Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра геотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института горного дела и геосистем
_____ Ю.Е. Прошунин
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование технологических процессов

21.05.04 «Горное дело»
(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых месторождений»)

Квалификация выпускника
Горный инженер (специалист)

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 6 лет 1 месяц

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 1b3044655ed46e31674a6f5acfc456489d36be00
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 31 июля 2026 г. по 24 октября 2027 г.
Дата и время: 16-11-2026 08:32:34 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– формирование профессиональных компетенций;
– рациональное использование инструментария математического моделирования;
– освоение методики обработки результатов эксперимента.

Задачами учебной дисциплины являются:
– овладение основными методами разработки и адаптации математических моделей;
– приобретение знаний и навыков в области регрессионного анализа, освоение методологии имитационного моделирования;
– расширение представлений о математическом моделировании технологических процессов горного производства, а также о методах обработки результатов моделирования.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Информационные технологии;
– Математика;
– Общая геология;
– Геотехнология открытая;
– Геотехнология подземная (пластовые месторождения).

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Моделирование динамических процессов;
– Технология отработки пологих пластов.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен планировать, организовывать и	ПК-1.3 Реализует проектные работы с использованием	– знать: методы и программные средства,

	реализовывать проектные работы в области геотехнологии, геомеханики, аэрологии и рудничной аэрогазодинамики с использованием современных и перспективных цифровых технологий, математических методов, программных и программно-аппаратных комплексов	современных и перспективных цифровых технологий математических методов, программных и программно-аппаратных комплексов	современные и перспективные цифровые технологии математических методов, программные и программно-аппаратные комплексы для реализации проектных и научно-исследовательских работ. – уметь: выбирать адаптивные к реальным горно-геологическим и горнотехническим условиям современные и перспективные цифровые технологи, математические методы, программные и программно-аппаратные комплексы при планировании, организации и реализаци проектных и научно-исследовательских работы в области поздемной разработки платовых месторождений полезных ископаемых.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 4 курс***	***2 сессия / 4 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*36*	*144*
	зачетных единиц	***5***	*1*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***8***	*0*	*8*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***161***	*34*	*127*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Структура, элементный состав технологии добычи угля. Регрессионный анализ как инструмент моделирования технологических процессов горного производства;

Тема 1.1 Общие сведения о технологических процессах горного производства;

Тема 1.2 Теоретические основы регрессионного анализа;

Тема 1.3 Использование табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства;

Тема 1.4 Использование R-base для регресссионного моделирования процессов горного производства;

Тема 1.5 Понятие о моделировании процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии;

Раздел 2 Имитационное моделирование технологических процессов горного производства;

Тема 2.1 Общие сведения об имитационном моделировании. Использование табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства;

Тема 2.2 Моделирование технологических процессов с использованием сетей R-base;

Тема 2.3 Моделирование технологических процессов с использованием сетей Петри;

Тема 2.4 Оценка адекватности модели;

Раздел 3 Разработка программы имитационного моделирования технологических процессов горного производства;

Тема 3.1 Теоретические основы разработки генераторов случайных чисел;

Тема 3.2 Использование аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства;

Тема 3.3 Проектирование и программирование имитационных моделей технологических процессов горного производства;

Раздел 4 Моделирование развития горных работ при подготовке и отработке запасов шахтного поля;

Тема 4.1 Моделирование развития горных работ с использованием метода Монте-Карло;

Тема 4.2 Моделирование процесса принятия решений в условиях неопределённости;

Тема 4.3 Использование элементов искусственного интеллекта при моделировании процессов горного производства.

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Структура, элементный состав технологии добычи угля. Регрессионный анализ как инструмент моделирования технологических процессов горного производства	0.5	
Тема 1.1.	Общие сведения о технологических процессах горного производства	0.5	
Тема 1.2.	Теоретические основы регрессионного анализа	0.5	
Тема 1.3.	Использование табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства	0.5	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Тема 1.3; Тема 1.4.	Разработка и оценка линейной регрессионной модели скорости проведения подготовительной выработки	1	
Тема 1.5.	Проверка гипотезы о нелинейности регрессионной модели	1	
Тема 2.1; Тема 2.2.	Использование табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства	1	
Тема 2.3; Тема 2.4.	Разработка имитационной модели процесса установки рамы подготовительной выработки	1	
Тема 3.1.	Выборка случайной величины, распределённой по нормальному закону	1	
Тема 3.2.	Разработка модели технологического процесса на основе аппарата теории массового обслуживания	1	
Тема 3.3.	Моделирование нагрузки на короткий забой	1	
Тема 4.1; Тема 4.2; Тема 4.3.	Оценка возможности возникновения разрыва фронта очистных работ	1	
Итого:		**8**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме

			практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2; Тема 1.3; Тема 1.4; Тема 1.5; Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2; Тема 2.3; Тема 2.4; Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.2; Тема 4.3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Оформление отчета о практической работе; 5. Подготовка к практическому занятию.	161	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**170**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	**Контролируемые компетенции**	**Оценочные средства**
Раздел 1; Тема 1.1; Тема 1.2; Тема 1.3; Тема 1.4; Тема 1.5; Раздел 2; Тема 2.1; Тема 2.2; Тема 2.3; Тема 2.4; Раздел 3; Тема 3.1; Тема 3.2;	ПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Конспект лекций; 4. Контрольная работа; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о практической работе

Тема 3.3; Раздел 4; Тема 4.1; Тема 4.2; Тема 4.3.		
Экзамен.	ПК-1	1. Вопросы к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля – определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – индивидуальный или фронтальный устный опрос. В ходе проведения входного контроля обучающимся предлагается ответить на вопросы по материалу, изученному в процессе освоения ООП ВО.

Шкала оценивания устных ответов обучающихся

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «зачтено» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и

правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «не зачтено» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не зачтено» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые требуют проведения дополнительных индивидуальных консультаций.

Вопросы для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); конспект лекций; контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о практической работе.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию конспекта лекций

12.2.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно.	отлично
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному	неудовлетворительно

Наименование параметра оценки	Оценка
освоению последующего материала.	

