

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
профессор В.П. Зубов

---

**Проректор по образовательной**  
деятельности  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ШАХТАХ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Направленность (профиль):</b>	Подземная разработка пластовых месторождений
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Никифоров А.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа** учебной дисциплины «Экономико-математическое моделирование технологических процессов в шахтах» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО - специалитет по специальности «21.05.04 Горное дело», утверждённого приказом Минобрнауки России № 987 от 12.08.2020 г.;
- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 Горное дело», направленность (профиль) «Подземная разработка пластовых месторождений».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Никифоров А.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых от 03.02.2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой Разработки  
месторождений полезных ископаемых \_\_\_\_\_ докт.техн.наук В.П. Зубов  
профессор

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-  
методического обеспечения  
образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов представлений об основных положениях моделирования производственных систем, методов построения и исследования детерминированных и вероятностных математических моделей технологических процессов в шахтах.

Задачи дисциплины: изучить экономико-математические модели горных работ в шахтах, получить навыки их исследования и принятия решений при взаимосвязи технологических процессов в шахтах во времени и пространстве.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Экономико-математическое моделирование технологических процессов в шахтах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.04 Горное дело» и изучается в 9 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Экономико-математическое моделирование технологических процессов в шахтах» являются: «Вскрытие и подготовка пластовых месторождений», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Основы цифровизации шахт».

Дисциплина «Экономико-математическое моделирование технологических процессов в шахтах» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оптимизация технологических процессов угольных шахт», «Компьютерное технологическое моделирование пластовых месторождений», «Проектирование шахт».

Особенностью дисциплины является глубокое изучение методов математического моделирования, в том числе с использованием математической статистики.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Экономико-математическое моделирование технологических процессов в шахтах» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию в области открытой геотехнологии для выполнения научно-исследовательской работы	ПКС-1	ПКС-1.1. Знать основные понятия, категории и инструменты научных исследований; организацию научной работы, патентного и библиографического поиска, мировых баз данных реферативной и аналитической информации о научных исследованиях ПКС-1.2. Знать методологию научного исследования; основы написания научной работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности ПКС-1.3. Уметь работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией в соответствии с объектами профессиональной деятельности; оформлять ссылки / сноски и библиографический список в соответствии с требованиями и правилами составления ПКС-1.4. Владеть навыками обобщения результатов отечественных и зарубежных исследований по актуальным проблемам в соответствии с выбранным объектом профессиональной деятельности
Способен выполнять научно-исследовательскую работу, анализировать,	ПКС-2	ПКС-2.1. Знать специализированные программные продукты, приборы и оборудование для решения исследовательских задач

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
обрабатывать, обобщать и защищать полученные результаты		<p>ПКС-2.2. Уметь обрабатывать данные, полученные в результате научно-исследовательской работы; применять математические модели объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПКС-2.3. Владеть навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы, для их защиты в рамках выпускной квалификационной работы (проекта)</p>
Способен организовать обеспечение добычи пластовых полезных ископаемых и ремонта выработок	ПКС-9	<p>ПКС-9.1. Знает технологии процессов очистных работ и ремонта выработок</p> <p>ПКС-9.2. Умеет обеспечивать выполнение работ по техническому обслуживанию, текущему и профилактическому ремонту машин и механизмов на участке, ремонту выработок</p> <p>ПКС-9.3. Владеет приемами подготовки предложений по повышению эффективности процессов добычи и эксплуатации оборудования, ремонту выработок</p>
Способен контролировать процессы добычи пластовых полезных ископаемых и ремонта выработок	ПКС-12	<p>ПКС-12.1. Знает методы и способы контроля выполнения производственных показателей процессов очистных работ и ремонта горных выработок, причины возникновения мест повышенной опасности при ведении очистных работ и ремонте горных выработок.</p> <p>ПКС-12.2. Умеет вести контроль использования и сохранности оборудования, машин и механизмов.</p> <p>ПКС-12.2. Владеет принципами осуществления контроля и анализа эффективности очистных работ, условий возникновения повышенной опасности при ведении очистных работ, ремонте горных выработок</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		9
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
Лекции (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	51	51
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
Подготовка к лекциям	2	2
Подготовка к лабораторным работам	4	4
Выполнение курсового проекта	36	36
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ), курсовой проект (КП)</b>	<b>ДЗ, КП</b>	<b>ДЗ, КП</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>144</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>

