
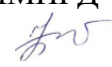


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И  
ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ТЕХНИКИ И  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, ИНФОРМАТИКА И  
ГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

<p>«Согласован»</p> <p>Зав. отд. аспирантуры и докторантуры ОшГУ</p> <p>к.б.н., доцент:  Молдалиев Ж.Т. ____ сентября 2025 года</p>	<p>«Утвержден»</p> <p>на заседании кафедры ПМИГД, протокол __ от ____ сентября 2025 года. Зав. кафедры ПМИГД ИМФТИТ ОшГУ к.т.н., доцент:  Жолдошов Т.М.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА  
(СИЛЛАБУС)**


**Дисциплина:** Моделирование физико-технических процессов  
**Направления:** 510200 «Прикладная математика и информатика»

**Расчет часов по учебному плану**

Моделирование физико- технических процессов	Количество часов				СРД	Отчетность
	Всего	Аудиторные занятия				
		Всего ауд.	<i>Лекции</i>	<i>Практ.</i>		
1 курс, 2 сем.	160 часов 5 кред.	60	24	36	90	Экзамен

Учебная программа (силлабус) составлена на основе Государственного образовательного стандарта по специальности 510200 “Прикладная математика и информатика” для PhD докторантов.

Составитель: д.ф.-м.н., профессор

  
Ош – 2025

Ташполотов Ы.

### 1. Характеристика дисциплины

Дисциплина «Моделирование физико-технических процессов» входит в цикл профильных дисциплин.

**2. Цель дисциплины:** Дисциплина «Моделирование физико-технических процессов» ставит своей целью изучение основных понятий и методов моделирования и оптимизации, применение их при решении инженерных и научных задач.

### 3. Задачи дисциплины: Задачи дисциплины следующие:

- освоение знаний, обеспечивающих целостное восприятие картины мира;
- выработка к самостоятельному творческому овладению новыми знаниями;
- освоение фундаментальных курсов смежных наук, гарантирующих им получение новых прогрессивных решений;
- получение качественного образования, профессиональной компетентности, углубления теоретической и практической индивидуальной подготовки в области горного дела;
- подготовка специалистов с высоким уровнем культуры профессионального общения, способных формулировать и практически решать современные научные и практические проблемы, успешно осуществлять исследовательскую и управленческую деятельность;
- приобретение научных исследовательских навыков, продолжения научной подготовки.

В результате изучения данной дисциплины PhD докторант:

имеет представление:

- о состоянии и перспективах развития моделирования физико-технических и технологических процессов при ведении производственных работ; об объектах моделирования физико-технических процессов;

знать:

- основные понятия и термины применяемые при моделировании; современные прогрессивные методы моделирования физико-технических и технологических процессов, реализуемые при разработке научно-технических проектов производственных процессов;

уметь:

- осуществлять постановку задачи при моделировании;
- выбирать, обосновывать и реализовывать методы моделирования физико-технических и технологических процессов, создавать технологические модели производственных задач на основе использования современных информационных технологий; анализировать полученные результаты, оптимизировать параметры технологических схем;

приобрести практические навыки:

при решении физико-технических и технологических задач с использованием современных научных методов; в применении физических и аналитических методов для моделирования систем и подсистем производственных предприятий и определения их оптимальных параметров.

### 4. Пререквизиты

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин (с указанием разделов (тем)):

Наименование дисциплин	Наименование разделов (тем)
1	2
1. Математика 1 и 2	Дифференциальное исчисление, интегральное исчисление

2. Физические дисциплины	Теоретическая механика, Электродинамика, Электроника, Квантовая механика
3. Информатика	Все разделы

### 5. Постреквизиты

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование физико-технических процессов», используются при освоении следующих дисциплин: теория, практика и проблемы производственных работ и технологических процессов, применение компьютерных технологий, современных методов обработки и интерпретации данных при решении технических задач в промышленности, автоматизированные интеллектуальные системы при решении задач производства, а также при выполнении диссертационной работы и в производственной деятельности после окончания докторантуры.