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос,

Оценка	Требования к знаниям
	правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Гефан, Г. Д. Эконометрика : практикум / Г.Д. Гефан, М.П. Базилевский, Л.А. Байкова. – Иркутск : ИрГУПС, 2017. – 52 с. – URL: https://e.lanbook.com/book/134674 (дата обращения: 16.05.2026);

2 Фарунцев, С. Д. Интеллектуальные технологии управления в технических системах : учебное пособие : [16+] / С. Д. Фарунцев ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 104 с. : ил., табл., схем., граф. – ISBN 978-5-8149-2900-6. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682099 (дата обращения: 16.05.2026);

3 Яковлев, В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel : учебник для вузов / В. Б. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2025. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01672-7. — URL: https://urait.ru/bcode/562660 (дата обращения: 16.05.2026);

4 Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г. А. Михайлов, А. В. Войтишек. — Москва : Юрайт, 2025. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21054-5. — URL: https://urait.ru/bcode/559245 (дата обращения: 16.05.2026);

5 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / Н. Ш. Кремер. — 5-е изд.,

перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2025. — 538 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10004-4. — URL: https://urait.ru/bcode/565694 (дата обращения: 16.05.2026);

6 Алексеев, Е.Р. Введение в Octave : монография / Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. – Москва : ИНТУИТ, 2016. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/intuit_046.html (дата обращения: 16.05.2026);

7 Мастицкий, С.Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R : монография / Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. – Москва : ДМК-пресс, 2015. – 496 с. – ISBN 978-5-97060-301-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970603017.html (дата обращения: 16.05.2026);

8 Бурчаков, А.С. Процессы подземных горных работ : учебник для вузов / А.С. Бурчаков, Н.К. Гринько, И.Л. Черняк. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недра, 1982. – 423 с. : ил.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. –

URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– LibreOffice;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и

обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело».

Составитель(и):

профессор Фрянов Виктор Николаевич (кафедра геотехнологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.
Согласована:

Начальник отдела промышленной безопасности дирекции по ОТ и ПБ ООО «Новая горная УК», к. т. н.		И. А. Поздеев
должность, степень, звание представителя работодателя	подпись	инициалы, фамилия

Приложение
Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Вопросы для входного контроля

№	Вопрос	Ответ
1	Что такое математическая модель технологического процесса и какие основные этапы её построения вы знаете?	Математическая модель – приближённое описание процесса (или объекта) с помощью математических соотношений (уравнений, неравенств, логических условий). Основные этапы: постановка задачи и выбор параметров; построение математической схемы (уравнения, граничные условия); выбор метода решения; реализация (программирование); проверка адекватности и корректировка.
2	Какие типы уравнений чаще всего используются при описании процессов подземной угледобычи?	Алгебраические (балансовые соотношения, расчёт нагрузок), дифференциальные (изменение напряжений, сдвижение пород, фильтрация), вероятностно-статистические (распределение мощности пласта, надёжность оборудования), а также оптимизационные (линейное и нелинейное программирование при планировании горных работ).
3	Что такое целевая функция и система ограничений в задачах оптимизации технологических процессов?	Целевая функция – количественный критерий, который нужно максимизировать или минимизировать (например, добыча угля, себестоимость, нагрузка на очистной забой). Система ограничений – условия, которые должны выполняться (по газовому фактору, устойчивости кровли, производительности оборудования, срокам подготовки). Задача оптимизации – найти значения управляемых параметров, дающие экстремум целевой функции при соблюдении ограничений.
4	Для чего используются программы для построения чертежей и схем (например, NanoCAD, AutoCAD) при моделировании технологических процессов?	Такие программы позволяют вычерчивать планы горных выработок, вертикальные разрезы, схемы проветривания, транспорта и технологические схемы выемки в масштабе, с соблюдением условных обозначений. Они дают возможность наглядно представить модель процесса, выполнить измерения по чертежу (длины, углы, площади), увязать выработки в единой системе координат и оформить результаты расчётов в виде графической документации.

№	Вопрос	Ответ
5	Что такое база данных и СУБД? Как они применяются в горном деле?	База данных – организованная совокупность структурированных данных. СУБД – программный комплекс для создания, хранения, поиска и обработки данных. В горном деле используются для хранения и обработки данных геологоразведки (координаты скважин, мощности, зольность), маркшейдерских замеров, параметров технологических процессов, результатов моделирования.
6	Для чего используются электронные таблицы при обработке горно-геологических данных?	Для табличного представления данных (замеры мощности, координаты, результаты опробования), выполнения расчётов по формулам (средние значения, подсчёт запасов, балансовые расчёты), построения графиков и диаграмм, статистической обработки и подготовки исходных данных для моделирования.
7	Что такое угольный пласт и каковы его основные параметры?	Угольный пласт – геологическое тело осадочного происхождения, сложенное углём и вмещающими породами (прослоями). Основные параметры: мощность (общая, полезная, вынимаемая), угол падения и простирания, строение (сложность), глубина залегания, качественные показатели (зольность, сернистость, метаноносность), устойчивость вмещающих пород.
8	Чем отличаются понятия «мощность пласта» и «вынимаемая мощность»?	Мощность пласта – геологическое понятие: расстояние по нормали между кровлей и почвой (истинная) или по вертикали (вертикальная). Вынимаемая мощность – технологическое понятие: часть мощности, которая фактически извлекается при данной системе разработки и оборудовании (может быть меньше полной мощности при селективной выемке или оставлении пачки угля).
9	Какие типы тектонических нарушений влияют на технологию подземной разработки угольных пластов?	Основные типы: сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги. Они влияют на выбор системы разработки, устойчивость выработок, возможность применения механизированных комплексов, планирование очистных работ и безопасность (зоны ПГД, внезапные выбросы). На планах и разрезах нарушения показываются с указанием амплитуды и направления смещения.