## 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 Производственные системы и модели.	16	6	4	-	6
Раздел 2 Оптимизация размеров выемочных участков и частей шахтного поля.	31	8	15	-	8
Раздел 3 Оценка размеров выемочных участков по газовому фактору	24	8	8	-	8
Раздел 4 Линейные оптимизационные модели.	28	10	12	-	6
Раздел 5 Динамические оптимизационные модели.	24	10	8	-	6
Раздел 6 Принятие решений в условиях неопределенности.	21	9	4	-	8
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>-</b>	<b>42</b>

### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Производственные системы и модели.	Понятие о производственных системах и моделях. Состояние системы. Операции. Цель операций. Операционные задачи. Модели производственных систем. Свойства производственных систем. Математические модели систем. Параметры математических моделей: детерминированные, стохастические, качественные. Оптимизационные модели, их общий вид. Параметры оптимизационных моделей, граничных условия. Критерии оптимальности. Этапы решения оптимизационных задач. Глобальный и локальный максимумы. Стратегия поиска оптимальных решений. Конечность и сходимость алгоритма оптимизации. Аналитические и итерационные принципы поиска оптимальных решений.	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Оптимизация размеров выемочных участков и частей шахтного поля.	<p>Экономико-математические модели проведения и поддержания горных выработок, транспорта полезного ископаемого, очистных работ, проветривания и дегазации выемочных участков.</p> <p>Экономико-математическая модель выемочного участка. Определение длины выемочного участка аналитическим методом. Целевая функция. Словесная формулировка задачи. Математическая формулировка задачи. Аналитическое исследование целевой функции на экстремум.</p> <p>Графо-аналитический метод решения задач о размерах выемочных участков. сущность, условия и причины его применения. Графическое решение задачи определения оптимальной длины очистного забоя. зависимость изменения нагрузки на очистной забой от длины лавы. Влияние нагрузки на очистной забой на технико-экономические показатели проведения и поддержание подготовительных горных выработок, транспорт полезного ископаемого, проветривание и дегазацию выемочных участков, затраты на монтажно-демонтажные и очистные работы.</p>	8
3	Оценка размеров выемочных участков по газовому фактору	<p>Совместное решение задач о влиянии размеров выемочных участков на нагрузку на очистной забой по технологическим факторам и по газовым факторам. методика расчета нагрузки на очистной забой по технологическим факторам. Влияние надежности очистного оборудования и неперекрываемых технологических перерывов. методика расчета максимально допустимой по газовому фактору нагрузки на очистной забой. влияние дегазации источников выделения метана на выемочном участке.</p>	8
4	Линейные оптимизационные модели.	<p>Условия применения и классификация линейных моделей. Классы задач линейного моделирования о распределении, смеси. Типы задач распределения.</p> <p>Основная задача линейного программирования. Свойства множества решений. Выпуклое множество. Графическое решение задачи. Общие, опорные и базисные решения.</p> <p>Стратегия поиска оптимального решения. задачи о расстановке оборудования, планировании добычных работ в режиме усреднения качества, планировании перевозок грузов горных предприятий. Словесная и математические постановки задач.</p>	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5	Динамические оптимизационные модели.	Постановка и геометрическая интерпретация динамических задач. пошаговая оптимизация процесса. Условно-оптимальное управление. статические и динамические задачи распределения ресурсов. Словесная и математическая формулировка решения задач о распределении ресурсов на реконструкцию шахт и выемочных участков.	10
6	Принятие решений в условиях неопределенности	Элементы теории статистических решений. Основная задача. Состояние природы, стратегия игрока, платежная матрица, матрица риска. Критерии оптимальности принятия решений: максимальный, пессимистический, комбинированные критерии. Словесная и математическая формулировка задач о производственной мощности шахты в условиях недостаточной информации о запасах полезного ископаемого. Основные понятия теории игр. Конфликты, стратегии, цена игры. методы решения парных игр. смешанные стратегии	9
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Разработка операционной задачи	2
		Составление оптимизационной модели	2
2	Раздел 2	Исследование технологических показателей выемочного участка при изменении длины очистного забоя.	4
		Исследование показателей затрат на проведение участковых горных выработок при изменении длины очистного забоя	3
		Исследование показателей затрат на поддержание участковых горных выработок при изменении длины очистного забоя	4
		Исследование показателей затрат на транспорт полезного ископаемого при изменении длины очистного забоя	4
3	Раздел 3	Исследование влияния газового фактора на длину лавы	4
		Определяющая депрессия шахты	4
4	Раздел 4	Общие линейные модели	4
		Решение задачи на качество полезного ископаемого	4
		Применение математической статистики в решении задач	4
5	Раздел 5	Определение оптимальных сечений горных выработок в определяющем вентиляционном направлении	4
		Исследование динамической модели распределения ресурсов на реконструкцию выемочных участков	4
6	Раздел 6	Решение задач на критерии оптимальности	4
<b>Итого:</b>			<b>51</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.2.5. Курсовые проекты