### 6. Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы)	Трудоемкость по видам занятий, ч.				
	лекции	практические	лабораторные	СРСП	СРС
1	2	3	4	5	6
<b>Тема 1. Введение в моделирование.</b> Определение и цели моделирования. Типы моделей: аналитические, численные, экспериментальные.	2	3	-		5
<b>Тема 2. Математические основы моделирования.</b> Дифференциальные уравнения и их применение. Линейные и нелинейные системы уравнений. Численные методы решения уравнений (методы Эйлера, Рунге-Кутты и т.д.).	2	3	-		5
<b>Тема 3. Физическое моделирование технологических процессов в производстве:</b> развитие производственных технологий для их коммерциализации (на примере угольных месторождений).	2	3	-		5
<b>Тема 4. Моделирование динамических процессов.</b> Модели механических систем (колебания, динамика твердого тела). Моделирование теплопередачи и тепловых процессов.	2	3			5
<b>Тема 5. Моделирование в гидродинамике .</b> Уравнения Навье-Стокса. Численные методы для решения задач гидродинамики (методы конечных объемов, сеточные методы).	2	3			5
<b>Тема 6. Моделирование в электромагнетизме.</b> Основные уравнения Максвелла. Численные методы для задач электромагнетизма.	2	3			5

Тема 7. Аналитическое моделирование технологических производственных процессов при разработке месторождений полезных ископаемых. Экономико-математическое моделирование	2	3	-		5
Тема 8 Методы оптимизации в моделировании. Основные принципы оптимизации. Применение методов оптимизации для улучшения моделей.	2	3	-		5
Тема 9. Методы моделирования ФТП при ведении технологических работ	2	3	-		5
Тема 10. Автоматизированные интеллектуальные системы при решении задач производства	2	3	-		5
Тема 11. Современные программные продукты для автоматизации аналитического моделирования: Обзор программного обеспечения (MATLAB, COMSOL, ANSYS и др.). Практические занятия по использованию ПО для моделирования.	2	3	-		5
Тема 12. Этапы работ при моделировании производственных технологий. Разработка прогрессивных технологий с использованием принципов моделирования технологических решений.	2	3			5
ИТОГО:	24	26	-	-	60

#### **7. Темы контрольных заданий для СРС (тема 1, 2, 3) [1, 2, 3]**

1. Технические направления развития производственных технологии, основы коммерциализации технологий. Горнотехнологические характеристики углей.
2. Мировой опыт по применению способов вскрытия, подготовки и систем разработки месторождений, принципы моделирования технологий.
3. Состояние, пути и технические направления технологии разработки месторождений. Задачи в области развития технологии и моделирования технологических решений.
3. Состояние и перспективы развития добычи угля. Мировой опыт по применению систем разработки полезных ископаемых.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 4) [1, 2, 3-19]**

1. Создание новых технологических решений с моделирования технологий.
2. Регулирование добычи и использования угля и отношений, возникающих в процессе этой деятельности.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 5, 6) [1, 3-19]**

1. Синтез технологических систем при создании новых технологических решений моделирования технологий.
2. Природоохранные технологии с коммерциализацией технологических решений.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 7, 8, 9) [1, 2, 3-19]**

1. Основные принципы построения и решения моделей технологий.
2. Выбор модели и критерия эффективности при моделировании технологий.
3. Методы моделирования технологий для предприятий по добыче полезных ископаемых и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 10) [1, 2, 3-19]**

1. Оптимизация параметров технологических схем при моделировании технологий.
2. Риски при определении параметров технологических схем при моделировании технологий.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 11) [1, 2, 3-19]**

1. Применение ПЭВМ при моделировании и создании прогрессивных технологических решений.
2. Регулирование охраны окружающей среды, недропользования, экономические аспекты моделирования технологий.
3. Разработка прогрессивных технологических решений моделирования горных технологий.

#### **Темы контрольных заданий для СРС (тема 12) [1, 2, 3, 4, 5 -19]**

1. Этапы работ моделирования производственных технологий.
2. Разработка прогрессивных технологий с использованием принципов моделирования технологических решений.

### **8.Критерии оценки знаний докторантов**

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100%.

### **9.График выполнения и сдачи заданий по дисциплине**

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи	Баллы
1	2	3	4	5	6	7
Посещение	Закрепление теоретических данных	[1-19]		Текущий		14
Тестовый опрос	Проверка способностей мыслить	[1-19]	1 неделя	Текущий	7, 14 неделя	10
СРС	Развитие аналитических и познавательных способностей	[1-19]	1 неделя	Текущий	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 4 неделя	8
Конспект	Освоение теоретических данных	[1-19]	1 неделя	Текущий	7, 14 неделя	14

Рефераты	Закрепление и углубление теоретических данных	[1-19]	1 неделя	Текущий	7, 14 неделя	14
Экзамен	Проверка усвоения материала дисциплины	[1-19]	2 контактных часа	Итоговый	В период сессии	40
Итого						100