№	Вопрос	Ответ
10	Что такое гипсометрический план и для чего он используется при разработке угольных месторождений?	Гипсометрический план – изображение поверхности пласта (почвы или кровли) в изолиниях равных высотных отметок. Используется для определения углов падения на участках, выявления складчатости и нарушений, проектирования выработок с заданными уклонами и подсчёта запасов.
11	Какие основные технологические процессы включают открытую разработку угольных месторождений?	Вскрытие (проведение траншей, съездов), вскрышные работы (удаление покрывающих пород), добычные работы (выемка угля), транспортирование горной массы, отвалообразование, рекультивация. Основное оборудование: экскаваторы (цикличные и непрерывные), буровые станки, автосамосвалы, конвейеры, отвальные плуги.
12	Что такое коэффициент вскрыши и как он влияет на эффективность открытой разработки?	Коэффициент вскрыши – отношение объёма вскрышных пород к объёму добываемого полезного ископаемого (м³/т или м³/м³). Различают средний, текущий и граничный коэффициенты. Чем выше коэффициент, тем больше затрат на вскрышу и тем менее эффективна открытая разработка; граничный коэффициент определяет целесообразность перехода на подземный способ.
13	Какие схемы вскрытия применяются на угольных разрезах?	Основные схемы: траншейная (разрезная траншея по простиранию или вкрест), бестраншейная (с использованием естественного рельефа или штолен), комбинированная. Выбор зависит от рельефа, глубины залегания, мощности покрывающих пород и параметров месторождения.
14	Что такое система разработки угольного пласта?	Система разработки – определённый порядок проведения подготовительных и очистных выработок и ведения очистных работ в пределах выемочного участка (шахтного поля). Основные классификационные признаки: наличие или отсутствие разделения пласта на слои, порядок ведения очистных работ (сплошной, столбовой, комбинированный), способ управления кровлей.
15	В чём отличие столбовой системы разработки от сплошной?	При столбовой системе подготовительные выработки (штреки) проводятся до границы выемочного столба, после чего столб отрабатывается в обратном направлении (от

№	Вопрос	Ответ
		границы к выработке). При сплошной системе очистные работы ведутся одновременно с проведением подготовительных выработок – очистной забой движется вслед за штреком. Столбовая обеспечивает лучшие условия проветривания и меньшие утечки воздуха, сплошная – меньший срок подготовки участка.
16	Что такое выемочный участок (столб) и какие выработки его оконтуривают?	Выемочный участок – часть шахтного поля (или панели/этажа), отрабатываемая одним очистным забоем (или группой очистных забоев). Оконтуривающие выработки: конвейерный штрек (транспорт угля), вентиляционный штрек (подача свежего или отвод исходящего воздуха), монтажная камера (в начале столба), разрезная печь (для монтажа очистного оборудования).
17	Какие способы управления кровлей применяются в очистных забоях угольных шахт?	Основные: полное обрушение (наиболее распространено на пологих пластах), частичная закладка (породные полосы), полная закладка (гидравлическая, пневматическая, пакетированная), плавное опускание (при податливой кровле). Выбор зависит от устойчивости пород, мощности пласта, требований охраны поверхности и безопасности.
18	Что такое механизированный комплекс для очистных работ и из каких основных элементов он состоит?	Механизированный комплекс – совокупность оборудования для механизированной выемки, крепления и управления кровлей в очистном забое. Основные элементы: очистной комбайн (или струг), механизированная крепь (секции, передвигаемые вслед за комбайном), забойный конвейер (перемещаемый вместе с крепью), крепи сопряжения (на штреках), система управления и связи.
19	Какие факторы определяют нагрузку на очистной забой?	Горно-геологические: мощность и угол падения пласта, устойчивость кровли, газоносность, наличие нарушений. Технологические: тип и производительность комбайна, скорость подачи, длина очистного забоя, схема проветривания, надёжность оборудования, организация работ. Ограничивающие факторы: газовый фактор (метан), устойчивость крепи, транспортная цепочка.
20	Что такое гипотеза и как она проверяется в	Гипотеза – научное предположение, требующее проверки. Проверяется путём сбора данных

№	Вопрос	Ответ
	научном исследовании?	(наблюдения, эксперименты, измерения), их статистической обработки и сопоставления с предсказаниями гипотезы. Гипотеза может быть подтверждена, опровергнута или уточнена; при подтверждении она становится теорией или закономерностью.
21	Чем отличается натурный эксперимент от вычислительного (математического) эксперимента?	Натурный эксперимент проводится на реальном объекте (шахте, очистном забое, оборудовании) и даёт наиболее достоверные данные, но требует больших затрат, времени и связан с рисками. Вычислительный эксперимент проводится на математической модели объекта; он дешевле, безопаснее, позволяет варьировать параметры, но требует проверки адекватности модели по натурным данным.
22	Что такое адекватность математической модели и как она оценивается?	Адекватность – соответствие модели реальному процессу в пределах принятых допущений и точности. Оценивается путём сравнения результатов расчёта с натурными данными (например, по коэффициенту корреляции, средней относительной ошибке, критериям Фишера или Стьюдента). Если расхождение превышает допустимое, модель корректируется.
23	Что такое технологическая схема подземной разработки угольного пласта и какие элементы она включает?	Технологическая схема – графическое и описательное представление последовательности выполнения процессов в очистном забое и на участке. Включает: схему выемки угля (челноковая, односторонняя), крепление и управление кровлей, транспорт угля и материалов, проветривание, водоотлив, энергоснабжение. Схема привязывается к плану горных выработок и разрезу.
24	Какие исходные данные необходимы для моделирования технологического процесса очистной выемки?	Горно-геологические: мощность, угол падения, строение пласта, свойства вмещающих пород, газоносность, нарушения. Технологические: тип комбайна и крепи, скорость подачи, длина очистного забоя, схема проветривания, параметры транспорта. Организационные: режим работы, численность, надёжность оборудования. Данные приводятся в единой системе координат и отметок.
25	Для чего необходимо моделирование	Для: обоснования параметров системы разработки (длина очистного забоя, нагрузка,

№	Вопрос	Ответ
	технологических процессов при подземной разработке угольных месторождений?	скорость подвигания); прогнозирования последствий принятых решений (сдвижение пород, газовыделение, устойчивость выработок); оптимизации технологических схем; обучения и тренажа персонала; оценки рисков и аварийных ситуаций; планирования горных работ и оценки эффективности инвестиций. Модель позволяет проверить различные варианты без натурных испытаний.

