

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

Структурное подразделение «Разработки месторождений полезных ископаемых»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №12 от 11 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Болотнев Александр Юрьевич Дата подписания: 09.06.2025
--

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Тальгамер Борис Леонидович Дата подписания: 11.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Федотов Константин Вадимович Дата подписания: 10.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-4 Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК ОС-4.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-4.1	Способен определять и анализировать основные свойства горных пород	Знать основные методы определения свойств горных пород и породных массивов в лабораторных и натурных условиях Уметь оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых Владеть основными методиками выбора технологии и механизации разработки месторождений полезных ископаемых с учетом влияния свойств горных пород и состояния породного массива

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика горных пород» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Горно-промышленная экология», «Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле», «Механизация горного производства»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3

Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	16	16
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 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	Введение. Основные определения физики горных пород	1	1					1	5	Устный опрос
2	Плотностные параметры горных пород	2	2	1	6	1	6	2	15	Отчет
3	Напряженное состояние в горных породах	3	1					2, 2	10	Отчет
4	Деформированное состояние в горных породах	4	1	2	2	5	4	2	5	Отчет
5	Прочностные свойства горных пород	5	2	2	2	2	2	2	10	Отчет
6	Упругие свойства горных пород.	6	2							Устный опрос
7	Пластические свойства горных пород.	7	1					2	5	Устный опрос
8	Реологические свойства.	8	1							Устный опрос
9	Акустические свойства горных пород	9	1			4	2			Отчет
10	Горнотехнологич	10	4	3, 4,	6	3	2	2	10	Отчет

	еские свойства горных пород.			5						
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		16		96	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основные определения физики горных пород	Введение. Предмет и содержание курса, цели и задачи, связь с другими курсами. Основные определения физики горных пород. Минералы и горные породы. Испытания горных пород и отбор проб для испытаний. Физико-технические параметры горных пород. Базовые параметры горных пород.
2	Плотностные параметры горных пород	Плотностные параметры горных пород. Плотность горных пород. Пористость горных пород: открытая, закрытая, полная. Взаимосвязь плотности пород и их пористости. Водно-физические свойства горных пород. Влажность, влагоемкость.
3	Напряженное состояние в горных породах	Механические напряжения в горных породах и виды напряженного состояния. Тензор напряжений. Главный тензор напряжений. Одноосное напряженное состояние. Тензор напряжений для одноосного напряженного состояния в несимметричных координатах. Плоское напряженное состояние. Круги Мора. Понятие о шаровом тензоре и тензоре-девиаторе напряжений. Способы моделирования напряженного состояния.
4	Деформированное состояние в горных породах	Деформированное состояние в горных породах. Деформации в горных породах. Тензор деформаций. Главный тензор деформаций. Одноосное деформированное состояние. Плоское деформированное состояние. Взаимосвязь деформированного и напряженного состояния в горных породах. Связь $\sigma = f(\epsilon)$ при одноосном напряженном состоянии по экспериментальным данным. Закон Гука для одноосного напряженного состояния. Закон Пуассона. Обобщенный закон Гука. Энергия деформирования и разрушения горных пород. Затраты энергии на деформирование горных пород. Затраты энергии на разрушение горных пород. Определение удельной энергии деформирования и разрушения горных пород. Энергосберегающие способы разрушения горных пород.
5	Прочностные свойства горных пород	Прочностные свойства горных пород. Понятие о теоретической прочности. Теория прочности

		горных пород Гриффитса. Гипотезы прочности горных пород. Теория прочности Кулона-Мора. Паспорт прочности горных пород. Гостовские способы определения прочностных параметров горных пород.
6	Упругие свойства горных пород.	Параметры упругих свойств горных пород. Влияние минерального состава на параметры упругих свойств горных пород. Влияние пористости на модуль продольной упругости. Влияние минерального состава на параметры упругости g и v .
7	Пластические свойства горных пород.	Пластические свойства горных пород. Модуль пластичности, модуль деформации. Коэффициент пластичности. Взаимосвязь модуля деформации и коэффициента пластичности. Определение параметров пластических свойств горных пород.
8	Реологические свойства.	Реологические свойства. Уравнение ползучести. Реологические модели горных пород. Примеры использования реологических моделей горных пород. Ползучесть деформаций. Релаксация напряжений. Определение реологических параметров горных пород. Прочность горных пород при длительных нагрузках.
9	Акустические свойства горных пород	Акустические свойства горных пород. Упругие колебания в горных породах. Классификация упругих колебаний. Волновое уравнение. Акустические параметры горных пород.
10	Горнотехнологические свойства горных пород.	Крепость горных пород, твердость, вязкость, дробимость, абразивность. Классификации горных пород по птэ. Классификация по трудности разрушения горных пород. Буримость горных пород. Экскавируемость. Некоторые особенности и параметры свойств раздельнозернистых пород.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение плотности горной породы	6
2	Определение деформационных характеристик и построение паспорта прочности горной породы	2
2	Прочностные свойства горных пород, определение предела прочности при одноосном сжатии, растяжении и сдвиге	2
3	Определение коэффициента крепости горной породы по М.М. Протодяконову толчением образцов и гранулометрического состава разрушенных горных пород	2
4	Определение дробимости горной породы	2

5	Определение твердости горных пород	2
---	------------------------------------	---

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Математическая обработка результатов определения плотности горных пород.	6
2	Математическая обработка результатов определения предела прочности при одноосном сжатии, растяжении и сдвиге.	2
3	Математическая обработка результатов определения твердости горных пород	2
4	Математическая обработка результатов определения скорости распространения продольных и поперечных колебаний в горных породах	2
5	Математическая обработка результатов определения деформационных характеристик	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	5
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	55

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

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=2111>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=2111>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=2111>

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 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится по контрольным вопросам приведенными ниже в соответствии с определенной темой изучаемой дисциплины

Критерии оценивания.

Вопросы для контроля:

1. Что такое ФГП
2. Основные задачи
3. Основоположники
4. Что должен знать и уметь студент после изучения дисциплины
5. Классификация свойств горных пород
6. Минералы (определение)
7. Классификация минералов по химическому составу
8. Параметры кристаллической решетки
9. Породообразующие минералы и их доля в составе земной коры
10. Особенности минералов, влияющие на их свойства
11. анизотропия кристаллов
12. коэффициент анизотропии
13. дефекты в кристаллах
14. что такое "Акцессорные минералы"
15. Что такое "Вакансия"
16. Концентрация вакансий (формула)
17. типы кристаллических решеток
18. горные породы (определение)
19. Классификация горных пород по составу
20. Классификация горных пород по генезису
21. Классификация горных пород по типу связей
22. Текстура ГП
23. Структура ГП
24. Трещиноватость ГП
25. Представление о блочном строении
26. Многофазность горной породы
27. Анизотропия ГП
28. Неоднородность ГП и ее физические носители
29. Значение неоднородности при изучении свойств ГП
30. Плотностные свойства ГП

6.1.2 семестр 3 | Отчет

Описание процедуры.

Устный опрос проводится по контрольным вопросам приведенными ниже в соответствии с определенной темой изучаемой дисциплины

Критерии оценивания.

31. Плотность ГП (Определение)
32. Чем отличается плотность ГП от плотности ее твердой фазы

33. Классификация горных по плотности
34. От чего зависит плотность ГП
35. Размерность плотности в системе СИ
36. В каких пределах изменяется плотность ГП
37. Пределы изменения плотности ГП
38. Пределы изменения плотности минералов
39. На каких законах основан гидростатический метод определения плотности
40. Насыпная плотность (определение)
41. коэффициент разрыхления (определение)
42. Факторы, определяющие коэффициент разрыхления
43. пористость ГП (определение)
44. эффективная пористость
45. коэффициент пористости
46. классификация ГП по пористости
47. что такое первичные и вторичные поры
48. Классификация пор по их размеру
49. влияние пористости на физико-механические свойства ГП
50. крупные полости и карсты и их роль при разработке месторождений
51. гранулометрический состав
52. Методы определения грансостава
53. способы задания грансостава
54. кондиционный размер куска (определение)
55. дифференциальная кривая грансостава
56. интегральная кривая грансостава
57. аналитическое задание грансостава
58. уравнение Розина-Раммлера (формула)
59. Использование уравнения Розина-Раммлера для оценки выхода негабарита
60. Анализ параметров уравнения Розина-Раммлера
61. Использование уравнения Розина-Раммлера для определения численных характеристик грансостава
62. Средний диаметр частиц
63. Коэффициент неоднородности грансостава

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 ОС-4.1	Выполняет контрольные задания и тесты.	Контрольные вопросы, отчеты по практическим и лабораторным работам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится по билетам (три вопроса), составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, вправе пройти промежуточную аттестацию по соответствующим дисциплинам (модулю) не более двух раз в сроки, определяемые университетом (соответствующим распоряжением) в пределах одного года с момента образования академической задолженности. В указанный период не включаются время болезни обучающегося, нахождение его в академическом отпуске или отпуске по беременности и родам.

Пример задания:

1. Содержание, цели и задачи физики горных пород.
2. Минералы и их характеристика.
3. Горные породы и их характеристика.
 1. Гидростатический метод определения плотности.
 2. Определение плотности методом непосредственного измерения линейных образцов.
 3. Содержание воды в породах.
 4. Разрыхление и усадка горных пород.
 5. Классификация горных пород по составу.
 6. Характеристика скальных и полускальных пород.
 7. Характеристика плотных, мягких и сыпучих пород.
 8. Методика определения гранулометрического состава горных пород.
 9. Кондиционный размер куска и его определение в зависимости от применения погрузочной техники и транспорта.
 10. Угол естественного откоса (определение).
 11. Воздействие воды на дисперсные породы (набухание, липкость, явление тиксотропии).
 12. Твердость, абразивность и дробимость пород.
 13. Трещиноватость горных пород. Понятие о коэффициенте структурного ослабления породы.
 14. Понятие о напряженном состоянии горных пород. Виды напряженного состояния пород.
 15. Закон Гука. Понятие о модуле упругости горных пород (E).
 16. Общий вид диаграммы «напряжение - деформация» при испытании пород на прочность (сжатие).
 17. Методы определения прочности горных пород на сжатие .
 18. Методы определения прочности горных пород на растяжение.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
студент ответил на все основные и дополнительные вопросы, проявил грамотность и эрудицию	студент ответил на все основные вопросы, но испытывал затруднения при ответе	студент ответил на два основных вопроса, но испытывал затруднения при ответе	студент не ответил на все основных вопросы

7 Основная учебная литература

1. Физика горных пород : учеб. для вузов по направлению "Технологии геол. разведки", специальностей "Геофиз. методы исслед. скважин" / Л. Я. Ерофеев, Г. С. Вахромеев, В. С. Зинченко ; Ред. Л. Я. Ерофеев, 2006. - 519.
2. Физика горных пород : программа, метод. указания и задания к контрол. работе для специальностей 090100, 090200, 090500 заоч. формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 17.
3. Алексеенко С. Ф. Физика горных пород. Горное давление: Лаб. практикум : учебное пособие для горн. спец. вузов / С. Ф. Алексеенко, В. П. Мележик, 1990. - 182.
4. Алексеенко Степан Федорович. Физика горных пород. Горное давление : учеб. для вузов по спец. "Горные машины и комплексы" / Степан Федорович Алексеенко, Виктор Петрович Мележик, 1987. - 277.
5. Физика горных пород : методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, Ин-т недропользования, Каф. технологии геол. разведки, 2016. - 40.
6. Болотнев. Физика горных пород : учебное пособие: в 2 ч. Ч. 2, 2022. - 108.
7. Болотнев. Физика горных пород : учебное пособие: в 2 ч. Ч. 1, 2021. - 111.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Добрынин В. М. Петрофизика (Физика горных пород) : учеб. для вузов по специальностям "Геофиз. методы поисков и разведки месторождений полез. ископаемых" ... / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников, 2004. - 367.
2. Физика горных пород : сб. науч. тр. по материалам симп. "Неделя горняка-2006", семинар № 4 / Неделя горняка-2006, симп., 2006. - 449.

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 Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2007
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08_2008
3. Microsoft Windows XP Prof rus (с активацией, коммерческая)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Система ультразвукового измерения продольных и поперечных волн ULT-100
2. Пресс испытательный гидравлический ИП-1000М-авто + ПК
3. Прецизионный отрезной станок с возможностью грубой шлифовки Isomet 5000
4. Стабилометр высокого давления HTRX-200 для испытаний в условиях ооъемного нагруж
5. Система вакуумной пропитки пористых образцов Castn Vac 1000
6. Напольный станок для получения керна геоматериалов
7. Микроскоп для анализа керна с ПК
8. Электрогидравлическая система RDS-500 для испытаний прочныхгорных пород на сдвиг со сжатием, в стабилометре, одноосевых испытаний, ультразвуковых иссле