

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Рукович Александр Владимирович

Должность: Директор

Дата подписания: 23.11.2021 08:58:59

Уникальный программный ключ:

f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb96ae6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.
АММОСОВА»

Технический институт (филиал) в г. Нерюнгри

Кафедра горного дела

Программа дисциплины

Б1.В.07 Моделирование процессов обогащения полезных ископаемых
для программы специалитета

по специальности

21.05.04 Горное дело

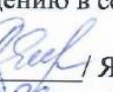
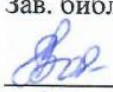
Направленность программы: специализация

Обогащение полезных ископаемых

гр.С-ГД-19

Форма обучения: очная

Автор(ы): Редлих Э.Ф., ст.преподаватель кафедры горного дела, e-mail: Redlih@rambler.ru

РЕКОМЕНДОВАНО И.о. заведующий кафедрой разработчика ГД  /Рочев В.Ф./ протокол № <u>2</u> от « <u>05</u> » <u>03</u> 2019 г.	ОДОБРЕНО И.о. заведующий выпускающей кафедрой ГД  /Рочев В.Ф./ протокол № <u>2</u> от « <u>05</u> » <u>03</u> 2019 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО  / Санникова С.Р./ « <u>15</u> » <u>03</u> 2019 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП  Председатель УМС  / Яковлева Л.А./ протокол УМС № <u>8</u> от « <u>26</u> » <u>04</u> 2019 г.		Зав. библиотекой  /Зангеева А.Ю./ « <u>15</u> » <u>03</u> 2019 г.

Нерюнгри 2019

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.В.07 Моделирование процессов обогащения полезных ископаемых
Трудоемкость 53.е.

1.1 Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель:

- изучить методики получения и обработки результатов при факторном планировании экспериментов, пассивном наблюдении за технологическими процессами, адаптации моделей, эвристическом моделировании.
- рассмотреть принципы получения закономерностей управления процессами обогащения при изменении свойств сырья и условий их проведения, а также поиск оптимальных режимов и закономерностей без получения моделей.
- формирование у аспирантов получение знаний о методах обогащения полезных ископаемых, технологическом оборудовании, а также принципах составления и расчета технологических схем обогащения полезных ископаемых.

Краткое содержание:

Назначение и типы моделей. Свойства производственных систем и виды математических моделей. Качественные характеристики математических моделей. Оптимизационные модели, их структура. Этапы решения оптимизационной задачи. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации на ПЭВМ. Моделирование процессов обогащения. Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-7 -умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов; ПК-8 -готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством; ПК-13 -умением выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом; ПК-15 -умением изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов; ПСК-6-4 -способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план	<i>Знать:</i> -программные продукты общего и специального назначения для моделирования и выбора оптимальных параметров технологий обогащения твердых минеральных полезных ископаемых при проектировании и эксплуатации предприятий по переработке твердых полезных ископаемых; <i>Уметь:</i> -осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; <i>Владеть:</i> -компьютером как средством управления и обработки информационных массивов; -разработкой и реализацией проектов по переработке минерального и техногенного сырья на основе совре-

и компоновочные решения обогатительных фабрик; ПСК-6-6 способностью анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности.	менной методологии проектирования
---	-----------------------------------

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.10	Моделирование процессов обогащения полезных ископаемых	9	Б1.Б.14 Информатика Б1.Б.15 Начертательная геометрия. инженерная и компьютерная графика Б1.Б.29 Специализация	Б2.П.03(Н) Научно-исследовательская работа. Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана гр. С-ГД-19 (ОПИ):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.В.07 Моделирование процессов обогащения полезных ископаемых	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	9	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Курсовой проект, семестр выполнения	9	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	53ЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	180	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО1, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	59	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	18	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	36	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	36	-
- лабораторные работы	-	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	5	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	94	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	27	

1 Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
1.Введение. Задачи и содержание курса.	20	2	-	4	-	-	-	-	-	-	14(ТР,ПР)
2. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal.	26	4	-	8	-	-	-	-	-	-	14(ТР,ПР)
3.Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации	26	4	-	8	-	-	-	-	-	-	14(ТР,ПР)
4.Моделирование гравитационных процессов обогащения.	26	4	-	8	-	-	-	-	-	-	14(ТР,ПР)
5.Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности	26	4	-	8	-	-	-	-	-	-	14(ТР,ПР)
Курсовой проект	29	-	-	-	-	-	-	-	-	5	24 (КП)
Экзамен	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27 (э)
Всего часов	180	18	-	36	-	-	-	-	-	5	94(27)

Примечание: ПР- оформление и подготовка к защите практических работ; ТР- теоретическая подготовка; КП – выполнение курсового проекта

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Раздел 1

Лекция 1(2час)

Задачи и содержание курса. Назначение и типы моделей. Свойства производственных систем и виды математических моделей. Качественные характеристики математических моделей. Оптимизационные модели, их структура. Этапы решения оптимизационной задачи.

Раздел 2

Лекции 2, 3(4час)

Методы и средства поиска оптимальных решений. Особенности решения задач математического программирования. Графическое решение оптимизационной задачи. Краткая характеристика задач, методов и программных средств математического программирования.

Раздел 3

Лекция 4,5 (4час)

Существующие технологические схемы гравитационного обогащения каменных углей в зависимости от категории обогатимости. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава шихты. Аналитическое представление суммарных характеристик крупности. Определение параметров аппроксимирующих функций методом наименьших квадратов. Моделирование качественного состава шихты. Алгоритм ввода и проверки исходных данных угольных пластов. Описание логической структуры программы "Kontr". Прогнозирование фракционного состава каменных углей по минимальному объему исходных данных. Руководство программиста при работе с программой "Frak". Определение диапазона плотностей тяжелых жидкостей при расчете полного фракционного состава.

Раздел 4

Лекции 6,7(4час)

Оценка эффективности работы тяжелосредних сепараторов, гидроциклонов, отсадочных машин, винтовых и крутонаклонных сепараторов. Определение среднего вероятного отклонения и коэффициента погрешности разделения. Методы прогнозирования результатов гравитационного обогащения. Выбор и обоснование критериев оптимальности при расчете схем. Аппроксимация кривых обогатимости интерполяционным полиномом Лагранжа. Описание алгоритма программы "Lagr". Прогнозирование результатов обогащения с помощью интеграла Гаусса. Алгоритм расчета интеграла Гаусса для отсадки и тяжелосредних установок. Прогнозирование максимального выхода суммарного гравитационного концентрата. Факторное планирование флотационного обогащения. Поиск оптимальной области эксперимента методом Бокса-Уилсона. Описание логической структуры программы "Faktor" и ее использование при моделировании флотации на ЭВМ

Раздел 5

Лекции 8,9 (4час)

Алгоритм расчета максимального выхода суммарного концентрата планируемой зольности без предварительного составления теоретического баланса. Математическое моделирование технологических процессов в зависимости от критерия оптимальности. Алгоритм поиска оптимальных плотностей разделения, обеспечивающих получение максимальной выручки от реализации обогащенных продуктов. Алгоритм расчета ожидаемых результатов переобогащения промпродукта.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

Раздел дисциплины	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
2. Математическое		Кейс (исходный продукт,)	6 пр

моделирование и программирование в среде Turbo Pascal.	6	/ Обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации/	
3. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации		Проблемное обучение / Последовательное и целенаправленное выдвижение перед обучающимися проблемных задач, разрешая которые обучаемые активно добывают знания, развивают мышление, делают выводы, обобщающие свою позицию по решению поставленной проблемы/	4л
4. Моделирование гравитационных процессов обогащения.		Технологии формирования научно-исследовательской деятельности / Создание условий для формирования практического опыта работы с объектами будущей профессиональной деятельности/	6пр
5. Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности		Самостоятельный поиск / Средство, позволяющее проводить самостоятельный поиск материалов по заданной теме, реферировать и анализировать их, правильно оформлять и, при необходимости, защищать свою точку зрения по проблематике реферата/	4л
Итого:			8л12пр