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Построение оптимизационной модели выемочного участка
2	Имитационное моделирование технологических процессов

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовое проектирование** формирует навыки самостоятельного профессионального творчества.

### 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости*

##### **Раздел 1. Производственные системы и модели.**

1. Понятие о производственных системах и моделях;
2. Свойства производственных систем;
3. Критерии оптимальности;
4. Этапы решения оптимизационных задач;
5. Глобальный и локальный максимумы.

##### **Раздел 2. Оптимизация размеров выемочных участков и частей шахтного поля.**

1. Целевая функция;
2. Графо-аналитический метод решения задач;
3. Исследование целевой функции на экстремум;
4. Влияние нагрузки на очистной забой на технико-экономические показатели;
5. Взаимозависимость очистных и проходческих работ.

##### **Раздел 3. Оценка размеров выемочных участков по газовому фактору.**

1. Влияние нормативных требований
2. Влияние объема подаваемого воздуха;
3. Влияние горного давления;
4. Влияние дегазации;

5. Методика оптимизации.

**Раздел 4. Линейные оптимизационные модели.**

1. Классы задач линейного моделирования;
2. Типы задач распределения;
3. Графическое решение задачи;
4. Общие, опорные и базисные решения;
5. Стратегия поиска оптимального решения.

**Раздел 5. Динамические оптимизационные модели.**

1. Пошаговая оптимизация процесса;
2. Статические задачи распределения ресурсов;
3. Динамические задачи распределения ресурсов;
4. Условно-оптимальное управление;
5. Принцип динамического программирования.

**Раздел 6. Принятие решений в условиях неопределенности.**

1. Состояние природы;
2. Платежная матрица;
3. Матрица риска;
4. Критерии оптимальности принятия решений: максимальный, пессимистический, комбинированный;
5. Основные понятия теории игр.

