

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 РМПИ
Протокол №13 от 25 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: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Болотнев Александр Юрьевич
Дата подписания: 23.09.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Тальгамер Борис
Леонидович
Дата подписания: 29.09.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лысков
Владимир Мефодьевич
Дата подписания: 23.09.2025

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 ме-сторождений 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-1.5	Способен примать участие в управлении технологическими процессами с учетом устойчивости массива пород	Знать опасные и вредные факторы горного производства, Уметь оценивать степень сложности горно-геологических условий ведения подземных горных работ; осуществлять оценку геомеханической и гидрогеологической обстановки функционирования технологических звеньев шахты; Владеть методами оценки изменения физико-механических свойств горных пород под воздействием внешних факторов
ПКС-2.15	Разрабатывает мероприятия по безопасному ведению горных работ с учетом устойчивости массива	Знать законы механики; теорию упругости Уметь ориентироваться в лабораторных и натурных методах определения напряженно-деформированного состояния горных пород; Владеть методами исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов;

ПКС-7.3	Владеет методами снижения нагрузки на окружающую среду и экологической безопасности и способен применять их при проектировании мероприятий по управлению массивом	Знать законы исследования напряженно-деформированного состояния горных пород, грунтов, строительных материалов и конструкций; физико-химические и физико-механические свойства горных пород, грунтов и строительных материалов Уметь обосновывать профилактические меры и методы контроля вредных проявлений сдвижения горных пород и земной поверхности, горных ударов и др Владеть методами исследования напряженно-деформированного состояния горных пород и грунтов; методами оценки изменения физико-механических свойств горных пород под воздействием внешних факторов;
---------	---	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

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

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Геологическое обеспечение горных работ», «Комбинированная разработка месторождений»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 5	Учебный год № 6
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
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	153	34	119
Трудоемкость	9	0	9

промежуточной аттестации			
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 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	1. Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород	1	2					1	34	Устный опрос
2	2. Формирование напряженного состояния массивов пород и его изменение в связи с проведением выработок. Методы борьбы с горным давлением и горными ударами									Устный опрос
3	Взаимодействие пород и крепи									Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 6

№ 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	Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных работ.	5	2			2	2	2	69	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		2				2		78	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	1. Физико-механические свойства и напряженное состояние горных пород	Раздел включает: 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. Физико-механические характеристики скальных горных пород. Физико-механические характеристики связных и сыпучих 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.
2	2. Формирование напряженного состояния массивов пород и его изменение в связи с проведением выработок. Методы борьбы с горным давлением и горными ударами	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. Классификация методов изучения напряженного состояния горных пород. Теоретические методы (аналитические, численные, инженерные). Теоретические основы моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) горных пород. Основные понятия о горном давлении. Проявления горного давления в подземных горизонтальных, наклонных и вертикальных выработках. Проявление горного давления при очистных работах. 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. Методы прогноза и контроля потенциальной удароопасности горных пород. Проведение и поддержание горных выработок на удароопасных участках. Научное обоснование принципов удароопасных технологий проходки выработок и разработки рудных тел на

		удароопасных месторождениях.
3	Взаимодействие пород и крепи	Теоретическое обоснование методов крепления горных выработок и очистных камер, выбор крепей в зависимости от назначения выработок, срока их службы, физико-механических свойств горных пород, природных и техногенных напряжений. Обоснование анкерного крепления очистных камер при отработке наклонных и крутопадающих рудных тел.

Учебный год № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Сдвигание 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. Основные понятия о предрасчете величин деформаций земной поверхности. Наблюдения за сдвижением земной поверхности и деформациями сооружений. Наблюдения за сдвижением горных пород в массиве в подземных горных выработках. Обработка результатов наблюдений. 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

Учебный год № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет целиков по методу Турнера – Шевякова	2
1	Расчет целиков при наклонном и крутом залегании рудных тел	4
2	Определение устойчивости обнажений при разработке наклонных и крутопадающих месторождений	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	34

	(лабораторным работам)	
--	------------------------	--

Учебный год № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Анализ научных публикаций	50
2	Расчетно-графические и аналогичные работы	69

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

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 учебный год 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

Массив горных пород в процессе подземных горных работ представляет собой ту окружающую среду, от состояния которой зависят безопасность работающих, эффективность отработки месторождения и полнота извлечения полезного ископаемого. Состояние массива в этот период определяется совокупным влиянием физико-механических свойств горных пород, геологических и горно-технических факторов, характеризующих данный массив.

В этой связи изложение учебного материала дисциплины следует начать с рассмотрения основных факторов, влияющих на устойчивость горных выработок и целиков: упругие и прочностные свойства пород, тектоническая нарушенность и трещиноватость, первоначальные гравитационно-тектонические напряжения; форма рудных тел, их элементы залегания, технология выемки запасов и др.

Затем излагаются материалы о способах управления состоянием массива горных пород. При этом значительное внимание уделяется инженерным решениям по управлению сдвижения, горного давления и горных ударов.

Критерии оценивания.

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.

6.1.2 учебный год 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Учебный материал дисциплины излагается по графику Рабочей учебной программы. Целесообразно предварительно ознакомиться с ним в соответствующих разделах основной и дополнительной литературы. Эта информация может быть закреплена при изучении периодических изданий.

Учебные занятия проводятся в форме лекций и практических занятий. Результаты занятий должны быть в виде конспекта с пояснениями и примерами преподавателя. Практические занятия должны быть представлены в виде альбома-сборника всех выполненных заданий по требованиям СТП ИрГТУ.

По каждому разделу дисциплины проводятся контрольные работы.

Критерии оценивания.

13. Инъекционный метод создания искусственного массива.
14. Что такое нормативная прочность закладочного материала и как она определяется?
15. В чем заключается сущность взаимодействия крепи с вмещающими породами? Как определяется давление на крепь очистных забоев?
16. Как определить безопасную глубину работ?
17. Объясните механизм сдвижения горных пород. Какими параметрами характеризуется процесс сдвижения пород?
18. Какими параметрами характеризуется опорное давление? Как зависит распределение опорного давления от свойств пород?
19. Как влияет обрушение пород на распределение опорного давления? Как осуществляется принудительная посадка пород, в какой мере она снижает величину опорного давления?

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-1.5	опрос	отчет
ПКС-2.15	опрос	отчет
ПКС-7.3	опрос	отчет

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 6, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Блиц-опрос с использованием тестов. Общая продолжительность 2 акад. часа.

Блиц-опрос осуществляется по итогам изучения каждого из разделов дисциплины.

Студентам выдаются индивидуальные тесты с тремя вопросами и набором возможных ответов. Для выбора правильных ответов выделяется 10 минут. Проверка ответов осуществляется в перерыве с обсуждением результатов на втором часу занятия.

Разбор конкретных ситуаций. Общая продолжительность 10 акад. часов.

Разбор конкретных ситуаций проводится с использованием реальных ситуаций из практики разработки месторождений полезных ископаемых. Обсуждаются пути решения задач с обоснованием наиболее приемлемого для конкретных условий. Подбор путей осуществляется самостоятельно с последующим обсуждением их в группе во время занятий.

Данный метод позволяет научиться анализу технических задач, подбору возможных вариантов освоения месторождений, их решению и обоснованию наиболее оптимального из них.

Применяется при решении практической работы № 1 - Расчет устойчивости горной выработки – в объеме 4 академических часа; практической работы № 3 Определение напряжений горных пород методом щелевой разгрузки - в объеме 4 академических часа, ; практической работы № 4 Определение параметров устойчивых целиков и обнажений камер при выемке крутопадающих жил - в объеме 2 академических часа

Студентам предлагаются для решения задач горно-геологические и горнотехнические условия конкретных месторождений (см. табл.1,2 – раздела 5.4.2. настоящей программы)

Пример задания:

№ варианта Глубина горных работ, м Наименование горных пород

Первоначальные напряжения горного массива, МПа Прочностные свойства пород, МПа Коэффициент крепости

пород

по

шкале

проф. М.М. Протоद्या-конова, f Коэффициент структурного ослабления пород, Ко

Объемный вес, МН/м³

вертикальные, ов продольные, опр поперечные, оп Предел

прочности на сжатие,

Предел прочности на растяжение, σ_p

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Березовское месторождение										
1	212	Гранитоиды	-8,5±2,5			-10,4±3,0		-13,6±5,1	138,0±15,9	7,2±1,3
	10-14	0,5	0,0275							
		Сланцы	-8,5±2,5			-10,4±3,0		-13,6±5,1	88,5±23,6	7,0±1,6
	6-8	0,4	0,0270							
2	512	Гранитоиды	-15,7±2,5			-18,9±3,4		-25,3±7,5	138,0±15,9	7,2±1,3
	10-14	0,5	0,0275							
		Сланцы	-15,7±2,5			-18,9±3,4		-25,3±7,5	88,5±23,6	7,0±1,6
	6-8	0,4	0,0270							
Дарасунское месторождение										
3	500	Кварцевый диорит	-11,6±1,5			-4,1±1,4		-20,8±4,4	142,3±27,6	
		13,6±1,8	12-16	0,6	0,0250					
4	700	Кварцевый диорит	-14,3±1,0			-19,0±2,1		-24,1±2,9	142,3±27,6	
		13,6±1,8	12-16	0,6	0,0250					
Кочкарское месторождение										
5	225	Плагииграниты	-9,5	-25,2	-31,3	360,0	15,0	15-20	0,7	0,0255
		Табашки	-9,5	-25,2	-31,3	143,0	16,0	10-14	0,5	0,0255
6	512	Плагииграниты	-10,0	-22,0	-47,0	360,0	15,0	15-20	0,7	0,0255
		Табашки	-10,0	-22,0	-47,0	143,0	16,0	10-14	0,5	0,0255

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

6.2.2.2 Учебный год 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Блиц-опрос с использованием тестов. Общая продолжительность 2 акад. часа.

Блиц-опрос осуществляется по итогам изучения каждого из разделов дисциплины.

Студентам выдаются индивидуальные тесты с тремя вопросами и набором возможных ответов. Для выбора правильных ответов выделяется 10 минут. Проверка ответов осуществляется в перерыве с обсуждением результатов на втором часу занятия.

Разбор конкретных ситуаций. Общая продолжительность 10 акад. часов.

Разбор конкретных ситуаций проводится с использованием реальных ситуаций из

практики разработки месторождений полезных ископаемых. Обсуждаются пути решения задач с обоснованием наиболее приемлемого для конкретных условий. Подбор путей осуществляется самостоятельно с последующим обсуждением их в группе во время занятий.

Данный метод позволяет научиться анализу технических задач, подбору возможных вариантов освоения месторождений, их решению и обоснованию наиболее оптимального из них.

Применяется при решении практической работы № 1 - Расчет устойчивости горной выработки – в объеме 4 академических часа; практической работы № 3 Определение напряжений горных пород методом щелевой разгрузки - в объеме 4 академических часа, ; практической работы № 4 Определение параметров устойчивых целиков и обнажений камер при выемке крутопадающих жил - в объеме 2 академических часа

Студентам предлагаются для решения задач горно-геологические и горнотехнические условия конкретных месторождений (см. табл.1,2 – раздела 5.4.2. настоящей программы)

Пример задания:

№ варианта Горногеологические и горнотехнические условия месторождений

1,2 Миндякское месторождение; тип месторождения I-A Рудные тела – слепые линзы удлиненной формы Угол падения – 50 градусов Мощность рудного тела 12 м Вмещающие породы – порфириты $f=7$ Зона выветрелых пород отсутствует. Породы сильнотрещиноватые

3,4 Советское месторождение Тип месторождения I-A Рудные тела – жильные зоны Длина по простиранию 1 км Угол падения – 70 градусов Мощность рудного тела 3м Вмещающие породы – филлиты и филлитизированные сланцы $f=6$. Зона выветрелых пород отсутствует Породы сильнотрещиноватые

5,6 Наталкинское месторождение Тип месторождения I-A Рудные тела – прожилково-жильные зоны Угол падения – 80 градусов Мощность рудного тела 7 м Вмещающие породы – углисто-глинистые и туфогенные сланцы $f=9$ Месторождение расположено в зоне многолетней мерзлоты Зона выветрелых пород отсутствует

7,8 Березовское месторождение Тип месторождения I-A Рудные тела – красичные жилы Угол падения – 85 градусов Мощность рудного тела 0,3 м Вмещающие породы – тальк-карбонатные сланцы $f=5$ Породы выветрелые до глубины 70 м

9,10 Тасеевское месторождение Тип месторождения I-A Рудные тела – слепые рудные жилы Мощность рудного тела 20 м Угол падения – 80 градусов Длина по простиранию 600 м Вмещающие породы – песчано-конгломератовые отложения $f=6$ Породы выветрелые до глубины 8 м

11,12 Кочкарское месторождение Тип месторождения III Рудные тела – крутопадающие кварцевые жилы Угол падения – 60 градусов Мощность рудного тела 0,7 м Вмещающие породы – плагиограниты $f=15$ Породы выветрелые до глубины 30 м

12,13 Месторождения Коммунарковского рудного поля Тип месторождения III Рудные тела – жилы Длина по простиранию 220 м Угол падения – 50 градусов Мощность рудного тела 30 м Вмещающие породы – порфиroidные диориты $f=16$ Породы выветрелые до глубины 20 м

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

7 Основная учебная литература

1. Баклашов. Геомеханика Основы геомеханики, 2004. - 207, [1].
2. Баклашов. Геомеханика Геомеханические процессы / И.В. Баклашов [и др.], 2004. - 248, [1].

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Геомеханика : программа, методические указания по изучению курса, курсовой и самостоятельной работе для специальности 09.05.00 "Открытые горные работы" заочной формы обучения / Иркут. техн. ун-т, 2003. - 30.
2. Серова Г. Е. Геомеханика : учеб. пособие для специальности 08.03.00 "Поиски и разведка подзем. вод и инженер.-геол. изыскания" / Г. Е. Серова, Л. В. Егорова, Е. А. Гребнев, 2002. - 82.
3. Усаченко Б. М. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизованных породах / Б. М. Усаченко, В. П. Чередниченко, И. Е. Головчанский, 1990. - 143.
4. Николаевский В. Н. Геомеханика и флюидодинамика: С приложениями к проблемам газовых и нефтяных пластов / В. Н. Николаевский, 1996. - 447.

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. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.