

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Документ подписан простым электронным подписью
 Информация о владельце: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 ФИО: Крюков Вадим Николаевич высшего образования
 Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
 Дата подписания: 22.09.2026 13:16:47 «Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
 Уникальный программный ключ: (ЗГУ)
 1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по ОД и МП
 _____ Крюков В.Н.

Математические методы и модели в горном деле

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой Экономика, менеджмент и организация производства

Учебный план 21.05.04_спец_оч-заоч_ГД-2026.plx
 Специальность: Горное дело

Квалификация Горный инженер (специалист)

Форма обучения очно-заочная

Общая трудоемкость 2 ЗЕТ

Часов по учебному плану 72
 в том числе:
 аудиторные занятия 16
 самостоятельная работа 47
 часов на контроль 9

Виды контроля в семестрах:
 зачеты с оценкой 12

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	12 (6.2)		Итого	
Неделя	6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	8	8	8	8
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	47	47	47	47
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	72	72	72	72

Рабочая программа дисциплины

Математические методы и модели в горном деле

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ Минобрнауки России от 12.08.2020 г. № 987)

составлена на основании учебного плана:

Специальность: Горное дело

утвержденного учёным советом вуза от _____ протокол

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Экономика, менеджмент и организация производства

Протокол от _____ . №

Срок действия программы: _____ уч.г.

Зав. кафедрой к.э.н., доцент Н.А. Торгашова

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.э.н., доцент Н.А. Торгашова _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Экономика, менеджмент и организация производства

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой к.э.н., доцент Н.А. Торгашова

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.э.н., доцент Н.А. Торгашова _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Экономика, менеджмент и организация производства

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой к.э.н., доцент Н.А. Торгашова

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.э.н., доцент Н.А. Торгашова _____ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры

Экономика, менеджмент и организация производства

Протокол от _____ 2029 г. № ____
Зав. кафедрой к.э.н., доцент Н.А. Торгашова

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

к.э.н., доцент Н.А. Торгашова _____ 2030 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

Экономика, менеджмент и организация производства

Протокол от _____ 2030 г. № ____
Зав. кафедрой к.э.н., доцент Н.А. Торгашова

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- **Формирование системных знаний** о методологии математического моделирования технологических процессов, горнотехнических объектов и механического поведения массивов горных пород.
- **Освоение практических методов оптимизации**, программирования, теории вероятностей и математической статистики для решения инженерно-технических и социально-экономических задач горного производства.
- **Развитие навыков применения специализированного компьютерного ПО** и сквозных цифровых технологий при проектировании, эксплуатации подземных рудников и оценке промышленной безопасности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.06
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося: Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении предшествующих курсов: «Высшая математика» (линейная алгебра, дифференциальные уравнения, теория вероятностей), «Физика» (механика, термодинамика), «Информатика и информационные технологии», «Физика горного породоразрушения».
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: Приобретенные компетенции необходимы как предшествующие для подготовки к дисциплинам: «Проектирование подземных рудников», «Управление качеством продукции горного предприятия», «Экономика горного производства», а также непосредственно используются при выполнении выпускной квалификационной работы горного инженера (ВКР).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2.1: Решает профессиональные задачи по обоснованию технологии ведения горных работ подземным и комбинированными способами

ПК-2.2: Обладает знаниями технического руководства технологическими процессами, технологиями и средствами механизации и безопасного выполнения подземных горных работ

ПК-2.3: Использует информационные технологии при эксплуатации подземных рудников

ПК-1.1: Обосновывает основные параметры горнодобывающего предприятия, стадии вскрытия и подготовки месторождений, производственных процессов и операции, систем подземной разработки, технологию и механизацию подземных горных работ, способы и методы разрушения горного массива, крепления и проветривания выработок, а также методы профилактики аварий и способы ликвидации их последствий

ПК-1.2: Руководствуется методами снижения нагрузки на окружающую среду и повышения экологической безопасности горного производства при подземной разработке рудных месторождений

ПК-1.3: Использует проектную и техническую документацию с учетом требований промышленной безопасности, а также информационные и цифровые технологии при проектировании и ведения подземных горных работ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать: Этапы экономико-математического моделирования в горном деле; основы линейного, нелинейного и динамического программирования; методы математической статистики и теории массового обслуживания; принципы конечно-элементного моделирования.
3.2	Уметь: Формулировать задачи оптимизации распределения ресурсов ГДП; строить сетевые графики управления проектами; рассчитывать напряженно-деформированное состояние массива; проводить регрессионный анализ производственных данных.
3.3	Владеть: Навыками компьютерной реализации математических моделей горного производства в вычислительных средах; технологиями построения прогнозных моделей выхода продукции и минимизации эксплуатационных затрат.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Основы математического моделирования и оптимизации в горном деле						
1.1	Введение в математическое моделирование ГДП. Классификация моделей, этапы построения, выбор показателей эффективности. /Лек/	12	2	ПК-1.1, ПК-2.1	Л1.1 Л1.5 Л2.1 Э1 Э2	0	
1.2	Методы линейного и нелинейного программирования для оптимизации распределения ресурсов на горном предприятии. /Лек/	12	2	ПК-2.1, ПК-2.3	Л1.1 Л2.2 Э1 Э3	0	