**6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)**

**6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету (по дисциплине):**

1. Что такое модель?
2. Главные требования к модели;
3. Стохастическое моделирование;
4. Математическое моделирование;
5. Критерий Вальда;
6. Пессимистичные и оптимистичные критерии оптимальности;
7. Критерий Гурвица;
8. Критерий Сэвиджа;
9. Имитационное моделирование;
10. Агентное моделирование;
11. Дискретно-событийное моделирование;
12. Системная динамика;
13. Линейное программирование;
14. Динамическое программирование;
15. Критерий Фишера;
16. Критерий Стьюдента;
17. Критерий Колмогорова-Смирнова;
18. Корреляция;
19. Критерий Лапласа;
20. Целевая функция;
21. Методы сетевого планирования;
22. Диаграммы Ганта;
23. Метод PERT;
24. Метод критического пути;
25. Метод Монте-Карло;
26. Условно-оптимальное управление;
27. Классы задач линейного моделирования;
28. Типы задач распределения;
29. Принцип динамического программирования;
30. Графо-аналитический метод решения задач.

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какой вид моделей не относится к экономико-математическим?	1. Математические 2. Статистические 3. Стохастические 4. Масштабные
2.	Каким методом не исследуются аналитические модели?	1. Аналитическим 2. Количественным 3. Численным 4. Качественным
3.	Области применения математических моделей:	1. Обучение 2. Представительская 3. Научные исследования 4. Управление
4.	Формы записи математической модели:	1. Текстовая 2. Аналитическая 3. Алгоритмическая 4. Инвариантная
5.	Линейное программирование базируется на следующем виде целевых функций:	1. Параболическом 2. Линейном 3. Экспоненциальном 4. Гиперболическом
6.	Динамическое программирование это:	1. Способ решения с применением линейных функций 2. Способ решения с разбиением на простые задачи 3. Способ решения с моделированием случайных значений 4. Способ решения задач по динамике твердого тела
7.	Целевая функция это:	1. Функция определения цели 2. Функция подлежащая оптимизации 3. Функция баллистических расчетов 4. Функция определения траектории движения космических аппаратов
8.	Критерий, отражающий возможные риски:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
9.	Критерий, отражающий вероятность как оптимистического, так и пессимистического развития события:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
10.	Критерий, отражающий наихудшее развитие событий:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11.	Критерий, отражающий показатели с учетом вероятности возникновения:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
12.	Проверка равенства средних значений в двух выборках проводится, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
13.	Дисперсия выборки оценивается, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
14.	Принадлежность выборки закону распределения оценивается по:	1. Критерию Фишера 2. Критерию Стьюдента 3. Критерию Колмогорова 4. Критерию Лапласа
15.	Наибольшее значение математического ожидания выигрыша в условиях неопределённости состояний природы это:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
16.	Метод, позволяющий сопоставлять параллельные процессы:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
17.	Метод, опирающийся на определение наиболее протяженной цепи процессов с учетом их взаимосвязи:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
18.	Метод графической оценки и анализа:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
19.	Метод, основанный на диаграммах-графах, с расположением работ в узлах:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
20.	Виды имитационного моделирования:	1. Дискретно-событийное моделирование 2. Системная динамика 3. Стохастическое моделирование 4. Агентное моделирование

#### Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Критерий, отражающий вероятность как оптимистического, так и пессимистического развития события:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
2.	Какой вид моделей не относится к экономико-математическим?	1. Математические 2. Статистические 3. Стохастические 4. Масштабные
3.	Критерий, отражающий показатели с учетом вероятности возникновения:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
4.	Метод, основанный на диаграммах-графах, с расположением работ в узлах:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
5.	Критерий, отражающий возможные риски:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
6.	Линейное программирование базируется на следующем виде целевых функций:	1. Параболическом 2. Линейном 3. Экспоненциальном 4. Гиперболическом
7.	Формы записи математической модели:	1. Текстовая 2. Аналитическая 3. Алгоритмическая 4. Инвариантная
8.	Целевая функция это:	1. Функция определения цели 2. Функция подлежащая оптимизации 3. Функция баллистических расчетов 4. Функция определения траектории движения космических аппаратов
9.	Метод, опирающийся на определение наиболее протяженной цепи процессов с учетом их взаимосвязи:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
10.	Виды имитационного моделирования:	1. Дискретно-событийное моделирование 2. Системная динамика 3. Стохастическое моделирование 4. Агентное моделирование
11.	Динамическое программирование это:	1. Способ решения с применением линейных функций 2. Способ решения с разбиением на простые задачи 3. Способ решения с моделированием случайных значений 4. Способ решения задач по динамике твердого тела
12.	Наибольшее значение математического ожидания выигрыша в условиях неопределённости состояний природы это:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
13.	Принадлежность выборки закону распределения оценивается по:	1. Критерию Фишера 2. Критерию Стьюдента 3. Критерию Колмогорова 4. Критерию Лапласа
14.	Метод, позволяющий сопоставлять параллельные процессы:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
15.	Каким методом не исследуются аналитические модели?	1. Аналитическим 2. Количественным 3. Численным 4. Качественным
16.	Метод графической оценки и анализа:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
17.	Дисперсия выборки оценивается, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
18.	Критерий, отражающий наихудшее развитие событий:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
19.	Проверка равенства средних значений в двух выборках проводится, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
20.	Области применения математических моделей	1. Обучение 2. Представительская 3. Научные исследования 4. Управление

### Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Метод, основанный на диаграммах-графах, с расположением работ в узлах:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
2.	Виды имитационного моделирования:	1. Дискретно-событийное моделирование 2. Системная динамика 3. Стохастическое моделирование 4. Агентное моделирование
3.	Метод графической оценки и анализа:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
4.	Критерий, отражающий показатели с учетом вероятности возникновения:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
5.	Принадлежность выборки закону распределения оценивается по:	1. Критерию Фишера 2. Критерию Стьюдента 3. Критерию Колмогорова 4. Критерию Лапласа
6.	Проверка равенства средних значений в двух выборках проводится, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
7.	Критерий, отражающий возможные риски:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа
8.	Метод, позволяющий сопоставлять параллельные процессы:	1. Диаграммы Ганта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
9.	Динамическое программирование - это:	1. Способ решения с применением линейных функций 2. Способ решения с разбиением на простые задачи 3. Способ решения с моделированием случайных значений 4. Способ решения задач по динамике твердого тела
10.	Наибольшее значение математического ожидания выигрыша в условиях неопределённости состояний природы это:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
11.	Линейное программирование базируется на следующем виде целевых функций:	1. Параболическом 2. Линейном 3. Экспоненциальном 4. Гиперболическом
12.	Целевая функция - это:	1. Функция определения цели 2. Функция подлежащая оптимизации 3. Функция баллистических расчетов 4. Функция определения траектории движения космических аппаратов
13.	Формы записи математической модели:	1. Текстовая 2. Аналитическая 3. Алгоритмическая 4. Инвариантная
14.	Критерий, отражающий вероятность как оптимистического, так и пессимистического развития события:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
15.	Метод, опирающийся на определение наиболее протяженной цепи процессов с учетом их взаимосвязи:	1. Диаграммы Гантта 2. Метод критического пути 3. Метод GERT 4. Метод PERT
16.	Каким методом не исследуются аналитические модели?	1. Аналитическим 2. Количественным 3. Численным 4. Качественным
17.	Какой вид моделей не относится к экономико-математическим?	1. Математические 2. Статистические 3. Стохастические 4. Масштабные
18.	Дисперсия выборки оценивается, используя:	1. Критерий Фишера 2. Критерий Стьюдента 3. Критерий Колмогорова 4. Критерий Лапласа
19.	Области применения математических моделей:	1. Обучение 2. Представительская 3. Научные исследования 4. Управление
20.	Критерий, отражающий наихудшее развитие событий:	1. Критерий Вальда 2. Критерий Сэвиджа 3. Критерий Гурвица 4. Критерий Лапласа

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

**6.3.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсового проекта**

Студент выполняет курсовой проект в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не выполнил курсовой проект в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовой проект с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовой проект с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовой проект полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1. Основная литература**