## 10.Список литературы

### *Основная литература*

1. Мышкис А. Д. *Элементы теории математических моделей*. Изд. 3-е, исправленное. М.: КомКнига, 2007. - 192 с.
- 2.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика, в 10-томах, Любое издание.
- 3.Тихонов А.Н., Самарский А.А.Уравнения математической физики.– М.: Наука, 2004 .— 792с.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2001.-320с.
- 5.Сергиенко Л.С. Математическое моделирование физико-технических процессов : [монография] / Л.С. Сергиенко ; [науч. ред. В.Г. Власов ; подгот. к изд. Н.В. Родионовой] ; Иркутск: Иркут. гос. техн. ун-т. ; Рос. Акад. Естествознания, 2006. - 227 с.

### *Дополнительная литература*

- 6.Алпатов Ю.Н. Математическое моделирование производственных процессов. Учебное пособие, СПб: Лань, 2018.-136с.
7. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие, СПб: Лань, 2014.-176с.
- 3.Ефремов Г.И. Моделирование химико-технологических процессов Учебник. М.: Инфра-М, 2017. -456с.
8. Кичигин В.И. Моделирование процессов очистки воды. Учебное пособие. М.: АСВ, 2003.- 230с.
- 9.Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB.Учебное пособие, СПб: Лань, 2011.-736с.
9. Федоткин И.М. Математическое моделирование технологических процессов.М.: КД Либроком, 2018.-416с.
10. Коваленко А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2:Учебное пособие, СПб.: Лань, 2017.-228с.
11. Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. – М: Физматлит, 2003.

## 11.Перечень практических (семинарских) занятий

Практическая работа № 1. Выбор метода моделирования.

Практическая работа № 2. Методика центробежного моделирования.

Практическая работа № 3. Принципы создания моделей из эквивалентных материалов.

Практическая работа № 4. Принципы создания поляризационно-оптических моделей.

Практическая работа № 5, Решение задач горного производства методами экономико-математического моделирования

Практическая работа № 6. Принципы создания имитационных моделей.

Практическая работа № 7. Моделирование НДС горного массива.

Практическая работа № 8. Оптимизация параметров технологических схем.

**12. Тематический план самостоятельной работы PhD  
докторанта преподавателем**

Наименование темы СРСП	Цель занятия	Форма проведения занятия	Содержание задания	Рекомендуемая литература
Раздел 1. Теоретические основы моделирования технологических процессов  Тема 1. Основные понятия и термины. Классификация моделей. Основные принципы построения и решения моделей	Углубление знаний по данной теме	Изучение понятий и терминов	Проведение тестирования на предмет знания основных понятий и терминов	[1-111]
Тема 2. Выбор метода моделирования, критерия эффективности	Углубление знаний по данной теме	Изучение различных методов моделирования	Выбор метода моделирования в зависимости от решаемой задачи	[1-111]
Раздел 2. Физическое моделирование технологических процессов при переработке природных ресурсов  Тема 3. Основные положения теории подобия	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Определение масштаба модели	[1-11]
Тема 4. Метод центробежного моделирования	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Расчет параметров модели.	[1-11]

Тема 5. Метод эквивалентных материалов	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Расчет параметров модели	[1-11]
Тема 6. Физико-технологический метод моделирования	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Расчет параметров модели	[1-11]
Раздел 3. Аналитическое моделирование технологических процессов при переработке полезных ископаемых Тема 7. Экономико-математическое моделирование	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Моделирование технологических процессов	[1-11]
Тема 8. Имитационное моделирование	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Моделирование технологических процессов	[1-11]
Тема 9. Методы моделирования НДС при ведении горных работ	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Подготовка исходных данных. Моделирование технологических процессов	[1-11]
Тема 10. Оптимизация параметров технологических схем. Автоматизированные интеллектуальные системы при решении задач горного производства	Углубление знаний по данной теме	Решение задач	Оптимизация параметров технологических схем	[1-11]
Тема 11. Современные программные продукты для автоматизации	Углубление знаний по данной теме	Примеры моделирования на ПЭВМ	Ознакомление с программными продуктами для моделирования	[1-11]



