

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

Кафедра геотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ И.В. Зоря

подпись

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование технологических процессов

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность:

Геотехнология (подземная, открытая, строительная)

Квалификация выпускника

Исследователь. Преподаватель - исследователь

Форма обучения

Очная

Новокузнецк

2020

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является:

- формирование профессиональных компетенций, необходимых для эффективного использования инструментария физического и математического моделирования, планирования и обработки результатов эксперимента при изучении отдельных процессов и технологии горного производства в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

- овладение основными методами разработки и адаптации физических и математических моделей;
- приобретение знаний и навыков в области регрессионного анализа, освоение методологии имитационного моделирования;
- расширение представлений о физическом моделировании технологических процессов горного производства, а также о методах обработки результатов моделирования.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Учебная дисциплина «Моделирование технологических процессов» относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) ООП по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- методология научных исследований;
- геотехнология подземная.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по последующим дисциплинам:

- геотехнология (подземная, открытая и строительная).

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине «Моделирование геомеханических процессов»

Процесс изучения дисциплины «Моделирование геотехнологических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

-профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-4 владеть способами и	Знать: требования нормативных документов по обеспечению эффективного и безопасного

схемами вскрытия, подготовки и отработки месторождений полезных ископаемых специальными способами		ведения горных работ при отработке пластов угля, в том числе специальными способами; Уметь: разрабатывать графики подготовки и отработки выемочных полей, а также планы организации горных работ при различных способах вскрытия и подготовки; Владеть: методами графического представления процессов горных работ в виде линейных и сетевых графиков, планов, гистограмм.
ПК-5 способностью участвовать в разработке реализации проектов горнодобывающих предприятий	-	Знать: методы разработки инновационных технологических решений при проектировании освоения запасов твердых полезных ископаемых подземным способом Уметь: проводить имитационное моделирование технологических процессов шахт и рудников; Владеть: умениями оптимизировать параметры вскрытия, подготовки и отработки свиты угольных пластов

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), практические занятия, групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, практических занятий. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	7 сем.
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	академ. час.	108	108
	зачетных единиц	3	3

Лекции, академ. час.	18	18
Лабораторные работы, академ. час.	0	0
Практические работы, академ. час.	18	18
Курсовая работа / проект, академ. час.	0	0
Консультации, академ. час.	0	0
Самостоятельная работа, академ. час.	36	36
Контроль, академ. час.	36	36

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Аналитические и графоаналитические модели процессов геотехнологии.

Тема 1.1 Методы теории графов при моделировании производственных процессов геотехнологии. Декомпозиция технологической схемы горного предприятия и установление взаимно-однозначного соответствия между элементами графа и технологической схемы участка (шахты). Методы поиска путей и потоков на детерминированном и вероятностном графе. Понятие о графах с цветными ребрами.

Тема 1.2 Динамическое программирование при моделировании формирования и развития сложных технологических систем в геотехнологии. Область применения динамического программирования при моделировании подготовки и отработки шахтного поля и его частей. Определения параметров подготовки и отработки шахтного поля и его частей методами динамического программирования.

Тема 1.3 Системы дифференциальных уравнений и методы их решений при моделировании технологических процессов геотехнологии. Представление технологических процессов выпуска угля и руды с использованием аппарата дифференциальных уравнений. Аналитические и численные методы решения дифференциальных уравнений и их систем.

Раздел 2. Физическое моделирование процессов геотехнологии.

Тема 2.1 Область применения и критерии физического моделирования процессов геотехнологии. Подобие при физическом моделировании и его критерии (коэффициенты подобия). Понятие об эквивалентных материалах. Область применения физического моделирования и особенности моделирования тех или иных технологических процессов.

Тема 2.2 Физический эксперимент при адаптации математических моделей процессов геотехнологии. Планирование физического эксперимента при адаптации математических моделей

производственных процессов. Понятие об активном и пассивном эксперименте, методы адаптации математических моделей с использованием фактических данных.

Раздел 3. Имитационное моделирование производственных процессов геотехнологии.

Тема 3.1 Законы и параметры распределения случайных величин. Регрессионные модели процессов геотехнологии. Нормальное, логнормальное, экспоненциальное распределение случайных величин. Установление соответствия между случайными параметрами технологических процессов и законами распределения случайных величин. Определение параметров случайных величин по данным пассивного и активного эксперимента. Коэффициент корреляции, корреляционное отношение, линейная и нелинейная регрессия. Использование табличных процессоров при определении параметров и законов распределения случайных величин.