1.3	Формулирование и решение на ПК задач линейного программирования для логистики и планирования ГДП. /Пр/	12	2	ПК-2.1, ПК-2.3	Л1.1 Л1.4 Э1 Э3	0	Практикум на ПК
1.4	Изучение методов динамического программирования и сетевого планирования для управления горными проектами. /Ср/	12	10	ПК-1.3, ПК-2.1	Л1.1 Л2.2 Л2.3 Э3 Э4	0	Построение сетевых моделей
	Раздел 2. Статистические методы и моделирование физико-технических процессов						
2.1	Вероятностно-статистические методы анализа горных процессов. Модели теории массового обслуживания. /Лек/	12	2	ПК-1.2, ПК-2.2	Л1.2 Л1.5 Л2.2 Э1 Э2	0	
2.2	Выполнение статистического анализа данных рудника, построение регрессионных моделей прогноза выхода руды. /Пр/	12	2	ПК-1.2, ПК-2.3	Л1.2 Л1.4 Э2 Э3	0	Расчетное задание
2.3	Самостоятельное построение математических моделей процессов измельчения и обогащения горной массы. /Ср/	12	12	ПК-1.1, ПК-2.2	Л1.2 Л2.1 Э1 Э4	0	СР
	Раздел 3. Численные методы механики сплошных сред и экономико-математический анализ						
3.1	Моделирование геомеханических и фильтрационных процессов. Метод конечных элементов (МКЭ). Закон Дарси. /Лек/	12	2	ПК-1.1, ПК-1.2	Л1.3 Л1.5 Л2.1 Э1 Э2	0	
3.2	Расчет напряженно-деформированного состояния массива и моделирование фильтрации в водоносных пластах. /Пр/	12	4	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3	Л1.3 Л1.4 Э1 Э2	0	Метод кейсов
3.3	Компьютерное моделирование теплопередачи, процессов проветривания рудников и замораживания грунтов в Арктике. /Ср/	12	12	ПК-1.1, ПК-2.2	Л1.3 Л2.3 Л2.4 Э3 Э4	0	Инженерные расчеты
3.4	Экономико-математические модели оценки затрат и доходов рудника. Оптимизация производственного плана. /Ср/	12	13	ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2	Л1.1 Л1.3 Л2.4 Э2 Э4	0	Подготовка к зачету

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Контрольные вопросы

Что такое математическое моделирование в горном деле?

Какие основные этапы включает процесс математического моделирования технологических процессов горного производства?

Какие классификации моделей применяются в горном деле (например, стационарные, динамические, детерминированные, стохастические)?

В чем суть линейного и нелинейного программирования и как они применяются для оптимизации горных процессов?

Что такое метод конечных элементов и как он используется для расчета напряженно-деформированного состояния массива горных пород?

Какие основные уравнения теории упругости и пластичности применяются при моделировании механического поведения горных пород?

Каковы принципы построения и решения математических моделей в горном деле?

Что такое сетевое планирование и как оно используется для управления горными проектами?

Какие статистические методы применяются для анализа производственных процессов в горной промышленности?

Как моделируются процессы фильтрации жидкости в водоносных пластах на основе закона Дарси?

Какие задачи решаются с помощью численного моделирования хрупкого разрушения пород в окрестности горных выработок?

Как используются экономико-математические модели для планирования и управления горным производством?

Какие программные средства и вычислительные платформы применяются для моделирования в горном деле (например, Matlab, COMSOL Multiphysics, Matcad)?

Каковы особенности моделирования теплопередачи и замораживания грунтов в горном строительстве?

Каковы основные принципы выбора модели и показателя эффективности задачи при математическом моделировании?

Типовые задачи

Построить математическую модель технологического процесса измельчения горной массы и провести анализ ее параметров.

Сформулировать и решить задачу линейного программирования для оптимального распределения ресурсов на горном предприятии.

Рассчитать напряженно-деформированное состояние массива горных пород вокруг выработки методом конечных элементов.

Смоделировать процесс фильтрации жидкости в водоносном пласте с использованием закона Дарси и проанализировать результаты.

Провести численное моделирование хрупкого разрушения пород вблизи горной выработки с использованием методов механики сплошной среды.

Разработать сетевой график выполнения горного проекта с учетом временных и ресурсных ограничений.

Выполнить статистический анализ производственных данных и построить регрессионную модель для прогнозирования выхода продукции.

Смоделировать тепловые процессы в массиве горных пород при применении метода единичного импульсного нагрева.

Оценить эффективность различных вариантов крепления горных выработок с помощью математического моделирования.

Составить экономико-математическую модель для оценки затрат и доходов горного предприятия и определить оптимальный план производства.

5.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено курсом

5.3. Фонд оценочных средств

ФОС расположен в разделе «Сведения об образовательной организации» подраздел «Образование» официального сайта ЗГУ <http://polaruniversity.ru/sveden/education/eduop/>

5.4. Перечень видов оценочных средств

Тестовые задания, практическая работа (задачи), итоговое тестирование

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
ЛП.1	Астахов А. С., Диколенько Е. Я., Харченко В. А.	Экономико-математическое моделирование в горной промышленности: учебник для вузов.	М.: Горная книга, 2011.	45
ЛП.2	Пучков Л. А., Бахвалов Л. А.	Методы и модели математического моделирования в горном деле: учебник для вузов.	М.: Издательство МГТУ, 2009.	50
ЛП.3	Кармановская Н. В., Торгашова Н. А.	Компьютерное моделирование и численные методы решения задач горного производства: учебное пособие.	Норильск: ЗГУ, 2024.	30
ЛП.4	Н. А. Торгашова.	Применение методов линейного программирования и математической статистики в горном деле: методические указания к практическим занятиям.	Норильск: ЗГУ, 2025.	15

Л1.5	Л. А. Бахвалова.	Математические методы в горном деле и геоэкологии: рекомендовано УМО для специальности «Горное дело».	М.: Недра, 2015.	12
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Самарин В. П.	Численные методы механики сплошных сред в геомеханике: учебное пособие для бакалавров и специалистов.	Новосибирск: Наука, 2014.	10
Л2.2	Вентцель Е. С.	Исследование операций: задачи, принципы, методология (применительно к промышленным системам).	М.: КноРус, 2013.	15
Л2.3	Овчинников Д. В.	Информационные технологии и математическое моделирование подземных рудников: учебное пособие.	СПб.: Лань, 2019.	5
Л2.4	Министерство РФ по делам гражданской обороны.	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».	М.: Ростехнадзор, 2023.	8
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Онлайн платформа ЗГУ (https://learn.norvuz.ru/)			
Э2	Электронная библиотека ЗГУ (http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp)			
Э3	Электронно-библиотечная система Лань (https://e.lanbook.com)			
Э4	Цифровая библиотека IPRsmart (https://www.iprbookshop.ru)			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.3	MS Access 2013 (Номер лицензии 63765822 от 30.06.2014)			
6.3.1.4	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)			
6.3.1.5	MATLAB / Mathcad			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
6.3.2.1	Электронная библиотека ЗГУ (http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp)			
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система Лань (https://e.lanbook.com)			
6.3.2.3	Цифровая библиотека IPRsmart (https://www.iprbookshop.ru)			
6.3.2.4	Зарубежные электронные ресурсы издательства SpringerNature: Springer Journals (http://link.springer.com) Nature Journals (https://www.nature.com/siteindex) Springer Nature Experiments (https://experiments.springernature.com/) Springer Materials (http://materials.springer.com/) zbMATH (http://zbmath.org) Nano Database (https://nano.nature.com/)			
6.3.2.5	Зарубежный электронный ресурс издательства Elsevier: ScienceDirect (https://www.sciencedirect.com/) Freedom Collection (https://www.sciencedirect.com/) Freedom Collection eBook collection (https://www.sciencedirect.com/)			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	• Учебные аудитории для лекционных занятий, оснащенные стационарным или мобильным мультимедийным комплексом (персональный компьютер преподавателя, ЖК-проектор, настенный экран, аудиосистема). • Специализированный компьютерный класс кафедры ЭМОП для проведения практических занятий и промежуточного компьютерного тестирования. Класс оборудован персональными рабочими станциями, объединенными в локальную вычислительную сеть вуза, с выходом в Интернет и предустановленным ПО (MS Excel, Mathcad, MATLAB/Python). • Кабинет для самостоятельной работы студентов с доступом к электронным библиотечным системам и удаленному серверу дистанционного обучения ЗГУ.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- **Лекционный курс:** Во время лекции важно фиксировать математические допущения, границы применимости конкретной модели и структуру уравнений. Дома конспект необходимо дополнить изучением соответствующей главы основной литературы (Л1.1, Л1.2).
- **Практические занятия:** Служат для разбора алгоритмов и программных решений. При выполнении расчетных задач (задачи на оптимизацию ресурсов, МКЭ или регрессию) рекомендуется проверять корректность размерностей физических величин. Задания должны сдаваться строго в установленные преподавателем сроки.
- **Самостоятельная работа (47 часов):** Это основная форма освоения материала. Включает в себя детальное программирование математических алгоритмов на ПК, расчет параметров производственного плана ГДП и проработку базы тестов на платформе ЗГУ (Э1). При возникновении вычислительных или теоретических затруднений студент должен обратиться к еженедельным очным консультациям на кафедре.
- **Условия допуска и аттестация:** Для успешного получения «зачета с оценкой» студент обязан выполнить и защитить все практические расчетные задачи, пройти рубежные срезы тестирования и продемонстрировать на зачете уверенное владение методологией построения математических моделей в горной отрасли.