Вопросы для устного обсуждения (опроса)

Раздел 1 Структура, элементный состав технологии добычи угля. Регрессионный анализ как инструмент моделирования технологических процессов горного производства.

1. Какие существуют методы добычи угля?
2. Что такое регрессионный анализ?
3. Как используется регрессионный анализ в горном производстве?
4. Какие преимущества имеет использование регрессионного анализа для моделирования технологических процессов в горной промышленности?
5. Какие факторы могут влиять на процесс добычи угля и как они могут быть учтены при использовании регрессионного анализа?
6. Какие данные необходимы для проведения регрессионного анализа в горном производстве?
7. Какие существуют ограничения и проблемы при использовании регрессионного анализа в горном производстве?
8. Какие существуют методы улучшения точности регрессионного анализа в горном производстве?
9. Каковы перспективы использования регрессионного анализа в горном производстве в будущем?
10. Какие существуют примеры успешного использования регрессионного анализа для оптимизации технологических процессов в горной промышленности?

Тема 1.1 Общие сведения о технологических процессах горного производства.

1. Какие виды технологических процессов применяются в горном производстве?
2. Что такое горная масса и какие ее виды существуют?
3. Как происходит подготовка горной массы к обработке?
4. Какие методы добычи полезных ископаемых используются в горном производстве?

5. Каковы основные этапы технологического процесса добычи угля подземным способом?

6. Какие виды обогащения полезных ископаемых применяются в горном производстве?

7. Какие методы переработки отходов горного производства существуют?

8. Какие меры безопасности принимаются при проведении технологических процессов в горном производстве?

9. Какие экологические проблемы связаны с горным производством и как они решаются?

10. Какие перспективы развития технологических процессов в горном производстве существуют?

Тема 1.2 Теоретические основы регрессионного анализа.

1. Что такое регрессионный анализ?

2. Какие виды регрессии существуют?

3. Каковы основные предположения линейной регрессии?

4. Что такое множественная регрессия?

5. В чём суть метода наименьших квадратов?

6. Как определить значимость коэффициентов регрессии?

7. Что такое мультиколлинеарность и как её обнаружить?

8. Что такое гетероскедастичность и как её выявить?

9. Что такое автокорреляция и как её обнаружить?

10. Какие методы решения проблемы гетероскедастичности и автокорреляции вам известны?

Тема 1.3 Использование табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства.

1. Какие существуют методы регрессионного анализа?

2. Как выбрать подходящий метод регрессионного анализа для конкретной задачи?

3. Каковы преимущества использования табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства?

4. Какие данные необходимо собрать для проведения регрессионного анализа в области горного производства?

5. Какие факторы могут влиять на производительность процесса добычи полезных ископаемых и как их можно учесть при построении регрессионной модели?

6. Какие ограничения и проблемы могут возникнуть при использовании табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства?

7. Какие меры предосторожности следует принимать при интерпретации результатов регрессионного анализа в области горного производства?

8. Какие дополнительные инструменты и методы могут быть использованы вместе с регрессионным анализом для улучшения точности прогнозирования в горном производстве?

9. Какие возможности предоставляет использование табличных процессоров для оптимизации процессов горного производства на основе полученных регрессионных моделей?

10. Какие примеры успешного использования регрессионного анализа в горном производстве можно привести?

Тема 1.4 Использование R-base для регрессионного моделирования процессов горного производства.

1. Какие методы регрессионного анализа доступны в R-base?

2. Как выбрать подходящий метод регрессии для данных о процессах горного производства?

3. Какие факторы могут влиять на производительность горного производства и как их учесть при построении регрессионной модели?

4. Как оценить качество построенной регрессионной модели и какие метрики используются для этого в R-base?

5. Какие методы оптимизации регрессионной модели существуют в R-base и как они могут быть использованы для улучшения точности прогнозирования в горном производстве?

6. Какие графические инструменты доступны в R-base для визуализации результатов регрессионного анализа данных о процессах горного производства?

7. Каковы возможные применения регрессионного моделирования в управлении процессами горного производства и как эти модели могут помочь улучшить эффективность работы предприятия?

8. Какие ограничения и проблемы могут возникнуть при использовании R-base для регрессионного моделирования процессов горного производства и как их можно преодолеть?

9. Какие дополнительные инструменты и пакеты в R-base могут быть полезны для углубленного анализа данных о процессах горного производства?

10. Какие существуют возможности для автоматизации процесса регрессионного моделирования в R-base и как они могут быть использованы для ускорения принятия решений в горном производстве?

Тема 1.5 Понятие о моделировании процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии.

1. Что такое моделирование процессов горного производства?

2. Какие методы используются для моделирования процессов горного производства?

3. Что такое множественная нелинейная регрессия?

4. Как используется множественная нелинейная регрессия при моделировании процессов горного производства?

5. Какие преимущества имеет использование множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

6. Какие данные необходимы для использования метода множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

7. Какие факторы могут влиять на результаты моделирования процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии?

8. Каковы возможные ограничения использования метода множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

9. Какие области применения имеет метод множественной нелинейной регрессии в моделировании процессов горного производства?

10. Какие исследования проводятся в области моделирования процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии?

Раздел 2 Имитационное моделирование технологических процессов горного производства.

1. Что такое имитационное моделирование?

2. Какие методы имитационного моделирования применяются в горном производстве?

3. Каковы преимущества использования имитационного моделирования в горной промышленности?

4. Как проводится анализ результатов имитационного моделирования технологических процессов горного производства?

5. Какие параметры необходимо учитывать при создании имитационной модели технологического процесса горного производства?

6. Какие программные продукты используются для имитационного моделирования технологических процессов горного производства?

7. В чем заключается отличие между детерминированным и стохастическим имитационным моделированием?

8. Какие типы событий могут возникать при имитации технологических процессов горного производства?