Тема 3.2 Генераторы случайных чисел. Использование метода Монте-Карло при моделировании стохастических процессов геотехнологии. Методы генерирования случайных чисел с различными законами распределения. Использование равномерно распределенных случайных величин для генерирования случайных величин с нормальным и экспоненциальным распределением. Реализация метода Монте-Карло при моделировании технологических процессов с неочевидной структурой и связям между отдельными элементами (операциями).

Тема 3.3 Нейросетевое моделирование производственных процессов геотехнологии. Нейронные сети, их топология и методы обучения. Использование нейронных сетей при моделировании технико-экономических показателей технологических процессов горного производства. Свободные среды реализации нейронных сетей для научных и учебных целей.

Раздел 4. Адаптация моделей процессов геотехнологии. Планирование и обработка результатов эксперимента с использованием моделей.

Раздел 4.1 Планирование эксперимента с использованием физических и математических моделей процессов геотехнологии. Понятие о полно- и дробном факторном эксперименте. Определение необходимого числа итераций при моделировании технологических процессов с использованием метода Монте-Карло.

Раздел 4.2 Адаптация моделей процессов геотехнологии. Абсолютная и относительная погрешность моделирования. Понятие о допустимой погрешности при моделировании технологических процессов горного производства. Валидация и валоризация математических моделей процессов горного производства. Натурно-модельные комплексы и их использования при планировании и управлении горным производством.

5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, академ. час.
1.1	Моделирование процессов геотехнологии с использованием аппарат теории графов	1
1.2	Динамическое программирование при моделировании формирования и развития сложных технологических систем в геотехнологии	2
1.3	Системы дифференциальных уравнений и методы их решений при моделировании технологических процессов геотехнологии	2
2.1	Область применения и критерии физического моделирования процессов геотехнологии	1
2.2	Физический эксперимент при адаптации математических моделей процессов геотехнологии	2
3.1	Законы и параметры распределения случайных величин. Регрессионные модели процессов геотехнологии	2
3.2	Генераторы случайных чисел. Использование метода Монте-Карло при моделировании стохастических процессов геотехнологии	2
3.3	Нейросетевое моделирование производственных процессов геотехнологии	2
4.1	Планирование эксперимента с использованием физических и математических моделей процессов геотехнологии	2
4.2	Адаптация моделей процессов геотехнологии	2
ИТОГО		18

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, академ. час.
1.1	Поиск экстремальных путей на технологическом графе для решения задач оптимизации параметров геотехнологии	1
1.2	Выбор оптимального варианта очередности строительства и ввода в эксплуатацию угольной шахты методами динамического программирования	2
1.3	Составление (систем) дифференциальных уравнений при формализации процессов горного производства	2 2
2.1	Разработка и адаптация физической модели выпуска угля из подкровельной толщи	2
2.2	Адаптация модели очистных работ по фактическим	2

	данным шахты	
3.1	Разработка регрессионной модели параметров очистного забоя на основе фактических данных по шахте-объекту исследований	2
3.2	Реализация кода генератора случайных чисел с нормальным распределением для (различных) моделей технологических процессов	2
3.3	Использование нейросимулятора при прогнозировании себестоимости проведения подготовительной выработки	2
4.1	Полнофакторное планирование эксперимента по оценке эффективности внедрения (новых) технических решений	2
4.2	Адаптация регрессионной модели очистного забоя (с использованием аппарата анализа остатков)	1
ИТОГО		36

Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудо- емкость, академ. час.
	Программой не предусмотрены	
ИТОГО		

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудо- емкость, академ. час.
	Программой не предусмотрены	
ИТОГО		

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1.1	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	1
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
1.2	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
1.3	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
2.1	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	1
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
2.2	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
3.1	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	1
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
3.1	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	1
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
3.2	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
3.3	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
4.1	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	1
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
4.2	1 Изучение лекционного материала	1
	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	2
	3 Подготовка к текущему контролю.	1
Контроль	Подготовка к экзамену.	36
ИТОГО		72

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) основная литература:

1. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / под ред. П. В. Трусова – Москва : Логос, 2004. – URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940102727.html>

(дата обращения: 01.01.2020).

2. Федоткин, М. А. Модели в теории вероятностей : учебное пособие / М. А. Федоткин – Москва : Физматлит, 2012. – URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113847.html> (дата

обращения: 01.01.2020).

3. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования: учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. – Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201230.html> (дата обращения: 01.01.2020).

б) дополнительная литература:

1. Ибрагимов, Н. Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности : учебник / Н. Х. Ибрагимов. – Москва : Физматлит, 2012. – URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113779.html> (дата обращения: 01.01.2020).

2. Ямалов, И. У. Моделирование процессов управления и принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций / И. У. Ямалов – Москва : БИНОМ, 2015. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325627.html> (дата обращения: 01.01.2020).

3. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых : научный журнал / Сибирское отделение РАН ; Институт горного дела СО РАН. – Новосибирск, 1980-2019.

4. Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал / МГУ. – Москва, 1993-2019.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://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.

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

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

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

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL:

<http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система elibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 –]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

д) базы данных и информационно-справочные системы:

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – 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 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ 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 для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения практических занятий, оснащенную плакатами технологических схем угольных шахт; учебную аудиторию для проведения 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 3+ Направление подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых Направленность: Геотехнология (подземная, открытая, строительная).

Составитель:

Проф., д.т.н.

Фрянов В.Н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геотехнологии, протокол № 3 от 05 марта 2020 г.

Зав. кафедрой геотехнологии

Фрянов В.Н.

Согласована:

Старший методист

методического отдела

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «Моделирование технологических процессов» по направлению подготовки (специальности)

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
(направленность (профиль) «Геотехнология (подземная, открытая,
строительная)

форма обучения – очная

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является:

- формирование профессиональных компетенций, необходимых для эффективного использования инструментария физического и математического моделирования, планирования и обработки результатов эксперимента при изучении отдельных процессов и технологии горного производства в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

- овладение основными методами разработки и адаптации физических и математических моделей;
- приобретение знаний и навыков в области регрессионного анализа, освоение методологии имитационного моделирования;
- расширение представлений о физическом моделировании технологических процессов горного производства, а также о методах обработки результатов моделирования.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых». Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– методология научных исследований;
– геотехнология подземная.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по последующим дисциплинам:

– геотехнология (подземная, открытая и строительная).

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине «Моделирование геомеханических процессов»

Процесс изучения дисциплины «Моделирование технологических процессов» направлен на формирование следующих компетенций:

-профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-4 владеть способами и схемами вскрытия, подготовки и отработки месторождений полезных ископаемых специальными способами	Знать: требования нормативных документов по обеспечению эффективного и безопасного ведения горных работ при отработке пластов угля, в том числе специальными способами; Уметь: разрабатывать графики подготовки и отработки выемочных полей, а также планы организации горных работ при различных способах вскрытия и подготовки; Владеть: методами графического представления процессов горных работ в виде линейных и сетевых графиков, планов, гистограмм.
ПК-5 способностью участвовать в разработке реализации проектов горнодобывающих предприятий	- Знать: методы разработки инновационных технологических решений при проектировании освоения запасов твердых полезных ископаемых подземным способом Уметь: проводить имитационное моделирование технологических процессов шахт и рудников; Владеть: умениями оптимизировать параметры вскрытия, подготовки и отработки свиты угольных пластов

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	6 сем.
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	академ. час.	108	108
	зачетных единиц	3	3
Лекции, академ. час.		18	18
Лабораторные работы, академ. час.		0	0
Практические работы, академ. час.		18	18
Курсовая работа / проект, академ. час.		0	0
Консультации, академ. час.		0	0
Самостоятельная работа, академ. час.		36	36
Контроль, академ. час.		36	36

5 Краткое содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Аналитические и графоаналитические модели процессов геотехнологии.

Тема 1.1 Методы теории графов при моделировании производственных процессов геотехнологии.

Тема 1.2 Динамическое программирование при моделировании формирования и развития сложных технологических систем в геотехнологии.

Тема 1.3 Системы дифференциальных уравнений и методы их решений при моделировании технологических процессов геотехнологии.

Раздел 2. Физическое моделирование процессов геотехнологии.

Тема 2.1 Область применения и критерии физического моделирования процессов геотехнологии.

Тема 2.2 Физический эксперимент при адаптации математических моделей процессов геотехнологии.

Раздел 3. Имитационное моделирование производственных процессов геотехнологии.

Тема 3.1 Законы и параметры распределения случайных величин. Регрессионные модели процессов геотехнологии.

Тема 3.2 Генераторы случайных чисел. Использование метода Монте-Карло при моделировании стохастических процессов геотехнологии.

Тема 3.3 Нейросетевое моделирование производственных процессов геотехнологии.

Раздел 4. Адаптация моделей процессов геотехнологии.

Планирование и обработка результатов эксперимента с использованием моделей.

Раздел 4.1 Планирование эксперимента с использованием физических и математических моделей процессов геотехнологии.

Раздел 4.2 Адаптация моделей процессов геотехнологии. Абсолютная и относительная погрешность моделирования.

6 Составитель: проф., д.т.н. Фрянов В.Н.