1. Боровков, Ю. А. Основы горного дела : учебник для вузов / Ю. А. Боровков, В. П. Дробаденко, Д. Н. Ребриков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-8179-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173101>
2. Основы горного дела : учебное пособие / О. С. Брюховецкий, С. В. Иляхин, А. П. Карпиков, В. П. Яшин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-4249-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117712>
3. Мельник, В. В. Основы горного дела (Подземная геотехнология) : учебное пособие / В. В. Мельник, Ю. Н. Кузнецов, Н. И. Абрамкин. — Москва : МИСИС, 2019. — 129 с. — ISBN 978-5-906953-35-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129038>

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. Васильев А.В., Зубов В.П., Синопальников К.Г. Задачник по подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых / Национальный минерально-сырьевой университет "Горный". СПб-М.: Издательство ООО "Типография ИМИДЖ-ПРЕСС", 2012. 377 с.

2. Резниченко С.С., Ашихмин А.А. Математические методы и моделирование в горной промышленности: Учебное пособие. М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2001. 404 с.

3. Сапицкий К.Ф., Дорохов Д.В., Сборщик М.П., Андрушко В.Ф.. Задачник по подземной разработке угольных месторождений. М.: Недра, 1981. 311 с.

4. Васильев А.В., Зубов В.П., Назаров С.М., Сиренко Ю.Г., Смычник А.Д. Моделирование технологических схем и процессов при подземной разработке пластовых месторождений. Мн.: Издатель БелАБЖ, 1998. 103 с.

5. Методические документы по определению нагрузок на очистные забои угольных шахт / Ин-т горного дела им. А.А.Скочинского. М., 1980. 140 с.

6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / МакНИИ. Макеевка-Донбасс, 1989. 320 с.

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Зубов В. П. Подземная разработка пластовых месторождений полезных ископаемых /Зубов В. П., Васильев А. В., Казанин О. И./ Учебник. Электронное издание. ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный университет". 2016

2. Зубов В.П. Задачник по подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых / В.П. Зубов, А.В. Васильев, К.Г.Синопальников. Изд-во СПб-М. "ИМИДЖ-ПРЕСС". 2017. 423 с.

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.

9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»» <http://rucont.ru/>

16. Методические материалы по вопросам противодействия коррупции Минтруда России <https://mintrud.gov.ru/ministry/programms/anticorruption/9>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитория для проведения лекционных занятий.**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий оборудована мультимедийным комплексом iiyama. Лекционный курс читается с мультимедийным

сопровождением – демонстрацией презентационного материала с помощью мультимедийного комплекса iiyama в комплекте с акустическими системами Bose.

Оснащенность аудитории: 88 посадочных мест, доска аудиторная – 1 шт., комплект мультимедийный – 1 шт., кафедра-стол – 1 шт. Стол двухместный – 44 шт. Стулья – 90 шт.

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Специализированные аудитории, используемые при проведении практических занятий оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Специализированный компьютерный класс для проведения практических занятий, оснащенный комплектом мультимедийной аудитории.

Мебель: столы – 18 шт., стулья -36 шт.

Оборудование: АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт., доска для письма маркером – 1 шт., системный блок с монитором – 18 шт.

#### **8.2. Лицензионное программное обеспечение**

ENVI 4.5 for Win (система обработки данных )

Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)

MapEdit Professional

Microsoft Office Standard 2019 Russian

Microsoft Windows 10 Professional

Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)

Surfer 9.1 Win CD

Vertikal Mapper 3.5

ГИС MAP Info Pro 2019

ГИС Mapinfo Professional

ГИС Mapinfo Professional (академическая версия)

ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с геоданными для г. Кириши, Каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с геоданными по г. Апатиты и Мончегорск)

Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"

Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"

Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер. 3.0 под локальный ключ 16542

Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175

Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)

Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175

Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77

Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с Каталогом шумовых характеристик

Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем "Экомастер" сетевой ключ 175

Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175

Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40 рабочих мест)

Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175

Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под локальный ключ 16541

Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния застройки

Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"

Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"

Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"

Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)

Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей

Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей