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

«ГЕОМЕХАНИКА И УПРАВЛЕНИЕ МАССИВОМ»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Подземная разработка рудных месторождений

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Болотнев Александр Юрьевич
Дата подписания: 10.06.2025

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

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лысков
Владимир Мефодьевич
Дата подписания: 11.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Геомеханика и управление массивом» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Владеет методами комплексного обоснования технологических процессов при проведении горных выработок при разработке рудных месторождений	ПКС-1.5
ПКС-2 Способность осуществлять руко-водство производ-ственно-техническим и технологическим обеспечением горного производства и применять навыки геолого-промышленной оценки рудных месторождений полез-ных ископаемых	ПКС-2.15
ПКС-7 Способность проектировать при-родоохранную дея-тельность по сниже-нию экологической нагрузки на окружа-ющую среду и по-вышение экологиче-ской безопасности горного производства при подземной раз-работке рудных ме-сторождений	ПКС-7.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-7.3	Владеет методами снижения нагрузки на окружающую среду и экологической безопасности и способен применять их при проектировании мероприятий по управлению массивом	Знать теоретические основы процесса сдвижения, формирования, формирования опасных зон и воронок обрушения на земной поверхности от влияния подземных горных выработок Уметь определять границы зоны опасного влияния подземных очистных выработок на горный массив и земную поверхность Владеть способами расчета границ предохранительных целиков для охраны природных и технологических объектов
ПКС-1.5	Способен примать участие в управлении технологическими процессами с учетом устойчивости массива пород	Знать признаки проявления горного давления в подземных горных выработках Уметь определять напряженное состояние массива в пределах шахтного поля способом разгрузки Владеть методами выполнения разгрузки для определения естественного поля напряжений горного массива
ПКС-2.15	Разрабатывает мероприятия по	Знать принципы управления

	безопасному ведению горных работ с учетом устойчивости массива	напряженным состоянием горного массива Уметь рассчитывать крепь с учетом напряженного состояния горного массива Владеть методами снижения напряжений в горном массиве
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Геомеханика и управление массивом» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика»

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

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 9	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины	180	72	108
Аудиторные занятия, в том числе:	80	32	48
лекции	32	16	16
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	48	16	32
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)	64	40	24
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 9

№ 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	Цели и задачи изучения геомеханических процессов в горных массивах.	1	2					1	14	Отчет
2	Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород	2	6					2, 3	10	Отчет
3	Формирование напряженного состояния массивов пород и его изменение в связи с проведением выработок.	3	4			1, 2	10	4	16	Отчет
4	Горные удары, условия их образования и проявления	4	4			3	6			Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		40	

Семестр № 10

№ 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	Методы изучения напряженного состояния горных пород	1	4			5	6	2, 3	6	Отчет
2	Методы борьбы с горным давлением и горными ударами.	2	4			1, 2, 6	14			Отчет
3	Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных работ .	3	4			3	6	1	18	Отчет
4	Охрана сооружений и земной поверхности от вредного влияния горных работ	4	4			4	6			Отчет

	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 9

№	Тема	Краткое содержание
1	Цели и задачи изучения геомеханических процессов в горных массивах.	Место геомеханики среди других дисциплин. Связь геомеханики с технологией добычи полезных ископаемых. Актуальность исследований геомеханических процессов в горных массивах. Приоритет ученых России в области геомеханики. Физико-механические свойства горных пород.
2	Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород	Физико-механические характеристики скальных горных пород. Напряженное состояние горных пород. Понятие о нормальных и касательных напряжениях. Общие сведения об напряженном состоянии твердого тела. Особенности горных пород как среды. Объемное напряженное состояние горных пород. Энергия упругой деформации. Деформируемость горных пород во времени. Прочность горных пород при простых напряженных состояниях: одноосном сжатии, одноосном растяжении, на сдвиг.
3	Формирование напряженного состояния массивов пород и его изменение в связи с проведением выработок.	Общие сведения о строении Земли, строении и тектонических движениях земной коры. Первоначальное поле напряжений массива горных пород. Понятие о гравитационных и тектонических напряжениях в горных массивах. Изменение поля напряжений под влиянием горных работ.
4	Горные удары, условия их образования и проявления	Горно-геологические условия образования очагов напряженности в горном массиве. Критерии удароопасности. Формы проявления горных ударов. Классификация горных ударов. Внешние признаки напряженного состояния горных пород.

