые сетки скважин эксплуатационного объекта. Приток жидкости к вертикальной скважине. Эффективность вскрытия нефтяного пласта наклонно направленной скважиной.
8	Технические средства для наклонно-направленного бурения	Классификация способов и средств направленного бурения. Технические средства направленного бурения, их устройство, характеристика, условия и порядок применения: стационарные и съемные клинья; ориентируемые компоновки на базе забойных двигателей; кривой переводник; отклонитель Р-1; отклонитель с накладкой; упругий отклонитель; турбинный отклонитель; шпindel отклонитель; эксцентричный нипель; отклонители на базе ВЗД. Роторные управляемые системы и их классификация.
9	Геометрические размеры отклонителей	Геометрические размеры отклоняющих компоновок на базе: турбинного отклонителя; кривого переводника; отклонителя Р-1; эксцентричного нипеля. Определение угла перекоса искривленного переводника гидравлического двухсекционного забойного двигателя
10	Особенности строительства кустовых скважин	Проектирование строительства кустовых площадок. Очередность бурения скважин с кустовых площадок и мероприятия по предупреждению пересечения их стволов. Оптимальное количество скважин в кусте. Специальное буровое оборудование для кустового бурения. Экономическая эффективность от использования кустов наклонно-направленных скважин.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет профиля наклонно-направленной скважины, с учетом ее естественного искривления	2
2	Расчет максимальных местных напряжений в обсадной колонне в искривленном стволе скважины	2

3	Определение длины основной секции утяжеленных бурильных труб в наклонно-направленной скважине	2
4	Выбор и расчет компоновки нижней части бурильной колонны	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Ведение терминологического словаря	12
2	Выполнение тренировочных и обучающих тестов в дистанционном режиме	12
3	Проработка разделов теоретического материала	10

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Итоговый тест	10
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	20
3	Подготовка к экзамену	10
4	Проработка разделов теоретического материала	79

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=6735> (дата обращения 21.05.2025)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=6735> (дата обращения 21.05.2025)

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится по пройденным разделам дисциплины. Вопросы для проведения опроса в дальнейшем будут входить в состав контрольных вопросов для проведения зачета и экзамена.

Цель проведения устного опроса – выявление знаний и уровня подготовленности студента в процессе изучению дисциплины.

Критерии оценивания.

Каждый студент должен ответить на поставленные вопросы по разным темам разделов. Ответ студента при устном опросе засчитывается в случае полноты раскрытия вопроса и грамотности изложения ответа.

6.1.2 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится по пройденным разделам дисциплины. Вопросы для проведения опроса в дальнейшем будут входить в состав контрольных вопросов для проведения зачета и экзамена.

Цель проведения устного опроса – выявление знаний и уровня подготовленности студента в процессе изучению дисциплины.

Критерии оценивания.

Каждый студент должен ответить на поставленные вопросы по разным темам разделов. Ответ студента при устном опросе засчитывается в случае полноты раскрытия вопроса и грамотности изложения ответа.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.7	Демонстрирует знания технологических процессов при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море. Демонстрирует умения осуществлять и корректировать технологические процессы при строительстве, ремонте и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола на суше и на море; использовать показания КИП и данных геолого-технических исследований для оценки хода процесса бурения скважины в соответствии с проектными решениями; принимать решение о корректировке работ при их неудовлетворительном качестве;	Устный опрос. Экзаменационные билеты. Тестирование

	<p>вырабатывать предложения по улучшению проектных решений процесса бурения скважин. Демонстрирует владение навыками описания технологического цикла строительства скважины; принимать участие в конкретном производственном процессе с исполнением должностных обязанностей (стажера) инженера-технолога или инженера-проектировщика; реализации технологических процессов строительства, ремонта и эксплуатации скважин различного назначения и профиля ствола скважины.</p>	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

