

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

«РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД»

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:
Романов Григорий
Радионович
Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Буглов Николай
Александрович
Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Шмаков Андрей
Константинович
Дата подписания: 13.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Разрушение горных пород» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-4 Способен использовать рациональные методы моделирования процессов природных и технических систем, сплошных и разделённых сред, геологической среды, массива горных пород	ОПК-4.10

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-4.10	Применяет знания свойств горных пород, напряженно-деформированного состояния при их разрушении в рамках решения профессиональных задач	Знать способы интенсификации процесса разрушения горных пород с различными физико-механическими свойствами Уметь оценить эффективность процесса бурения Владеть современными представлениями о процессах разрушения горных пород при различных способах воздействия

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Разрушение горных пород» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Геология», «Основы нефтегазового дела», «Технология бурения нефтяных и газовых скважин»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование скважин», «Регулирование свойств промывочных жидкостей»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	22	2	20
лекции	12	2	10
лабораторные работы	10	0	10
практические/семинарские	0	0	0

занятия			
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	77	34	43
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

Учебный год № 3

№ 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	Общие сведения о методах разрушения и свойствах горных пород. Теоретические основы механики разрушения горных пород	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 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 физико-механические свойства горных пород, определяющие их буримость. Основные принципы механического разрушения горных пород при бурении	1	2	1	2			1, 2	43	Устный опрос
2	Разрушение горных пород при вращательном способе бурения	2	4	2, 4	3					Устный опрос

	скважин									
3	Разрушение горных пород при вращательно-ударном, ударно-вращательном и ударном способах бурения	3	2	3	2					Устный опрос
4	Условия кернаобразования и удаление продуктов разрушения с забоя буримой скважины. Разрушение горных пород взрыванием	4	2	5, 6	3					Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		10		10				52	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие сведения о методах разрушения и свойствах горных пород. Теоретические основы механики разрушения горных пород	Способы разрушения горных пород. Общие сведения о горных породах. Механические свойства горных пород при простых видах деформации. Условия, определяющие состояние горных пород в процессе их разрушения при бурении. Основы механики разрушения твердых тел. Теоретическая прочность твердых тел. Теория разрушения твердых тел А. Гриффитса. Понижение прочности твердых тел физико-химическими методами. Теория эффективных растягивающих напряжений. Напряжения в горных породах под действием сосредоточенной силы. Основные параметры разрушения горных пород. Влияние формы внедряемого индентора на процесс деформирования и разрушения горной породы. Разрушение горной породы при вдавливании плоского цилиндрического индентора. Разрушение горной породы при вдавливании индентора сферической формы. Разрушение горной породы при вдавливании пирамидального и клиновидного инденторов. Влияние касательной нагрузки на напряженное состояние горной породы при осевом внедрении инденторов

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
---	------	--------------------

1	Основные физико-механические свойства горных пород, определяющие их буримость. Основные принципы механического разрушения горных пород при бурении	Твердость минералов и горных пород. Влияние внешней среды на твердость горных пород. Влияние диаметра индентора на твердость горных пород. Разрушение породы внедрением нескольких инденторов. Твердость анизотропной горной породы. Изнашивание буровых инструментов и абразивность горных пород. Теоретические основы процесса изнашивания бурового инструмента. Влияние внешней среды на абразивное изнашивание инструмента. Направления и методы повышения износостойкости и создания высокоресурсного бурового инструмента. Методы изучения изнашивания инструмента при взаимодействии с горной породой. Методика определения динамической прочности, абразивности и категорий горных пород по буримости. Классификация горных пород по трещиноватости. Оценка буримости горных пород методом вызванной акустической эмиссии. Характеристика основных способов механического разрушения горных пород при бурении. Основные принципы механического разрушения горных пород при бурении. Формирование зоны предразрушения при механическом разрушении горных пород. Особенности формирования стволов скважин при бурении. Основы динамики работы бурового инструмента. Экономическая оценка эффективности разрушения горных пород при бурении
2	Разрушение горных пород при вращательном способе бурения скважин	Разрушение горных пород буровым инструментом резцами из твердого сплава. Твердые сплавы и их свойства. Основные типы бурового инструмента, вооруженного твердосплавными резцами. Основы механизма разрушения горной породы инструментами режуще-скалывающего действия, вооруженных твердосплавными резцами. Основы выбора параметров режима бурения твердосплавными коронками. Разрушение горных пород буровым инструментом с резцами из композиционных алмазосодержащих и поликристаллических алмазов. Буровые инструменты с резцами из композиционного сверхтвердого материала. Буровые инструменты с резцами из твердых материалов с поликристаллическими алмазами. Разрушение горных пород алмазным буровым инструментом. Общие сведения об алмазном буровом инструменте. Характер разрушения горных пород алмазными резцами. Механизм разрушения горной породы алмазными резцами бурового