Семестр № 10

№	Тема	Краткое содержание
1	Методы изучения напряженного состояния горных пород	Классификация методов изучения напряженного состояния горных пород. Основные понятия о горном давлении. Проявления горного давления в подземных горизонтальных, наклонных и вертикальных выработках. Проявление горного давления при очистных работах.
2	Методы борьбы с горным давлением и горными ударами.	Теоретическое обоснование объектов борьбы с горным давлением на основе исследований НДС вокруг выработок и в целиках. Особенности

		проявления горного давления на больших глубинах в динамических формах – в виде горных ударов. Классификация горных ударов. Проведение и поддержание горных выработок на удароопасных участках.
3	Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием горных работ .	Основные понятия и термины. Зона, мульда и угловые параметры процесса сдвижения. Основные горно-геологические и горно-технические факторы, влияющие на характер сдвижения горных пород. Стадии процесса сдвижения.
4	Охрана сооружений и земной поверхности от вредного влияния горных работ	Наблюдения за процессом сдвижения. Определение параметров сдвижения. Охрана сооружений от вредного влияния горных работ. Правила охраны сооружений. Построение предохранительных целиков.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 9

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Определение параметров устойчивых целиков и обнажений камер при выемке крутопадающих жил	4
2	Определение параметров устойчивых целиков и обнажений камер при выемке наклонных жил	6
3	Определение напряжений в массиве методом щелевой разгрузки	6

Семестр № 10

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Геомеханическое обоснование анкерного крепления очистных камер	4
2	Обоснование локализации поземных пустот при отработке наклонных рудных жил	4
3	Определение ФМС горных пород методом обратного расчета	6
4	Построение охранного целика для вертикального ствола шахты	6
5	Обработка результатов замера трещиноватости	6
6	Построение охранного целика пол линейный объект	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 9

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	14
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	4
3	Подготовка к зачёту	6
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	16

Семестр № 10

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	18
2	Подготовка к зачёту	4
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	2

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 курсовому проектированию/работе:

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

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<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 9 | Отчет

Описание процедуры.

В методических указаниях по выполнению практических работ приводятся 19 вариантов работ. Номер варианта работы выдается преподавателем. Эти данные взяты из материалов научно-исследовательских работ по геомеханике и управлению состоянием массива горных пород, проведенных институтами ОАО «Иргиредмет» и ИрГТУ с участием авторов. Методическую помощь в выполнении работ преподаватель дает в виде консультаций.

Критерии оценивания.

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

6.1.2 семестр 10 | Отчет

Описание процедуры.

В методических указаниях по выполнению практических работ приводятся 19 вариантов работ. Номер варианта работы выдается преподавателем. Эти данные взяты из материалов научно-исследовательских работ по геомеханике и управлению состоянием массива горных пород, проведенных институтами ОАО «Иргиредмет» и ИрГТУ с участием авторов. Методическую помощь в выполнении работ преподаватель дает в виде консультаций.

Критерии оценивания.

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

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
ПКС-7.3	Демонстрирует навыки по определению опасных зон решения задач по охране промышленных и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ	Контрольные вопросы, отчеты по практическим работам
ПКС-1.5	Развернуто и содержательно отвечает на контрольные вопросы. Правильно выполняет практические задания.	Контрольные вопросы, отчеты по практическим работам
ПКС-2.15	Показывает отличные умения и владения навыками применения полученных знаний решения вопросов управления горным давлением	Контрольные вопросы, отчеты по практическим работам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 9, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

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

Зачтено	Не зачтено
студент ответил на все основные вопросы, но испытывал затруднения при ответе	студент не ответил на все основных вопросы

6.2.2.2 Семестр 10, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Студентам предлагаются для анализа горно-геологические и горнотехнические условия конкретных месторождений: Зун-Холбинское, Ново-Широкинское, Майское, Биркачан, Коневинское, Многовершинное, Ирокиндинское и др., результаты многолетних исследований сотрудников кафедры в области управления состоянием массива горных пород и геомеханики.

Пример задания:

Контрольные вопросы к зачету, экзамену :

1. Горно-технические характеристики горных пород
2. Гравитационно-тектонические напряжения горных пород
3. Напряженно-деформированное состояние пород вокруг выработок и камер
4. Перечислите способы управления состоянием массива горных пород. В чем заключается их основная сущность и условия применения?
5. Объясните механизм взаимодействия целиков с вмещающими породами. Что такое несущая способность целика и как она определяется?
6. Влиянием каких факторов определяется устойчивость целиков?
7. Дайте основные положения теоретических положений В.Д.Слесарева, применяемых при расчетах ширины камеры
8. Основная сущность применения теории плит для расчета устойчивости слоистой кровли камер.
9. Критерии устойчивости обнажений камер на основе оценки их напряженного состояния.
10. Какие способы поддержания выработанного пространства относятся к искусственным? Дайте их основную характеристику и условия применения.
11. Охарактеризуйте роль закладки как средства управления состоянием массива пород и перечислите методы ведения закладочных работ
12. Как распределяются напряжения в массиве при замагазинировании руды или заполнении камер сухим закладочным материалом
13. Инъекционный метод создания искусственного массива
14. Что такое нормативная прочность закладочного материала и как она определяется?

-

6.2.2.2.2 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 вопросы, но испытывал затруднения при ответе	студент не ответил на все основных вопросы.

6.2.2.3 Семестр 10, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Учебным планом предусмотрено курсовое проектирование на тему: Прогноз проявлений горного давления при проведении горной выработки в условиях конкретных месторождений. Обоснование мер безопасного ведения горных работ на больших глубинах.

Курсовая работа оформляется по общепринятым правилам и должна включать в себя пояснительную записку и графическую часть:

Пояснительная записка включает в себя:

- Титульный лист;
- Задание на курсовое проектирование;
- Оглавление;
- Введение;
- Методику расчетов,
- Результаты вычислений в виде таблиц, эпюр напряжений и графиков;
- Выводы-рекомендации по обеспечению устойчивости горных выработок на больших глубинах и обоснованию мер безопасного ведения горных работ на больших глубинах;
- Заключение,
- Список литературы.

Приложения (Графическая часть содержит эпюры напряжений на контуре горных выработок (штрека и квершлага), графики зависимостей полных напряжений на контуре горных выработок от глубины горных работ).

Работа обязательно подписывается автором.

Целью курсовой работы является закрепление теоретических знаний и практических навыков по основным разделам курса «Управление состояние массива горных пород». Задание на курсовую работу дает преподаватель в соответствии с исходными данными табл. 1. В методических указаниях приводятся 18 вариантов работы. Номер варианта работы выдается преподавателем. Эти данные взяты из материалов научно-исследовательских работ по геомеханике и управлению состоянием массива горных пород, проведенных институтами ОАО «Иргиредмет» и ИрГТУ с участием авторов. Методическую помощь в выполнении работы преподаватель дает в виде консультаций. Курсовая работа защищается на комиссии, создаваемой из числа преподавателей кафедры РМПИ в установленном порядке. Работа оценивается по пятибалльной системе.

Работа обязательно подписывается автором.

При выполнении курсовой работы закрепляются полученные знания и вырабатываются необходимые навыки к инженерному обоснованию методов управления состоянием массива горных пород.

Пример задания:

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ (НДС) НА КОНТУРЕ ВЫРАБОТОК

За основу вычислений принята выявленная зависимость напряжений вокруг выработки, установленная Трумбачевым В.Ф., Катковым Г.А., Беккером Д.И., Влохом Н.П.

-

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
студент ответил на все основные и дополнительные	студент ответил на все основные вопросы, но	студент ответил на два основных вопросы, но	студент не ответил на все основных вопросы.

вопросы, проявил грамотность и эрудицию	испытывал затруднения при ответе	испытывал затруднения при ответе	
---	----------------------------------	----------------------------------	--

7 Основная учебная литература

1. Баклашов. Геомеханика Геомеханические процессы / И.В. Баклашов [и др.], 2004. - 248, [1].
2. Лабораторный практикум по дисциплине "Геомеханика" : учебно-методическое пособие для вузов по направлению "Горное дело" / И. В. Баклашов [и др.]; под ред. И. В. Баклашова, 2011. - 69.
3. Геомеханика на угольных шахтах / Г. И. Коршунов [и др.]; редкол.: А. Д. Рубан [и др.], 2011. - 387.
4. Геомеханика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов специальности 080300 - Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания / Иркут. гос. техн. ун-т, 2002. - 82.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Макаров А. Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров / А. Б. Макаров , 2006. - 390.
2. Казикаев Д. М. Геомеханика подземной разработки руд : учеб. для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Горное дело"... / Д.М. Казикаев, 2005. - 541, [1].
3. Курленя М. В. Геомеханика и техносфера / М. В. Курленя; отв. ред. О. Б. Кортелев, 2004. - 130.
4. Баклашов. Геомеханика Основы геомеханики, 2004. - 207, [1].

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. Пресс испытательный гидравлический ИП-500М-авто + ПК
5. Станок камнерезный специальный Волга-КС-30100 полная
6. Ручной настольный геологический резак DeltaPetroCut
7. Станок для торцевого шлифования цилиндрических образцов RSG-200
8. Стабилометр высокого давления HTRX-200 для испытаний в условиях ооъемного нагруж
9. Система вакуумной пропитки пористых образцов Castn Vac 1000
10. Напольный станок для получения керна геоматериалов