Пример задания:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Формулировка понятий «зенитный угол скважины» и «азимутальный угол скважины».
2. Случай применения искусственного отклонения скважины (аварии, восстановление фонда скважин)
3. Виды профилей направленных скважин. Потенциальный профиль.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала,	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме,	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала,

<p>программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную образовательную программу дисциплины и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.</p>	<p>успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работе и профессиональной деятельности.</p>	<p>необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>	<p>допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза.</p>
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Нескоромных В. В. Направленное бурение : учебное пособие для вузов по специальности "Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых" / В. В. Нескоромных, А. Г. Калинин, 2008. - 382.
2. Нескоромных В. В. Направленное бурение и основы кернометрии : учеб. пособие для вузов по специальности 130203 "Технол. и техника разведки месторожд. полезных ископаемых" направления подгот. 130200 "Технологии геол. разведки" / В. В. Нескоромных, 2007. - 324.
3. Нескоромных В. В. Направленное бурение : учебное пособие по дисциплине "Бурение разведочных скважин" для вузов по специальности 080700... направления подготовки 650200 "Технология геологической разведки" / В. В. Нескоромных, 2004. - 107.

4. Нескоромных В. В. Направленное бурение и основы кернометрии : учебник по направлению подготовки 130102 "Технология геологической разведки" / В. В. Нескоромных, 2015. - 336.
5. Нескоромных В. В. Направленное бурение нефтяных и газовых скважин : учебник для вузов по направлению подготовки 21.03.01 "Нефтегазовое дело" (квалификация "бакалавр") / В. В. Нескоромных, 2018. - 345.
6. Техника и технология строительства боковых стволов в нефтяных и газовых скважинах : учебное пособие / В. М. Шенбергер [и др.], 2007. - 489.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Нескоромных В. В. Теоретические основы механики разрушения и проектирования техники и технологии направленного бурения анизотропных пород / В. В. Нескоромных, 2000. - 217.
2. Нескоромных В. В. Технические средства для искусственного искривления геологоразведочных скважин : курс лекций / В. В. Нескоромных, 1995. - 82.
3. Нескоромных В. В. Основы техники, технологии и безопасности буровых работ : учебное пособие / В. В. Нескоромных, П. С. Пушкин, 2012. - 179.
4. Нескоромных В. В. Направленное бурение и основы кернометрии : учебное пособие для вузов по специальности 130203 "Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых" направления подготовки 130200 "Технологии геологической разведки" / В. В. Нескоромных, 2010. - 328.
5. Нескоромных В. В. Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые : учебное пособие / В. В. Нескоромных, 2014. - 350.
6. Сулакшин Степан Степанович. Направленное бурение : учеб. по спец. "Технология и техника разведки месторождений полез. ископаемых" / Степан Степанович Сулакшин, 1987. - 271.
7. Зиненко Витольд Петрович. Направленное бурение : учеб. пособие для геол.-развед. спец. / Витольд Петрович Зиненко, 1990. - 151.
8. Сулакшин С. С. Закономерности искривления и направленного бурения геологоразведочных скважин : монография / С. С. Сулакшин, 1966. - 293.
9. Методика и техника разведки. Направленное бурение и инклинометрические измерения геологоразведочных скважин : сборник статей / науч. ред. Ю. Т. Морозов [и др.], 1974. - 52.
10. Проектирование профилей наклонно направленных, пологих и горизонтальных скважин и расчет усилий на буровом крюке : учеб. пособие / [Шенбергер В. М., Кулябин Г. А., Долгов В. Г. и др.], 2003. - 85.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010_(артикул 021-09683)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 4356 Буровая установка БУ-50-БРД
2. 12470 Отклонитель ОНД-С-59
3. 12469 Отклонитель ТЗ-3-73
4. 311465 Отклонитель СОАЭРУ 57/46
5. отклонитель ТЗ-57
6. отклонитель ТЗ-57
7. отклонитель ТЗ-73
8. 12748 Инклинометр МИ-30
9. 12844 Инклинометр МИ-30
10. Инклинометр NS-15/P2