9. Какие методы оптимизации могут использоваться при имитационном моделировании технологических процессов горного производства?

10. Какие существуют ограничения при использовании имитационного моделирования в горной промышленности?

Тема 2.1 Общие сведения об имитационном моделировании. Использование табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства

1. Что такое имитационное моделирование?
2. Какие существуют виды имитационного моделирования?
3. В чём преимущества использования имитационного моделирования?
4. Что такое табличный процессор?
5. Какие существуют способы применения табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства?
6. Каковы основные этапы разработки стохастической модели процесса горного производства с использованием табличного процессора?
7. Как проводится анализ результатов имитационного моделирования процессов горного производства?
8. Какие факторы необходимо учитывать при разработке стохастической модели процесса горного производства?
9. Какие методы используются для определения параметров распределения в стохастических моделях процессов горного производства?
10. Какие существуют ограничения и проблемы при использовании табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства?

Тема 2.2 Моделирование технологических процессов с использованием сетей R-base.

1. Что такое моделирование технологических процессов?
2. Какие преимущества использования сетей R-base для моделирования технологических процессов?
3. Какие типы моделей используются при моделировании технологических процессов?
4. Как выбрать подходящую модель для конкретного технологического процесса?
5. Какие методы оптимизации могут использоваться при моделировании технологических процессов?
6. Каковы основные этапы процесса моделирования технологических процессов?
7. Какие инструменты и программное обеспечение используются для моделирования технологических процессов с использованием сетей R-base?
8. Какие факторы следует учитывать при разработке модели технологического процесса?
9. Какие метрики используются для оценки эффективности модели технологического процесса?

10. Какие примеры успешного применения моделирования технологических процессов с использованием сетей R-base вы можете привести?

Тема 2.3 Моделирование технологических процессов с использованием сетей Петри.

1. Что такое сети Петри?
2. Какие типы сетей Петри существуют?
3. В чём преимущества использования сетей Петри для моделирования технологических процессов?
4. Как сети Петри могут использоваться для анализа производительности технологического процесса?
5. Могут ли сети Петри использоваться для моделирования параллельных процессов? Если да, то как это работает?
6. Каковы ограничения сетей Петри при моделировании сложных технологических процессов?
7. Какие методы оптимизации могут применяться для улучшения работы сетей Петри?
8. Может ли сеть Петри быть использована для моделирования системы массового обслуживания? Если да, то как это делается?
9. Какие инструменты программирования и моделирования доступны для работы с сетями Петри?
10. Какие области применения сетей Петри помимо моделирования технологических процессов существуют?

Тема 2.4 Оценка адекватности модели.

1. Каковы критерии адекватности модели?
2. Как оценить соответствие модели реальным процессам?
3. Какие методы используются для оценки адекватности модели?
4. Как определить, что модель достаточно точно отражает реальность?
5. Какие параметры следует учитывать при оценке адекватности модели?
6. В каких случаях модель считается адекватной?
7. Какие ошибки могут возникнуть при использовании неадекватной модели?
8. Как часто необходимо пересматривать адекватность модели?
9. Какие преимущества дает использование адекватной модели?
10. Какие недостатки есть у неадекватных моделей?

Раздел 3 Разработка программы имитационного моделирования технологических процессов горного производства.

1. Какие задачи решает программа имитационного моделирования?

2. Каковы преимущества использования программы имитационного моделирования перед другими методами исследования?

3. Какие технологии используются при разработке программы имитационного моделирования?

4. Как происходит процесс создания модели технологического процесса в программе?

5. Какие параметры необходимо учитывать при создании модели технологического процесса?

6. Какие результаты можно получить после проведения имитационного моделирования?

7. Какие ограничения есть у программы имитационного моделирования?

8. Какие требования предъявляются к пользователям программы имитационного моделирования?

9. Как осуществляется поддержка пользователей программы имитационного моделирования?

10. Какие перспективы развития имеет программа имитационного моделирования?

Тема 3.1 Теоретические основы разработки генераторов случайных чисел.

1. Какие существуют подходы к классификации генераторов случайных чисел?

2. В чём заключается суть алгоритма MT-19937?

3. Что такое псевдослучайная последовательность?

4. Каковы особенности генератора случайных чисел, основанного на физическом устройстве?

5. Для каких целей применяются генераторы случайных чисел?

6. Как проверить статистическую случайность генерации чисел?

7. Какова роль периода генератора случайных чисел?

8. Каким образом можно увеличить период генератора случайных чисел?

9. Каковы требования к реализации генератора случайных чисел?

10. В чём заключается преимущество аппаратных генераторов случайных чисел перед программными?

Тема 3.2 Использование аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства.

1. Какие существуют подходы к использованию аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства?

2. Какие параметры технологического процесса горного производства могут быть описаны с помощью аппарата теории массового обслуживания?

3. Какие методы теории массового обслуживания могут быть применены для анализа работы горного оборудования?

4. Какие преимущества и недостатки использования аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства?

5. Какие существуют ограничения при использовании аппарата теории массового обслуживания для анализа работы горного оборудования?

6. Какие существуют методы оптимизации работы горного оборудования на основе данных, полученных с помощью аппарата теории массового обслуживания?

7. Какие факторы влияют на точность прогнозирования работы горного оборудования с использованием аппарата теории массового обслуживания?

8. Какие существуют способы повышения эффективности использования аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства?

9. Какие существуют программные продукты для анализа работы горного оборудования с использованием аппарата теории массового обслуживания?

10. Какие перспективы развития использования аппарата теории массового обслуживания при моделировании технологических процессов горного производства?

Тема 3.3 Проектирование и программирование имитационных моделей технологических процессов горного производства

1. Какие методы используются для проектирования имитационных моделей?

2. Как выбрать подходящий язык программирования для создания имитационной модели?

3. Какие существуют подходы к оптимизации технологических процессов на основе имитационного моделирования?

4. Каковы преимущества использования имитационных моделей в горном производстве?

5. Какие существуют методы оценки качества имитационных моделей?

6. Как обеспечить точность и достоверность данных при создании имитационной модели?

7. Какие существуют способы визуализации результатов работы имитационной модели?

8. Какие проблемы могут возникнуть при проектировании и программировании имитационных моделей и как их решить?

9. Какие существуют методы тестирования и отладки имитационных моделей?

10. Какие перспективы развития имитационного моделирования в горном производстве?

Раздел 4 Моделирование развития горных работ при подготовке и отработке запасов шахтного поля

1. Какие методы моделирования используются для определения параметров системы разработки?
2. Как выбрать оптимальный способ подготовки и отработки запасов шахтного поля?
3. Какие факторы необходимо учитывать при проектировании системы разработки?
4. Каковы преимущества и недостатки различных систем разработки?
5. Как определить границы шахтного поля и его размеры?
6. Какие параметры влияют на выбор способа подготовки и отработки запасов?
7. Как оценить эффективность выбранной системы разработки?
8. Какие методы применяются для прогнозирования развития горных работ?
9. Как учесть влияние горно-геологических условий на процесс разработки?
10. Какие меры безопасности следует принимать при проведении горных работ?

Тема 4.1 Моделирование развития горных работ и использованием метода Монте-Карло

1. Что такое моделирование развития горных работ?
2. Какие методы используются для моделирования развития горных работ?
3. В чем заключается метод Монте-Карло при моделировании развития горных работ?
4. Каковы преимущества использования метода Монте-Карло для моделирования развития горных работ?
5. Какие факторы необходимо учитывать при использовании метода Монте-Карло для моделирования развития горных работ?
6. Как часто следует обновлять модель развития горных работ?
7. Какие данные необходимы для создания модели развития горных работ?
8. Как можно оценить точность модели развития горных работ?
9. Какие ограничения существуют при использовании метода Монте-Карло для моделирования развития горных работ?
10. Какие дополнительные методы могут использоваться вместе с методом Монте-Карло для моделирования развития горных работ?

Тема 4.2 Моделирование процесса принятия решений в условиях неопределённости

1. Какие методы используются для моделирования процесса принятия решений в условиях неопределённости?
2. Как определить вероятность исходов при принятии решений в условиях неопределённости?
3. Какие факторы следует учитывать при принятии решений в условиях неопределённости?
4. Каковы преимущества и недостатки метода дерева решений для моделирования процесса принятия решений в условиях неопределённости?
5. В чём заключается метод Монте-Карло для моделирования процесса принятия решений в условиях неопределённости?
6. Как оценить эффективность принятого решения в условиях неопределённости?
7. Какие существуют подходы к снижению уровня неопределённости при принятии решений?
8. Какие инструменты могут помочь в принятии решений в условиях неопределённости?
9. Как принимаются коллективные решения в условиях неопределённости?
10. Какие этические аспекты следует учитывать при принятии решений в условиях неопределённости?

Тема 4.3 Использование элементов искусственного интеллекта при моделировании процессов горного производства

1. Какие задачи решаются с помощью искусственного интеллекта в горном производстве?
2. Какие методы машинного обучения применяются для анализа данных в горной промышленности?
3. Как можно использовать нейронные сети для оптимизации процессов добычи полезных ископаемых?
4. Каковы преимущества использования искусственного интеллекта для прогнозирования отказов оборудования в горной промышленности?
5. Какие существуют проблемы при внедрении систем искусственного интеллекта в горную промышленность?
6. Как можно использовать алгоритмы глубокого обучения для распознавания образов в горной промышленности?
7. Какие возможности предоставляет использование робототехники в горной промышленности?
8. Как можно использовать системы искусственного интеллекта для автоматизации управления процессами горного производства?
9. Какие существуют примеры успешного применения искусственного интеллекта в горной промышленности?

10. Каковы перспективы развития использования искусственного интеллекта в горной промышленности в будущем?

Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Вопросы для собеседования при защите отчёта о практической работе

Темы 1.3, 1.4 Разработка и оценка линейной регрессионной модели скорости проведения подготовительной выработки.

1. Какие факторы влияют на скорость проведения подготовительной выработки?
2. Как выбрать наилучшие предикторы для линейной регрессионной модели?
3. Каковы преимущества использования линейной регрессии для оценки скорости проведения подготовительной выработки?
4. Как определить значимость коэффициентов в линейной регрессионной модели?
5. Что такое R-квадрат и как он используется при оценке качества линейной регрессионной модели?
6. Какие методы могут быть использованы для уменьшения дисперсии в линейной регрессионной модели?
7. Как проверить наличие мультиколлинеарности в регрессионной модели?
8. Какие существуют методы для устранения автокорреляции в регрессионной модели?
9. Как оценить точность прогнозирования скорости проведения подготовительной выработки с помощью регрессионной модели?
10. Какие существуют ограничения использования линейной регрессии для оценки скорости проведения подготовительной выработки?

Тема 1.5 Проверка гипотезы о нелинейности регрессионной модели.

1. Какие существуют методы проверки гипотезы о нелинейности регрессионной модели?
2. Как проверить наличие нелинейной связи между двумя переменными?
3. Какие критерии используются для оценки качества регрессионной модели?

4. Что такое коэффициент детерминации и как он связан с проверкой гипотезы о нелинейности регрессионной модели?

5. Каковы преимущества использования метода перекрестной проверки для проверки гипотезы о нелинейности регрессионной модели?

6. Какие статистические тесты применяются для проверки значимости параметров нелинейной регрессионной модели?

7. Как выбрать оптимальный вид нелинейной функции при построении регрессионной модели?

8. Какие ограничения могут возникнуть при использовании методов машинного обучения для проверки гипотезы о нелинейности регрессионной модели?

9. В каких случаях может быть полезно использование метода градиентного спуска для оптимизации параметров нелинейной регрессионной модели?

10. Какие инструменты и программные пакеты могут быть использованы для автоматизации процесса проверки гипотезы о нелинейности регрессионной модели?

Темы 2.1, 2.2 Использование табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства**.**

1. Какие типы стохастических моделей могут быть разработаны с использованием табличных процессоров?

2. Каковы преимущества использования табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства?

3. Можете ли вы привести примеры конкретных задач горного производства, где применяются стохастические модели?

4. Какие методы и алгоритмы используются при разработке стохастических моделей горного производства?

5. Как табличные процессоры помогают в анализе и визуализации данных для разработки стохастических моделей?

6. Какие существуют ограничения и проблемы при использовании табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства?

7. Какие факторы следует учитывать при выборе табличного процессора для разработки стохастических моделей горного производства?

8. Как табличные процессоры могут помочь в оптимизации процессов горного производства на основе стохастических моделей?

9. Какие навыки и знания необходимы специалистам для эффективной работы со стохастическими моделями горного производства в табличных процессорах?

10. Какие тенденции и перспективы развития существуют в области использования табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства?

Темы 2.3, 2.4 Разработка имитационной модели процесса установки рамы подготовительной выработки.

1. Какие этапы включает процесс разработки имитационной модели?
2. Каковы цели создания имитационной модели процесса установки рамы подготовительной выработки?
3. Какие данные необходимы для создания имитационной модели данного процесса?
4. Какие методы и инструменты используются при разработке имитационной модели?
5. Как происходит тестирование и отладка имитационной модели?
6. Какие преимущества даёт использование имитационной модели процесса установки рамы подготовительной выработки?
7. Какие проблемы могут возникнуть при создании имитационной модели?
8. Как осуществляется оптимизация процесса на основе результатов имитационного моделирования?
9. В чём отличие имитационного моделирования от других методов анализа процессов?
10. Какие перспективы развития имеет имитационное моделирование в горнодобывающей промышленности?

Тема 3.1 Выборка случайной величины, распределённой по нормальному закону.

1. Что такое выборка случайной величины?
2. Какие виды распределений случайных величин существуют?
3. Как определить, что случайная величина распределена по нормальному закону?
4. Каковы характеристики нормального распределения?
5. Как найти математическое ожидание и дисперсию выборки случайной величины, распределённой по нормальному закону?
6. Как оценить параметры нормального распределения по выборке?
7. Как использовать выборочное среднее и выборочную дисперсию для оценки параметров нормального распределения?
8. Как проверить, соответствует ли выборка нормальному распределению?
9. В каких случаях выборка может не соответствовать нормальному распределению?
10. Какие методы используются для преобразования данных, чтобы они соответствовали нормальному распределению?

Тема 3.2 Разработка модели технологического процесса на основе аппарата теории массового обслуживания.

1. Какие параметры нужно учитывать при разработке модели технологического процесса на основе аппарата теории массового обслуживания?

2. В чём заключается суть метода статистических испытаний при построении моделей технологических процессов?

3. Как определить среднее время ожидания в системе массового обслуживания?

4. Что такое интенсивность потока требований и как она влияет на работу системы массового обслуживания?

5. Каковы преимущества использования аппарата теории массового обслуживания для оптимизации технологических процессов?

6. Какие типы систем массового обслуживания существуют и как они отличаются друг от друга?

7. Как оценить эффективность работы системы массового обслуживания на основе её характеристик?

8. Какие методы используются для определения параметров системы массового обслуживания?

9. Какие факторы могут повлиять на точность моделирования технологического процесса на основе аппарата теории массового обслуживания?

10. Какие программные продукты используются для разработки моделей технологических процессов на основе аппарата теории массового обслуживания?

Тема 3.3 Моделирование нагрузки на короткий забой.

1. Какие методы используются для моделирования нагрузки на короткий забой?

2. Как определить оптимальную нагрузку при моделировании короткого забоя?

3. Каковы преимущества использования компьютерного моделирования для определения нагрузки на короткий забой?

4. Какие факторы необходимо учитывать при моделировании нагрузки на короткий забой?

5. В каких отраслях применяется моделирование нагрузки на короткий забой?

6. Какие существуют ограничения при использовании методов моделирования нагрузки на короткий забой?

7. Какие параметры нужно учитывать при выборе метода моделирования нагрузки на короткий забой?

8. Как оценить точность результатов моделирования нагрузки на короткий забой?

9. Какие программные продукты используются для моделирования нагрузки на короткий забой?

10. Какие перспективы развития методов моделирования нагрузки на короткий забой существуют сегодня?

Темы 4.1, 4.2, 4.3 Оценка возможности возникновения разрыва фронта очистных работ.

1. Какие факторы могут привести к возникновению разрыва фронта очистных работ?
2. Как оценить вероятность возникновения разрыва фронта очистных работ?
3. Каковы последствия разрыва фронта очистных работ для безопасности работников и окружающей среды?
4. Какие меры можно предпринять для предотвращения разрыва фронта очистных работ?
5. Как часто необходимо проводить оценку возможности возникновения разрыва фронта очистных работ?
6. Какие методы используются для оценки устойчивости кровли и боков выработки при проведении очистных работ?
7. Какие параметры следует учитывать при оценке устойчивости кровли и боков выработки?
8. Какие рекомендации по безопасному проведению очистных работ существуют в вашей организации?
9. Какие инструменты и оборудование используются для контроля устойчивости кровли и боков выработки?
10. Какие меры предпринимаются в случае обнаружения признаков возможного разрыва фронта очистных работ?

Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Какие существуют методы добычи угля?
2. Что такое регрессионный анализ?
3. Как используется регрессионный анализ в горном производстве?
4. Какие преимущества имеет использование регрессионного анализа для моделирования технологических процессов в горной промышленности?
5. Какие факторы могут влиять на процесс добычи угля и как они могут быть учтены при использовании регрессионного анализа?
6. Какие данные необходимы для проведения регрессионного анализа в горном производстве?
7. Какие существуют ограничения и проблемы при использовании регрессионного анализа в горном производстве?
8. Какие существуют методы улучшения точности регрессионного анализа в горном производстве?
9. Каковы перспективы использования регрессионного анализа в горном производстве в будущем?
10. Какие существуют примеры успешного использования регрессионного анализа для оптимизации технологических процессов в горной промышленности?

11. Какие виды технологических процессов применяются в горном производстве?

12. Что такое горная масса и какие ее виды существуют?

13. Как происходит подготовка горной массы к обработке?

14. Какие методы добычи полезных ископаемых используются в горном производстве?

15. Каковы основные этапы технологического процесса добычи угля подземным способом?

16. Какие виды обогащения полезных ископаемых применяются в горном производстве?

17. Какие методы переработки отходов горного производства существуют?

18. Какие меры безопасности принимаются при проведении технологических процессов в горном производстве?

19. Какие экологические проблемы связаны с горным производством и как они решаются?

20. Какие перспективы развития технологических процессов в горном производстве существуют?

21. Что такое регрессионный анализ?

22. Какие виды регрессии существуют?

23. Каковы основные предположения линейной регрессии?

24. Что такое множественная регрессия?

25. В чём суть метода наименьших квадратов?

26. Как определить значимость коэффициентов регрессии?

27. Что такое мультиколлинеарность и как её обнаружить?

28. Что такое гетероскедастичность и как её выявить?

29. Что такое автокорреляция и как её обнаружить?

30. Какие методы решения проблемы гетероскедастичности и автокорреляции вам известны?

41. Какие существуют методы регрессионного анализа?

42. Как выбрать подходящий метод регрессионного анализа для конкретной задачи?

43. Каковы преимущества использования табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства?

44. Какие данные необходимо собрать для проведения регрессионного анализа в области горного производства?

45. Какие факторы могут влиять на производительность процесса добычи полезных ископаемых и как их можно учесть при построении регрессионной модели?

46. Какие ограничения и проблемы могут возникнуть при использовании табличных процессоров для регрессионного моделирования процессов горного производства?

47. Какие меры предосторожности следует принимать при интерпретации результатов регрессионного анализа в области горного производства?

48. Какие дополнительные инструменты и методы могут быть использованы вместе с регрессионным анализом для улучшения точности прогнозирования в горном производстве?

49. Какие возможности предоставляет использование табличных процессоров для оптимизации процессов горного производства на основе полученных регрессионных моделей?

50. Какие примеры успешного использования регрессионного анализа в горном производстве можно привести?

51. Какие методы регрессионного анализа доступны в R-base?

52. Как выбрать подходящий метод регрессии для данных о процессах горного производства?

53. Какие факторы могут влиять на производительность горного производства и как их учесть при построении регрессионной модели?

54. Как оценить качество построенной регрессионной модели и какие метрики используются для этого в R-base?

55. Какие методы оптимизации регрессионной модели существуют в R-base и как они могут быть использованы для улучшения точности прогнозирования в горном производстве?

56. Какие графические инструменты доступны в R-base для визуализации результатов регрессионного анализа данных о процессах горного производства?

57. Каковы возможные применения регрессионного моделирования в управлении процессами горного производства и как эти модели могут помочь улучшить эффективность работы предприятия?

58. Какие ограничения и проблемы могут возникнуть при использовании R-base для регрессионного моделирования процессов горного производства и как их можно преодолеть?

59. Какие дополнительные инструменты и пакеты в R-base могут быть полезны для углубленного анализа данных о процессах горного производства?

60. Какие существуют возможности для автоматизации процесса регрессионного моделирования в R-base и как они могут быть использованы для ускорения принятия решений в горном производстве?

61. Что такое моделирование процессов горного производства?

62. Какие методы используются для моделирования процессов горного производства?

63. Что такое множественная нелинейная регрессия?

64. Как используется множественная нелинейная регрессия при моделировании процессов горного производства?

65. Какие преимущества имеет использование множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

66. Какие данные необходимы для использования метода множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

67. Какие факторы могут влиять на результаты моделирования процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии?

68. Каковы возможные ограничения использования метода множественной нелинейной регрессии при моделировании процессов горного производства?

69. Какие области применения имеет метод множественной нелинейной регрессии в моделировании процессов горного производства?

70. Какие исследования проводятся в области моделирования процессов горного производства с использованием множественной нелинейной регрессии?

71. Что такое имитационное моделирование?

72. Какие методы имитационного моделирования применяются в горном производстве?

73. Каковы преимущества использования имитационного моделирования в горной промышленности?

74. Как проводится анализ результатов имитационного моделирования технологических процессов горного производства?

75. Какие параметры необходимо учитывать при создании имитационной модели технологического процесса горного производства?

76. Какие программные продукты используются для имитационного моделирования технологических процессов горного производства?

77. В чем заключается отличие между детерминированным и стохастическим имитационным моделированием?

78. Какие типы событий могут возникать при имитации технологических процессов горного производства?

79. Какие методы оптимизации могут использоваться при имитационном моделировании технологических процессов горного производства?

80. Какие существуют ограничения при использовании имитационного моделирования в горной промышленности?

81. Что такое имитационное моделирование?

82. Какие существуют виды имитационного моделирования?

83. В чём преимущества использования имитационного моделирования?

84. Что такое табличный процессор?

85. Какие существуют способы применения табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства?

86. Каковы основные этапы разработки стохастической модели процесса горного производства с использованием табличного процессора?

87. Как проводится анализ результатов имитационного моделирования процессов горного производства?

88. Какие факторы необходимо учитывать при разработке стохастической модели процесса горного производства?

89. Какие методы используются для определения параметров распределения в стохастических моделях процессов горного производства?

90. Какие существуют ограничения и проблемы при использовании табличных процессоров для разработки стохастических моделей процессов горного производства?

91. Что такое моделирование технологических процессов?

92. Какие преимущества использования сетей R-base для моделирования технологических процессов?

93. Какие типы моделей используются при моделировании технологических процессов?

94. Как выбрать подходящую модель для конкретного технологического процесса?

95. Какие методы оптимизации могут использоваться при моделировании технологических процессов?

96. Каковы основные этапы процесса моделирования технологических процессов?

97. Какие инструменты и программное обеспечение используются для моделирования технологических процессов с использованием сетей R-base?

98. Какие факторы следует учитывать при разработке модели технологического процесса?

99. Какие метрики используются для оценки эффективности модели технологического процесса?

100. Какие примеры успешного применения моделирования технологических процессов с использованием сетей R-base вы можете привести?