

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 23.10.2023 16:18:51

Уникальный идентификатор:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Моделирование и автоматизация обогатительных процессов и схем

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 10

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 49

часов на контроль 27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	10 (5.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.тн, зав. кафедрой, Юшина Т.И.; к.тн, доцент, Николаев А.А.*

Рабочая программа

**Моделирование и автоматизация обогатительных процессов и схем**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья**

Протокол от 30.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целью освоения дисциплины является формирование у студентов профессиональных знаний теории и практики моделирования и автоматизации разделительных процессов и схем обогащения полезных ископаемых
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.08
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Автоматизированный электропривод машин и установок	
2.1.2	Анализ точности маркшейдерских работ	
2.1.3	Горнотехнические и промышленные здания и сооружения	
2.1.4	Добыча и переработка строительных горных пород	
2.1.5	Инженерная защита окружающей среды	
2.1.6	Квалиметрия недр	
2.1.7	Маркшейдерские работы при строительстве мегаполисов	
2.1.8	Моделирование и оптимизация процессов горного производства	
2.1.9	Моделирование и расчет подземных сооружений	
2.1.10	Окусование и металлургия	
2.1.11	Организация и управление горным производством	
2.1.12	Оценка аэрологических рисков горных предприятий	
2.1.13	Переработка неметаллического сырья	
2.1.14	Проектирование вентиляции шахт	
2.1.15	Проектирование технологических машин и оборудования	
2.1.16	Реконструкция горных предприятий	
2.1.17	Сдвигение и деформации породных массивов и земной поверхности	
2.1.18	Технологии информационного моделирования в проектировании, строительстве и эксплуатации подземных сооружений	
2.1.19	Управление горнопромышленными отходами	
2.1.20	Управление запасами и качеством минерального сырья	
2.1.21	Управление энергоресурсами	
2.1.22	Экологическая экспертиза в горном деле	
2.1.23	Сертификация в горном деле	
2.1.24	Геомеханическая и геодинамическая безопасность	
2.1.25	Геомеханическое обеспечение горных работ	
2.1.26	Гидравлика и гидропневмопривод горных машин	
2.1.27	Гидромеханизированные и подводные горные работы	
2.1.28	Комплексный мониторинг на горных предприятиях	
2.1.29	Маркшейдерские информационные системы в производственно-технологической деятельности	
2.1.30	Модели и методы геомеханических расчетов	
2.1.31	Обогащение и комплексная переработка углей	
2.1.32	Основы теории надежности	
2.1.33	Проектирование строительных конструкций	
2.1.34	Системы искусственного интеллекта	
2.1.35	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли	
2.1.36	Стационарные установки	
2.1.37	Строительное дело	
2.1.38	Флотационное обогащение полезных ископаемых	
2.1.39	Электрические машины	
2.1.40	Энергетика горных предприятий	
2.1.41	ВИМ-технологии при проектировании горнодобывающих комплексов	
2.1.42	Автоматизация горных машин и установок	
2.1.43	Аудит и экспертиза промышленной безопасности	
2.1.44	Геодезические работы при строительстве	
2.1.45	Геомеханическое обеспечение подземных и открытых горных работ	

