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 2022

Новокузнецк
2022

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 94e356eb7dea621ec31c9887d64ac2e48e79db94
Владелец: Директор ИГДиГ Прошунин Юрий Евгеньевич
Действителен: с 27 февраля 2023 г. по 22 мая 2024 г.
Дата и время: 09-04-2024 13:55:34 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:
– 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 реализовывать | ПК-1.3 Реализует на практике приемы работы с компьютером как | – знать: методы и программные средства, современные и |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | проектные и научно-исследовательские работы в области геотехнологии, геомеханики, аэрологии и рудничной аэрогазомеханики с использованием современных и перспективных цифровых технологий, математических методов, программных и программно-аппаратных комплексов, возможностей сетевых технологий | средством управления и обработки данных отражающих процессы горного производства | перспективные цифровые технологии математических методов, программные и программно-аппаратные комплексы для реализации проектных и научно-исследовательских работ.<br>– 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*** | ***2 сессия / 5 курс*** | ***3 сессия / 5 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.* | | ***10*** | *0* | *10* |
| 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.* | | ***159*** | *34* | *125* |
| 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 | |
| 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 | | |
| **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;<br>Тема 1.4. | Разработка и оценка линейной регрессионной модели скорости проведения подготовительной выработки | 2 | |
| Тема 1.5. | Проверка гипотезы о нелинейности регрессионной модели | 2 | |
| Тема 2.1;<br>Тема 2.2. | Использование табличных процессоров для разработки стохастических моделей горного производства | 1 | |
| Тема 2.3;<br>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 | 1 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | технологического процесса на основе аппарата теории массового обслуживания | | |
| Тема 3.3. | Моделирование нагрузки на короткий забой | 1 | |
| Тема 4.1;<br>Тема 4.2;<br>Тема 4.3. | Оценка возможности возникновения разрыва фронта очистных работ | 1 | |
| **Итого:** | | **10** | **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;<br>Тема 1.1;<br>Тема 1.2;<br>Тема 1.3;<br>Тема 1.4;<br>Тема 1.5;<br>Раздел 2;<br>Тема 2.1;<br>Тема 2.2;<br>Тема 2.3;<br>Тема 2.4;<br>Раздел 3;<br>Тема 3.1;<br>Тема 3.2;<br>Тема 3.3;<br>Раздел 4;<br>Тема 4.1; | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Оформление отчета о практической работе;<br>4. Подготовка к практическому занятию;<br>5. Составление конспекта лекций. | 159 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Тема 4.2;<br>Тема 4.3. | | | |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 9 | |
| **Итого:** | | **168** | **0** |

## 10 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: 06.04.2024);

2 Литвин, Д. Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования : учебное пособие / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2017. – 81 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484991 (дата обращения: 06.04.2024);

3 Фарунцев, С. Д. Интеллектуальные технологии управления в технических системах : учебное пособие. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2019. – 104 с. – ISBN 978-5-8149-2900-6. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682099 (дата обращения: 06.04.2024);

4 Яковлев, В. Б. Статистика. Расчеты в Microsoft Excel : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 353 с. – ISBN 978-5-534-01672-7. – URL: https://urait.ru/bcode/514005 (дата обращения: 06.04.2024);

5 Михайлов, Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов / Г.А. Михайлов, А.В. Войтишек. – Москва : Юрайт, 2024. – 323 с. – ISBN 978-5-534-11518-5. – URL: https://urait.ru/bcode/540819 (дата обращения: 06.04.2024);

6 Кремер, Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов. – 5-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 538 с. – ISBN 978-5-534-10004-4. – URL: https://urait.ru/bcode/541918 (дата обращения: 06.04.2024);

7 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: 06.04.2024);

8 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: 06.04.2024);

9 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 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство Лань». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

6 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;

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

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

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть 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.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНИТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 11 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):

заведующий кафедрой Фрянов Виктор Николаевич (кафедра геотехнологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

**Приложение**

**Аннотация**
**рабочей программы дисциплины «Моделирование технологических процессов»**

**по направлению подготовки (специальности)**
**21.05.04 «Горное дело»**
**(направленность (профиль): «Подземная разработка пластовых месторождений»)**
**форма обучения – Заочная форма**

**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:

– 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 реализовывать проектные и научно-исследовательские работы в области геотехнологии, геомеханики, аэрологии и рудничной аэрогазомеханики с использованием современных и перспективных цифровых технологий, математических методов, программных и программно-аппаратных комплексов, возможностей сетевых технологий | ПК-1.3 Реализует на практике приемы работы с компьютером как средством управления и обработки данных отражающих процессы горного производства | – знать: методы и программные средства, современные и перспективные цифровые технологии математических методов, программные и программно-аппаратные комплексы для реализации проектных и научно-исследовательских работ.<br>– 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 учебной дисциплины

| Сессия / курс | | ***ИТОГО*** | ***2 сессия / 5 курс*** | ***3 сессия / 5 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.* | | ***10*** | *0* | *10* |
| 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.* | | ***159*** | *34* | *125* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***9*** | *0* | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* |

## 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

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.

**6 Составитель(и):**

заведующий кафедрой Фрянов Виктор Николаевич (кафедра геотехнологии).