		инструмента. Динамические нагрузки на алмазы в процессе разрушения горных пород. Влияние величины выпуска алмазов из матрицы на эффективность разрушения горных пород. Влияние сил трения и температурный режим работы алмазного бурового инструмента. Заполирование алмазов в буровых коронках. Параметры режима алмазного бурения. Разработки в области разрушения горных пород алмазным инструментом компаний Atlas Copco и Voart Longyear.
3	Разрушение горных пород при вращательно-ударном, ударно-вращательном и ударном способах бурения	Разрушение горных пород при вращательно-ударном способе бурения. Разрушение горных пород алмазным инструментом в режиме вращательно-ударного бурения. Разрушение горных пород шарошечными долотами в режиме вращательно-ударного бурения. Разрушение горных пород при ударно-вращательном способе бурения. Разрушение горных пород при ударном способе бурения
4	Условия кернаобразования и удаление продуктов разрушения с забоя буримой скважины. Разрушение горных пород взрыванием	Условия кернаобразования при различных способах разрушения горных пород. Удаление продуктов разрушения с забоя буримой скважины. Особенности бурения скважин при использовании в качестве очистных агентов пен и воздуха. Понятие о взрыве. Механизм разрушения пород взрывом

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Цикл лабораторных работ по исследованию влияния параметров режима вращательного и ударного бурения на процессы разрушения горных пород	2
2	Определение твердости и других параметров физико-механических свойств горных пород по методике Л.А. Шрейнера (ГОСТ 12288-66)	1
3	Определение энергетических характеристик разрушения горных пород при вдавливании индентора	2
4	Исследование влияния параметров режима бурения на буримость упруго-пластичной породы средней твердости различными типами породоразрушающих инструментов	2
5	Исследование влияния параметров режима бурения на буримость упруго-хрупких горных пород высокой твердости различными типами породоразрушающего инструмента	2

6	Исследование влияния параметров режима бурения на буримость упруго-хрупкой породы алмазным породоразрушающим инструментом	1
---	---	---

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	13
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	30

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

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторная работа №1. Определение прочностных характеристик горных пород

Цель работы:

Освоить методы экспериментального определения предела прочности горных пород при различных режимах и схемах нагружения, а также научиться анализировать полученные результаты для оценки пригодности пород к бурению и добыче.

Краткое содержание:

Ознакомление с основными понятиями: предел прочности, критерии разрушения, деформационные характеристики.

Проведение испытаний образцов горных пород на сжатие, растяжение и изгиб с помощью лабораторного пресса.

Заполнение протокола испытаний, построение диаграмм "напряжение–деформация".

Расчёт предела прочности, модуля упругости, коэффициента Пуассона.

Порядок выполнения:

Получить образцы горных пород, подготовить их к испытанию (обработка торцов, измерение размеров).

Установить образец в испытательную машину, провести нагружение до разрушения.

Зафиксировать значения разрушающей нагрузки и соответствующих деформаций.

Провести аналогичные испытания для других видов нагружения.
Обработать результаты, заполнить таблицу данных, построить графики.
Сделать выводы о прочностных свойствах исследованных пород и их пригодности для бурения.
Контрольные вопросы:

Какие параметры определяют прочность горных пород?
Как влияет структура породы на её механические свойства?