2.1.46	Геостатистика
2.1.47	Геофизические методы изучения месторождений
2.1.48	Гидромеханика
2.1.49	Горная теплофизика
2.1.50	Иностранный язык (профильный курс)
2.1.51	Интегрированные технологии добычи и переработки полезных ископаемых
2.1.52	Информационные технологии в области горных машин и оборудования
2.1.53	Комбинированные и биохимические технологии переработки сырья
2.1.54	Маркшейдерские информационные системы
2.1.55	Маркшейдерско-геодезический мониторинг при недропользовании
2.1.56	Математическая обработка результатов измерений
2.1.57	Математические методы в ГГИС
2.1.58	Методы научных исследований
2.1.59	Моделирование месторождений полезных ископаемых
2.1.60	Научно-исследовательская и проектная деятельность в подземном строительстве
2.1.61	Оборудование обогатительных фабрик и установок
2.1.62	Основы научной и проектной деятельности
2.1.63	Подземная урбанистика
2.1.64	Проектная деятельность
2.1.65	Проектно-технологическая деятельность
2.1.66	Промышленная санитария и гигиена труда
2.1.67	Промышленная электроника
2.1.68	Процессы открытых и подземных горных работ
2.1.69	Рациональное использование и охрана природных ресурсов
2.1.70	Строительство транспортных тоннелей
2.1.71	Теоретические основы электротехники
2.1.72	Технологии переработки рудного сырья
2.1.73	Технологическая минералогия
2.1.74	Управление минеральными ресурсами
2.1.75	Химические и биохимические процессы горного производства
2.1.76	Экологическая безопасность подземного строительства
2.1.77	Электрические и электронные аппараты
2.1.78	CAD системы в горном производстве
2.1.79	Гидродинамика шахтных потоков
2.1.80	Детали машин и основы конструирования
2.1.81	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения
2.1.82	Маркшейдерско-геодезические приборы
2.1.83	Маркшейдерское обеспечение недропользования
2.1.84	Методы дистанционного и биоиндикационного мониторинга окружающей среды
2.1.85	Основы архитектурно-строительного проектирования зданий и сооружений
2.1.86	Специальные главы программирования
2.1.87	Специальные главы химии
2.1.88	Строительная механика
2.1.89	Теоретическая и прикладная механика
2.1.90	Теория автоматического управления
2.1.91	Теория разделения минералов
2.1.92	Электротехническое и конструкционное материаловедение
2.1.93	Базы данных
2.1.94	Гидромеханика обогатительных процессов
2.1.95	Горнопромышленная геология
2.1.96	Горный аудит
2.1.97	Измерение электрических и неэлектрических величин
2.1.98	Метрология и стандартизация

2.1.99	Метрология, стандартизация и сертификация
2.1.100	Прикладная механика
2.1.101	Прикладное программное обеспечение
2.1.102	Сопротивление материалов
2.1.103	Строительные материалы
2.1.104	Теоретические основы защиты окружающей среды
2.1.105	Физика горных пород
2.1.106	Физиология и психология человека
2.1.107	Электротехника и электроника
2.1.108	Учебная практика (ознакомительная)
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Геодинамика недр
2.2.2	Инженерный анализ технологических машин
2.2.3	Исследование обогатимости полезных ископаемых
2.2.4	Комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений
2.2.5	Оценка проектов горных предприятий
2.2.6	Оценка проектов предприятий горно-металлургического комплекса
2.2.7	Очистка сточных и кондиционирование оборотных вод
2.2.8	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.10	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.12	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.14	Преддипломная практика
2.2.15	Преддипломная практика
2.2.16	Преддипломная практика
2.2.17	Преддипломная практика
2.2.18	Преддипломная практика
2.2.19	Преддипломная практика
2.2.20	Технология машиностроения
2.2.21	Химия и технология флотационных реагентов
2.2.22	Экологическая безопасность
2.2.23	Экономика подземного строительства
2.2.24	Электрооборудование и сети открытых и подземных горных работ

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

#### **ПК-2: Способен решать проектные задачи в области профессиональной деятельности**

##### **Знать:**

ПК-2-33 Основы автоматизации процессов и схем обогащения полезных ископаемых;

#### **ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов**

##### **Знать:**

ПК-4-31 Объекты и методы моделирования и автоматизации процессов и схем обогащения полезных ископаемых в структуре горно-обогатительных предприятий;

#### **ПК-2: Способен решать проектные задачи в области профессиональной деятельности**

##### **Знать:**

ПК-2-31 Теоретические основы моделирования и автоматизации процессов и схем разделения и концентрации полезных компонентов из минерального сырья в товарные продукты различными методами;

ПК-2-32 Моделирование процессов и схем обогащения полезных ископаемых;

<b>ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-4-У1 Производить и прогнозировать технологические показатели и эффективность обогащения полезных ископаемых, на основе моделирования процессов и схем горно-обогатительного предприятия;
<b>ПК-2: Способен решать проектные задачи в области профессиональной деятельности</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Производить выбор метода моделирования а автоматизации различных методов и процессов обогащения для различных типов полезных ископаемых;
ПК-2-У2 Моделировать и оптимизировать процессы и схемы обогащения полезных ископаемых;
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками практического моделирования и оптимизации процессов и технологических схем обогащения полезных ископаемых различными методами;

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Предмет моделирования обогатительных процессов</b>							
1.1	Предмет моделирования обогатительных процессов. Физическое моделирование. Математическое моделирование. Детерминированное моделирование. Статистическое моделирование. /Лек/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2			
1.2	Самостоятельное изучение учебных тем и проработка лекционного материала. /Ср/	10	8	ПК-2-31 ПК-2-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Э1 Э2			Р1
	<b>Раздел 2. Моделирование процессов подготовки полезных ископаемых к обогащению</b>							
2.1	Моделирование гранулометрического состава. Моделирование процессов дробления и измельчения. Моделирование процессов разделения по крупности. Моделирование замкнутых циклов «измельчение – классификация». /Лек/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2			
2.2	Определение гранулометрического состава продуктов разделения по крупности. Кривые распределения /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М2	Р1
2.3	Определение параметров уравнения кинетики измельчения /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М2	Р1

2.4	Определение и анализ кинетической модели процесса грохочения /Лек/	10	2	ПК-2-32 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2			Р1
2.5	Балансовый расчет замкнутых циклов измельчения-классификации /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М2	Р1
2.6	Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, выполнение типовых практических задач, защита практических работ, самостоятельное изучение учебных тем, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа в библиотеке, поиск и аннотирование электронных ресурсов /Ср/	10	12	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2			Р1
<b>Раздел 3. Моделирование основных процессов обогащения полезных ископаемых</b>								
3.1	Моделирование тяжелосредного обогащения. Моделирование процессов отсадки. Моделирование процессов флотации. Моделирование процессов электрической и магнитной сепарации. /Лек/	10	8	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.11 Л2.12 Э1 Э2			
3.2	Определение и анализ кинетической модели тяжелосредной сепарации /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М3	Р1
3.3	Определение и анализ кинетической модели отсадки /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М3	Р1
3.4	Определение и анализ кинетической модели процесса флотации /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М3	Р1
3.5	Определение и анализ кинетической модели мокрой магнитной сепарации /Пр/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М3	Р1
3.6	Расчет и построение термодинамических моделей состояния поверхности минералов при флотации /Пр/	10	4	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,К М3	Р1

3.7	Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, выполнение типовых практических задач, защита практических работ, самостоятельное изучение учебных тем, выполнение индивидуальных заданий, выполнение и защита домашнего задания, самостоятельная работа в библиотеке, поиск и аннотирование электронных ресурсов /Ср/	10	15	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.10 Л2.12 Э1 Э2			P1
<b>Раздел 4. Моделирование вспомогательных процессов обогащения</b>								
4.1	Моделирование процессов обезвоживания. Моделирование химических процессов при обогащении полезных ископаемых. Моделирование процессов водоочистки и водооборота при обогащении /Лек/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			
4.2	Определение и анализ кинетической модели обезвоживания /Пр/	10	4	ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2		КМ1,КМ4	P1
4.3	Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, выполнение типовых практических задач, защита практических работ, самостоятельное изучение учебных тем, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа в библиотеке, поиск и аннотирование электронных ресурсов /Ср/	10	6	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			P1
<b>Раздел 5. Моделирование и автоматизация процессов и схем обогащения полезных ископаемых</b>								
5.1	Моделирование и балансовый расчет схем обогащения. Моделирование и расчет схем обогащения топологическим методом. /Лек/	10	2	ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			
5.2	Автоматизация рудоподготовительных, основных и вспомогательных процессов обогащения полезных ископаемых /Лек/	10	4	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-33 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			
5.3	Автоматизация схем обогащения полезных ископаемых /Лек/	10	6	ПК-2-33 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			



5.4	Прогнозирующий балансый расчет и автоматизация технологических однокомпонентной схемы обогащения /Пр/	10	4	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2		КМ1	Р1
5.5	Прогнозирующий балансый расчет и автоматизация технологических многокомпонентной схемы обогащения /Пр/	10	4	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2		КМ1	Р1
5.6	Балансый расчет схем обогащения с помощью топологической модели. Схемы автоматизации технологических схем обогащения полезных ископаемых /Пр/	10	4	ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2		КМ1	Р1
5.7	Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, выполнение типовых практических задач, защита практических работ, самостоятельное изучение учебных тем, выполнение индивидуальных заданий, самостоятельная работа в библиотеке, поиск и аннотирование электронных ресурсов /Ср/	10	8	ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У2 ПК-2-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2Л2.9 Л2.12 Э1 Э2			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
-----------	----------------------------	--	------------------------

КМ1	Экзамен	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-33;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация методов моделирования процессов и схем.</li> <li>2. Возмущающие и управляющие воздействия.</li> <li>3. Теория информатики и системного анализа.</li> <li>4. Физическая модель.</li> <li>5. Адекватность модели. Требования, предъявляемые к моделям.</li> <li>6. Детерминированное моделирование.</li> <li>7. Определение коэффициентов уравнения кинетики. Уравнение кинетики.</li> <li>8. Математические модели массопереноса процесса обогащения.</li> <li>9. Диффузионная модель вытеснения.</li> <li>10. Модель идеального смешения. Функция отклика.</li> <li>11. Комбинированные модели.</li> <li>12. Статистическое моделирование. Процесс «черного ящика». Пассивный и активный эксперимент. Функции отклика.</li> <li>13. Регрессионный и корреляционный анализ. Коэффициент корреляции.</li> <li>14. Метод наименьших квадратов.</li> <li>15. Уравнения множественной регрессии.</li> <li>16. Полный факторный эксперимент.</li> <li>17. Матрица планирования.</li> <li>18. Эффекты взаимодействия.</li> <li>19. Определение параметров уравнения кинетики измельчения</li> <li>20. Определение кинетической модели процесса гидравлической классификации.</li> <li>21. Определение передаточных функций грохота.</li> <li>22. Моделирование замкнутых циклов «измельчение – классификация».</li> <li>23. Балансовый расчет замкнутых циклов «измельчение – классификация».</li> <li>24. Определение передаточных функций отсадочной машины. Определение параметров передаточных функций по переходным характеристикам.</li> <li>25. Определение кинетической модели процесса флотационного обогащения. Определение параметров уравнения кинетики флотации.</li> <li>26. Определение кинетической модели процессов обезвоживания. Определение коэффициентов уравнения кинетики сгущения.</li> <li>27. Определение передаточной функции процесса сгущения.</li> <li>28. Термодинамическое моделирование химических реакций.</li> <li>29. Моделирование состояния поверхности минералов при флотации.</li> <li>30. Баланс по массе продукта в целом. Баланс по массе составляющих его компонентов.</li> <li>31. Расчет схем обогащения по частным извлечениям компонента.</li> <li>32. Топологические модели.</li> </ol>
-----	---------	---	---

КМ2	Контрольная работа 1	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объекты моделирования. Входные и выходные параметры.</li> <li>2. Детерминированные и стохастические процессы.</li> <li>3. Физическое моделирование.</li> <li>4. Принцип подобия.</li> <li>5. Геометрическое подобие, физическое подобие.</li> <li>6. Критерии подобия.</li> <li>7. Стадии математического моделирования.</li> <li>8. Критерии выбора модели.</li> <li>9. Модель идеального вытеснения.</li> <li>10. Расчет переходных характеристик при импульсном или ступенчатом возмущении.</li> <li>11. Кривые плотности распределения.</li> <li>12. Распределение Вейбула.</li> <li>13. Кинетика процессов дробления и измельчения.</li> <li>14. Сравнение детерминированных и стохастических моделей кинетики измельчения.</li> <li>15. Определение параметров уравнения кинетики измельчения</li> <li>16. Определение передаточных функций дробильных и измельчительных аппаратов.</li> <li>17. Импульсный и ступенчатый режимы.</li> <li>18. Определение передаточных функций грохота.</li> <li>19. Определение параметров переходных характеристик грохота и гидравлического классификатора.</li> <li>20. Моделирование замкнутых циклов «измельчение – классификация».</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа 2	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение кинетической модели процесса тяжелосредного обогащения.</li> <li>2. Определение передаточных функций отсадочной машины.</li> <li>3. Определение кинетической модели процесса флотационного обогащения.</li> <li>4. Определение передаточных функций флотационных аппаратов.</li> <li>5. Определение кинетической модели процесса мокрой</li> </ol>
КМ4	Контрольная работа 3	ПК-2-31;ПК-2-32;ПК-2-У1;ПК-2-У2;ПК-2-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение кинетической модели процессов обезвоживания.</li> <li>2. Определение передаточной функции процесса сгущения.</li> <li>3. Термодинамическое моделирование электрохимических реакций.</li> <li>4. Уравнение стационарного режима.</li> <li>5. Транспортное и инерционное запаздывание.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составление и решение систем балансовых уравнений.</li> <li>2. Баланс по массе продукта в целом.</li> <li>3. Сигнальные графы.</li> <li>4. Источник и сток сигнального графа.</li> <li>5. Коэффициент передачи.</li> </ol>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Домашнее задание	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-2-У2;ПК-2-32;ПК-2-У1	Моделирование и балансовый расчет многокомпонентной схемы разделения минерального сырья с применением топологического метода (по вариантам).

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме. Экзаменационный билет состоит из пяти вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.

Пример экзаменационного билета:

1. Классификация методов моделирования процессов и схем.
2. Полный факторный эксперимент.
3. Определение передаточных функций отсадочной машины. Определение параметров передаточных функций по переходным характеристикам.
4. Определение параметров уравнения кинетики измельчения
5. Определение кинетической модели процессов обезвоживания. Определение коэффициентов уравнения кинетики гущения.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Курс считается освоенным, если выполнены все практические и домашнее задание, контрольные мероприятия, сдан экзамен на положительную оценку.

Оценка за экзамен вставляется по сумме набранных баллов за ответы на экзаменационные вопросы (по одному баллу за вопрос):

"Отлично" - 5 баллов.

"Хорошо" - 4 балла.

"Удовлетворительно" - 3 балла.

"Неудовлетворительно" - 2 и менее баллов.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Козин В. З., Тихонов О. Н.	Опробование, контроль и автоматизация обогатительных процессов: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1990
Л1.2	Морозов В. В., Николаева Татьяна Сергеевна	Моделирование и автоматизация обогатительных процессов. Методы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения (N 2554): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Понкратова Т. А., Кузнецова О. С., Секлецова О. В., Шишкина Н. В.	Статистика. Общая теория статистики: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), 2011
Л2.2	Шуленин В. П.	Математическая статистика: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Издательство НТЛ, 2012
Л2.3	Клинов А. В., Мухаметзянова А. Г.	Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие	Электронная библиотека	Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009
Л2.4	Катальников В. В., Шапарь Ю. В.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014
Л2.5	Данилов Н. Н.	Математическое моделирование: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2014
Л2.6	Иванов В. В., Кузьмина О. В.	Математическое моделирование: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.7	Захаров Ю. В.	Математическое моделирование технологических систем: учебное пособие	Электронная библиотека	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015
Л2.8	Коробова Л. А., Бугаев Ю. В., Черняева С. Н., Сафонова Ю. А.	Математическое моделирование: практикум: учебное пособие	Электронная библиотека	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017
Л2.9	Адамов Г. И., Аннушкина В. А., Баркаева Е. Ю., др., Богданов О. С., Ненарокомов Ю. Ф.	Справочник по обогащению руд: Обогащительные фабрики	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1984
Л2.10	Азбель Ю. И., Акатов А. И., Архангельская И. Н., др., Богдагов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Основные процессы	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1983
Л2.11	Аккерман Ю. Э., Букаты Г. Б., Кизевальтер Б. В., др., Богданов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Подготовительные процессы	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1982
Л2.12	Авершин И. Н., Багищева Т. А., Берман Ю. А., др., Богданов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Спец. и вспом. процессы, испытания обогатимости, контроль и автоматика	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1983

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Э2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	MS Teams

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	1. Компания OUTOTEC: <a href="https://www.outotec.ru">https://www.outotec.ru</a>
И.2	2. Компания FLsmidth: <a href="https://www.flsmidth.com/en-gb/ru">https://www.flsmidth.com/en-gb/ru</a>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
--------------------------------	--	---

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендуется использовать следующую литературу, находящуюся в библиотеке НИТУ "МИСиС":

1. Моделирование и автоматизация обогатительных процессов : учеб. пособие / В. В. Морозов, Т. И. Юшина ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 118 с. : табл., рис. + Библиогр.: с. 117 . – URL: <http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691169>
2. Моделирование обогатительных процессов : практикум для студ., обуч. по напр. 130400 - 'Горное дело' / В. В. Морозов, Т. И. Юшина ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 49 с. : табл., рис. – URL: <http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691171> .
3. Моделирование обогатительных процессов : метод. указания по вып. курс. работы для студ., обуч. по спец. 130405 - 'Обогащение полезных ископаемых' / В. В. Морозов, Т. И. Юшина ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 15 с. : табл., рис. – URL: <http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691170> .