аналитического моделирования			ия	
------------------------------	--	--	----	--

### 13. Темы контрольных заданий для СРС

1. Цели и задачи курса, современное состояние вопроса моделирования.
2. Дайте определение – модели и моделирования.
3. Классификация моделей
4. Порядок составления и решения моделей.
5. Структура модели.
6. Дайте понятие - критерий эффективности, что он собой представляет и для чего используется.
7. Сущность метода исследования функций на экстремум
8. Сущность метода линейного программирования
9. Сущность метода динамического программирования
10. Сущность метода нелинейного программирования
11. Статистическое моделирование
12. Сущность метода графов
13. Сущность метода теории надежности
14. Сущность метода теории массового обслуживания.
15. Дайте понятие о графических и математических моделях объектов горного производства.
16. Дайте характеристику объектов математического моделирования производства.
17. Сущность и примеры применения геоинформационного метода математического моделирования.
18. Что такое геоинформационная плотность математических моделей месторождений.
19. Какие формы представления имеют математические модели месторождений.
20. Дайте краткую характеристику математическим моделям месторождений.
21. Сущность условий применения и погрешность простых математических моделей месторождения.
22. Способы математического моделирования бортов карьера.
23. Способы моделирования рабочей зоны карьера.
24. Физические методы моделирования
25. Поляризационно-оптический метод моделирования
26. Метод эквивалентных материалов
27. Метод центробежного моделирования
28. Основные положения теории подобия
29. Современные программные продукты для автоматизации аналитического моделирования
30. Автоматизированные интеллектуальные системы при решении задач горного производства

### 14. График выполнения и сдачи заданий по дисциплине

Вид контроля	Цель и содержание задания	Рекомендуемая литература	Продолжительность выполнения	Форма контроля	Срок сдачи
Практическая работа №1	Выбор метода моделирования	[1, 4-19]	1 неделя	Текущий	2 неделя

Практическая работа №2	Методика центробежного моделирования	[1,4-19]	1 неделя	Текущий	3 неделя
Практическая работа №3	Принципы создания моделей из эквивалентных материалов	[1,2,3-19]	1 недели	Текущий	4 неделя
Практическая работа №4	Принципы создания поляризационно-оптических моделей	[1,2,3-19]	1 недели	Текущий	5 неделя
Практическая работа №5	Решение задач горного производства методами экономико-математического моделирования	[1,2,3,6-19]	1 недели	Текущий	6 неделя
Практическая работа №6	Решение задач горного производства методами экономико-математического моделирования	[1,2,3,6-19]	1 недели	Текущий	7 неделя
Практическая работа №7	Принципы создания имитационных моделей	1, 6-19	2 недели	Текущий	9 неделя
Практическая работа №8	Моделирование НДС горного массива	1-6	2 недели	Текущий	11 неделя
Практическая работа №9	Оптимизация параметров технологических схем	1-6	2 недели	Текущий	13 неделя
Экзамен	Оценка полученных знаний по дисциплине	1-6		Итоговый	15 неделя

### 15.Критерии оценки знаний докторантов

Экзаменационная оценка по дисциплине определяется как сумма максимальных показателей успеваемости по рубежным контролям (до 60%) и итоговой аттестации (экзамен) (до 40%) и составляет значение до 100% в соответствии с таблицей.

Оценка по буквенной	Цифровые эквиваленты буквенной	Процентное содержание усвоенных знаний	Оценка по традиционной системе
---------------------	--------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------

системе	оценки		
A	4,0	95-100	Отлично
A-	3,67	90-94	
B	3,33	85-89	Хорошо
+	3,0	80-84	
B	2,67	75-79	
B-			Удовлетворительно
C+	2,33	70-74	
C	2,0	65-69	
C-	1,67	60-64	
D+	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	Неудовлетворительно
F	0	0-49	

Оценка «А» (отлично) выставляется в том случае, если докторант в течение семестра показал отличные знания по всем программным вопросам дисциплины, а также по темам самостоятельной работы, регулярно сдавал рубежные задания, проявлял самостоятельность в изучении теоретических и прикладных вопросов по основной программе изучаемой дисциплины, а также по внепрограммным вопросам.

Оценка «А-» (отлично) предполагает отличное знание основных законов и процессов, понятий, способность к обобщению теоретических вопросов дисциплины, регулярную сдачу рубежных заданий по аудиторной и самостоятельной работе.

Оценка «В+» (хорошо) выставляется в том случае, если докторант показал хорошие и отличные знания по вопросам дисциплины, регулярно сдавал семестровые задания в основном на «отлично» и некоторые на «хорошо».

Оценка «В» (хорошо) выставляется в том случае, если докторант показал хорошие знания по вопросам, раскрывающим основное содержание конкретной темы дисциплины, а также темы самостоятельной работы, регулярно сдавал семестровые задания на «хорошо» и «отлично».