Лабораторная работа №2. Графическая документация буровзрывных работ

Цель работы:

Научиться разрабатывать графическую документацию для буровзрывных работ (БВР), включая схемы расположения зарядов и взрывной сети, а также закрепить навыки работы с инженерной графикой[2].

Краткое содержание:

Изучение схем расположения скважинных зарядов на уступе, схем короткозамедленного взрывания, схем монтажа взрывной сети.

Ознакомление с конструкциями зарядов взрывчатых веществ.

Выполнение чертежей в графическом редакторе (AutoCAD, Компас) по результатам расчётов параметров БВР.

Порядок выполнения:

Ознакомиться с методикой расчёта параметров БВР по учебнику (например, методика В.В. Ржевского).

На основе исходных данных рассчитать параметры буровзрывных работ: глубину и диаметр скважин, шаг между ними, массу заряда.

В графическом редакторе выполнить:

Схему расположения скважинных зарядов на уступе.

Схему короткозамедленного взрывания.

Схему монтажа взрывной сети.

Оформить пояснительную записку с расчётами и чертежами.

Контрольные вопросы:

Каковы основные требования к расположению зарядов при БВР?

Как влияет схема взрывной сети на эффективность дробления породы?

Лабораторная работа №3. Исследование механизма разрушения горных пород при бурении

Цель:

Изучить основные механизмы разрушения горных пород при бурении различными типами бурового инструмента, освоить методы оценки буримости пород.

Содержание:

Ознакомление с механическими способами разрушения пород: сжатие, раздавливание, резание.

Изучение типов бурового инструмента: твердосплавные долота (двухлезвийные,

шарошечные, крестовые и др.).

Анализ влияния параметров бурения (давление на долото, скорость вращения, ударные нагрузки) на эффективность разрушения пород.

Определение буримости пород на основе экспериментальных данных и расчетов.

Порядок выполнения:

1. Изучить теоретический материал о механизмах разрушения пород при бурении (вращательное, ударно-поворотное, ударно-вращательное бурение)[1][3][6].
2. Рассмотреть образцы бурового инструмента, определить их конструктивные особенности и назначение.
3. Провести сравнительный анализ эффективности разрушения пород разными типами долот на примерах твердых и средних пород.
4. Рассчитать основные параметры бурения (осевое усилие, крутящий момент) для выбранного типа долота в заданных горно-геологических условиях.
5. Оформить отчет с выводами о механизмах разрушения и рекомендациями по выбору инструмента.

Лабораторная работа №4. Выбор и обоснование бурового инструмента и режимов бурения

Цель:

Научиться подбирать типы бурового инструмента и оптимальные режимы бурения в зависимости от механических свойств горных пород и условий скважины.

Содержание:

Изучение свойств горных пород, влияющих на буримость (прочность, абразивность, пористость).

Ознакомление с классификацией бурового инструмента по типу разрушения и применению (шарошечные, твердосплавные, алмазные).

Расчет режимов бурения: давление на долото, скорость вращения, частота ударов (если применимо).

Анализ влияния буровых растворов и промывки на эффективность разрушения и очистку забоя.

Порядок выполнения:

1. Получить характеристики исследуемых пород (прочность, твердость, абразивность).
2. Выбрать оптимальный тип долота для данных пород с обоснованием.
3. Рассчитать параметры бурения (нагрузка на долото, скорость вращения, давление промывочной жидкости) для эффективного разрушения.
4. Рассчитать параметры бурового раствора и программу промывки для обеспечения очистки забоя и стабильности стенок скважины[2][5].
5. Оформить отчет с расчетами и рекомендациями по выбору инструмента и режимов бурения.

Общие рекомендации по выполнению работ

Соблюдать технику безопасности при работе с образцами и лабораторным оборудованием.

Внимательно изучить теоретическую часть перед выполнением практики.

Оформлять отчёты в соответствии с требованиями кафедры, при необходимости

использовать рекомендованную литературу[1][2][4].

Ответить на контрольные вопросы после каждой работы для закрепления материала.

Рекомендуемая литература:

Спивак А.И., Попов А.Н. "Разрушение горных пород при бурении скважин"[3].

Ржевский В.В. "Открытые горные работы. Производственные процессы".

Корнилов С.В., Стенин Ю.В., Стариков А.Д. "Расчёт параметров буровзрывных работ при скважинной отбойке на карьерах".

Эти методические указания позволят студентам получить практические навыки по ключевым аспектам дисциплины "Разрушение горных пород" и подготовиться к профессиональной деятельности в нефтегазовой отрасли.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Самостоятельная работа направлена на закрепление знаний о механизмах разрушения горных пород при бурении, освоение методов расчета параметров процесса и формирование навыков проектирования технологических операций.

1. Теоретическая подготовка

Рекомендуемые темы для изучения:

Основные законы механики горных пород: распределение напряжений в околоскважинном пространстве, тензорное исчисление, уравнения деформации.

Классификация способов разрушения пород:

Механические (ударное, вращательное, гидравлическое);

Термические и термомеханические (плавление, тепловое растрескивание);

Физико-химические (растворение, выщелачивание).

Факторы, влияющие на устойчивость стенок скважин: геостатические давления, аномалии пластовых давлений, свойства бурового раствора.

Задания:

Составить конспект по механизмам образования трещин при гидроразрыве пласта.

Проанализировать зависимость энергоемкости разрушения от типа породы и выбранного метода бурения.

2. Практические расчеты

Примеры задач:

Расчет усилий на долото:

Определить осевую нагрузку и крутящий момент для шарошечного долота в песчанике с учетом его абразивности.

Формула для расчета механической скорости бурения:

$$v_m = (K \cdot N) / (D^{0.5}) \cdot (\rho^{1.2}),$$

где

K — коэффициент буримости,

N — частота вращения,

D — диаметр долота,

ρ — плотность породы.

Оценка устойчивости стенок скважины:

Рассчитать критическое давление промывочной жидкости для предотвращения обрушения в глинистых породах.

Рекомендации:

Использовать таблицы свойств горных пород (буримость, абразивность) из методички.

Проверить результаты с помощью программных комплексов (например, WellPlan).

3. Лабораторные и проектные работы

Темы экспериментов:

Определение буримости пород методом микротвердости.

Моделирование гидравлического разрыва пласта в лабораторных условиях.

Проектное задание:

Разработать технологию бурения для конкретного геологического разреза:

Выделить интервалы с одинаковой буримостью.

Подобрать тип долот (шарошечные, PDC) и режимы бурения (частота вращения, нагрузка).

Рассчитать состав бурового раствора для устойчивости ствола.

4. Рекомендуемые источники

Учебное пособие по механике горных пород.

Методичка «Разделение геологического разреза на пачки одинаковой буримости».

Практикум по расчету обсадных колонн.

Электронные ресурсы:

Базы данных по свойствам горных пород (Rock Mechanics Atlas).

Симуляторы бурения (DrillSIM, IDEAS).

5. Контрольные вопросы

Объясните разницу между горным и пластовым давлениями.

Как влияет температура на буримость соляных пород?

Перечислите методы снижения энергоемкости процесса разрушения.

Критерии оценки:

Полнота выполнения расчетных заданий (40%).

Обоснованность выбора технологических параметров (30%).

Качество оформления отчетов (графики, таблицы) (30%).

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 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Опрос проводится по пройденным разделам дисциплины. Вопросы для проведения опроса в дальнейшем будут входить в состав контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации.

Цель проведения устного опроса - выявление знаний и уровня подготовленности обучающегося в процессе изучения дисциплины.

Критерии оценки:

Ответ засчитывается при условии правильного и полного ответа на вопрос.

Каждый обучающийся должен ответить на поставленные вопросы по разным темам

разделов.

Пример: Назовите основные способы разрушения горных пород

Критерии оценивания.

Способен применять знания о свойствах горных пород, напряженно-деформированного состояния при их разрушении

6.1.2 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 промежуточной аттестации.

Цель проведения устного опроса - выявление знаний и уровня подготовленности обучающегося в процессе изучения дисциплины.

Критерии оценки:

Ответ засчитывается при условии правильного и полного ответа на вопрос.

Каждый обучающийся должен ответить на поставленные вопросы по разным темам разделов.

Пример: Назовите основные способы разрушения горных пород

Критерии оценивания.

Способен применять знания о свойствах горных пород, напряженно-деформированного состояния при их разрушении

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
ОПК-4.10	Способен применять знания о свойствах горных пород, напряженно-деформированного состояния при их разрушении	Устный опрос

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится по окончании семестра А. Сдача экзамена производится в устной форме с обязательной сдачей черновика с ответами на

контрольные вопросы. Подготовка к сдаче экзамена после получения экзаменационного билета производится в течение 20 минут, за которые обучающийся, без использования любых средств, кроме чистого листа бумаги и пишущих принадлежностей, излагает ответы на экзаменационные вопросы в черновике. По результатам аттестации выставляются оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Пример задания:

1. Механические и физико-химические способы разрушения горных пород и их классификация.
2. Характеристика основных процессов протекающих при разрушении горных пород.
3. Характеристика современных способов разрушения горных пород.
4. Новые способы разрушения горных пород и перспективы их использования при бурении скважин.
5. Характеристика механических способов бурения: ударного, ударно-вращательного, вращательного, вращательно-ударного.
6. Физико-химические способы разрушения пород: плавлением, растворением, выщелачиванием.
7. Бурение пород плавлением. Достоинства и перспективы.
8. Бурение во льдах.
9. Крепление скважин без применения обсадных колонн.
10. Физико-механические свойства горных пород, оказывающие существенное влияние на показатели бурения.
11. Классификация горных пород по буримости.
12. Твердость горных пород. Определение твердости горных пород по методике Л.А. Шрейнера.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей

дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	дисциплине.
--	--	--	-------------

7 Основная учебная литература

1. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ : учебное пособие для вузов по специальности 130203 "Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых" направления подготовки 130200 "Технологии геологической разведки" / В. В. Нескоромных, 2008. - 299.
2. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ [Электронный ресурс] : пособие для выполнения лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 15.
3. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин : учебное пособие по направлению 21.00.00 (130000) "Нефтегазовое дело" / В. В. Нескоромных, 2015. - 335.
4. Коршак А. А. Основы нефтегазового дела : учебник для вузов по направлению "Нефтегазовое дело" / А. А. Коршак, А. М. Шаммазов, 2005. - 527.
5. Мстиславская Л. П. Основы нефтегазового производства : учеб. пособие для вузов по направлению "Нефтегазовое дело" / Л. П. Мстиславская, М. Ф. Павлинич, В. П. Филиппов, 2005. - 274.
6. Крец В. Г. Основы нефтегазового дела [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / В. Г. Крец, А. В. Шадрин ; ред. В. Г. Лукьянов, 2021. - 199.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Симонянц Л. Е. Разрушение горных пород и рациональная характеристика двигателей для бурения / Л. Е. Симонянц, 1966. - 227.
2. Падуков В. А. Разрушение горных пород при ударе и взрыве / В. А. Падуков, 1971. - 161.
3. Эйгелес Р. М. Разрушение горных пород при бурении / Р. М. Эйгелес, 1971. - 231.
4. Разрушение горных пород / Ленингр. горн. ин-т им. Г. В. Плеханова, 1984. - 119.

5. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород : учеб. пособие для вузов по специальности "Физ. процессы горного или нефтегаз. пр-ва" направления подгот. дипломир. специалистов "Горн. дело" / Г.Г. Каркашадзе, 2004. - 221, [2].

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. Свободно распространяемое программное обеспечение Текстовый редактор
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Программа для работы с презентациями
3. Свободно распространяемое программное обеспечение Программа для работы с файлами PDF
4. Свободно распространяемое программное обеспечение Архиватор

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система + ПК с выходом в Internet. Комплект мебели, доска, маркер или мел Лицензионное программное обеспечение 2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации/ Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): - мультимедийный проектор, экран с электроприводом, акустическая система + ПК с выходом в Internet. Комплект мебели, доска, маркер или мел. Лицензионное программное обеспечение. 3. Помещение для самостоятельной работы