Оценка «В-» (хорошо) выставляется докторант в том случае, если он хорошо ориентируется в теоретических и прикладных вопросах дисциплины как по аудиторным, так и по темам СРС, но нерегулярно сдавал в семестре рубежные задания и имел случаи пересдачи семестровых заданий по дисциплине.

Оценка «С+» (удовлетворительно) выставляется докторант в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «хорошо» и «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С» (удовлетворительно) выставляется докторант в том случае, если он владеет вопросами понятийного характера по всем видам аудиторных занятий и СРС, может раскрыть содержание отдельных модулей дисциплины, сдает на «удовлетворительно» семестровые задания.

Оценка «С-» (удовлетворительно) выставляется докторант в том случае, если студент в течение семестра регулярно сдавал семестровые задания, но по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D+» (удовлетворительно) выставляется докторант в том случае, если он нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет только общими понятиями и может объяснить только отдельные закономерности и их понимание в рамках конкретной темы.

Оценка «D» (удовлетворительно) выставляется докторант в том случае, если он

нерегулярно сдавал семестровые задания, по вопросам аудиторных занятий и СРС владеет минимальным объемом знаний, а также допускал пропуски занятий.

Оценка «F» (неудовлетворительно) выставляется тогда, когда докторант практически не владеет минимальным теоретическим и практическим материалом аудиторных занятий и СРС по дисциплине, нерегулярно посещает занятия и не сдает вовремя семестровые задания.

**Рубежный контроль проводится на 7, 14-й неделях обучения и складывается исходя из следующих видов контроля:**

Вид контроля	% -ое содержание	Академический период обучения, неделя															Итого, %
		1 –й кредит					2 –й кредит					3 –й кредит					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Посещае мость	0,07	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1,0
Конспекты лекций	0,6					*				*					*	2,0	
Тестовый опрос	3,3					*				*					*	10	
Письмен ный рубежный контроль	10						*							*		20	
Реферат	2,0												*			2,0	
Допуск к практичес ким занятиям	1,0			*			*		*			*		*		5,0	
Выполнение практич еских работ	1,0				*		*			*			*		*	5,0	
СРС	5,0					*				*					*	15,0	
Экзамен																40	
Всего по аттестации							30							30		60	
Итого																100	

## 16. Политика и процедуры

При изучении дисциплины «Физические и аналитические методы моделирования технологических процессов» прошу соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины, в случае болезни прошу представить справку, в других случаях – объяснительную записку.
3. В обязанности студента входит посещение всех видов занятий.
4. Согласно календарному графику учебного процесса сдавать все виды контроля.
5. Пропущенные практические занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
6. Пропущенные лекционные занятия (независимо от причины) отрабатывать в виде реферата по пропущенной тематике.
7. Активно участвовать в учебном процессе.

8. Быть терпимыми, открытыми, откровенными и доброжелательными к сокурсникам и преподавателям.

## **17. Вопросы для самоконтроля**

1. Цели и задачи курса, современное состояние вопроса моделирования.
2. Дайте определение – модели и моделирования.
3. Классификация моделей
4. Порядок составления и решения моделей.
5. Структура модели.
6. Дайте понятие - критерий эффективности, что он собой представляет и для чего используется.
7. Сущность метода исследования функций на экстремум
8. Сущность метода линейного программирования
9. Сущность метода динамического программирования
10. Сущность метода нелинейного программирования
11. Статистическое моделирование
12. Сущность метода графов
13. Сущность метода теории надежности
14. Сущность метода теории массового обслуживания.
15. Дайте понятие о графических и математических моделях объектов горного производства.
16. Дайте характеристику объектов математического моделирования производства.
17. Сущность и примеры применения геоинформационного метода математического моделирования.
18. Что такое геоинформационная плотность математических моделей месторождений.
19. Какие формы представления имеют математические модели месторождений.
20. Дайте краткую характеристику математическим моделям месторождений.
21. Сущность условий применения и погрешность простых математических моделей месторождения.
22. Способы математического моделирования бортов карьера.
23. Способы моделирования рабочей зоны карьера.
24. Физические методы моделирования
25. Поляризационно-оптический метод моделирования
26. Метод эквивалентных материалов
27. Метод центробежного моделирования
28. Основные положения теории подобия
29. Современные программные продукты для автоматизации аналитического моделирования
30. Автоматизированные интеллектуальные системы при решении задач горного производства