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	1. Введение. Задачи и содержание курса.	Теоретическая подготовка Подготовка к практикуму	14	Анализ теоретического материала, оформление практических заданий и подготовка к защите, (вне ауд. СРС)
2	2. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal.	Теоретическая подготовка Подготовка к практикуму	14	Анализ теоретического материала, оформление практических заданий и подготовка к защите,
3	3. Применение		14	

	методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации			(внеауд.СРС)
4	4.Моделирование гравитационных процессов обогащения.		14	
5	5.Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности	Аналитическая записка (консультация преподавателя) Подготовка к практикуму	14	(Аудит.СРС) Анализ схем процессов, работа с периодической литературой(внеауд.СРС)
6	Курсовой проект	Выполнение курсового проекта	24	(аудит.,внеауд.СРС)
7	Экзамен		(27)	(аудит.,внеауд.СРС)
	Всего часов		94(27э)	

4.1.Практические работы

№п/п	Наименование	Трудоемкость, час.
1	Прогнозирование фракционного состава разубоженных углей.	14
2	Моделирование качественной характеристики шихты.	14
3	Планирование результатов гравитационного обогащения угля.	14
4	Планирование результатов флотационного обогащения угля	14
5	Аппроксимация кривых обогатимости интерполяционным полиномом Лагранжа	14

Критерии оценок

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-7 ПК-8 ПК-13 ПК-15 ПСК-6.4 ПСК-6.6	Работа выполнена в соответствии с заданием, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Графическая часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	146.
	Работа выполнена в соответствии с заданием, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Графическая	116.

	часть соответствует требованиям ГОСТа. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	
	В работе сделаны незначительные ошибки в расчетах. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Графическая часть имеет отступления от ГОСТов.	86.
	Работа требует исправления.	Не оценивается.

4.2.Курсовой проект

Тема: Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ОФ(по выбору)

Процессы:

1. Подготовительные (грохочение, дробление, измельчение, классификация)
2. Основные обогатительные процессы(гравитационные, флотационные, магнитные электрические, специальные).
3. Вспомогательные процессы (обезвоживание, окускование, обеспыливание).

Полезные ископаемые: уголь, черные металлы, цветные металлы, неметаллические полезные ископаемые.

Критерии оценки курсового проекта

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-7 ПК-8 ПК-13 ПК-15 ПСК-6.4 ПСК-6.6	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют методическим указаниям. 2. Графическая часть выполнена в соответствии с ГОСТами. 3. Доклад содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент ориентируется в чтении чертежа работы, четко и профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	100б.
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют методическим указаниям. 2. Графическая часть выполнена в соответствии с ГОСТами. 3. Доклад содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент слабо ориентируется в чтении чертежа работы, не всегда профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	80б.
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют методическим указаниям. 2. Графическая часть выполнена с ошибками и чертеж требует исправления в соответствии с ГОСТами.	60б.

	3. Доклад содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент не ориентируется в чтении чертежа работы, непрофессионально отвечает на дополнительные вопросы.	Не оценивается (доработка КП)
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты имеют ошибки и требуют перерасчета. Графическая часть выполнена с ошибками и требует доработки. 2. Доклад содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент слабо ориентируется в чтении чертежа работы, непрофессионально отвечает на дополнительные вопросы.	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

1. Методические указания к практическим работам.
2. Методические указания по выполнению курсового проекта.

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=9303>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Практические работы	5х14час.=70час.	45б.	14б.х5=70б.	В соответствии с МУ
3	Курсовой проект	24час.	-	(100б)	В соответствии с МУ
4	Экзамен	27час.	-	30б.	
	Итого:	94час.(27Э)	45	70	

Рейтинговый регламент по курсовому проекту:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Теоретическая часть	6ч.	15б.	20б.	В соответствии с МУ
2	Расчетная часть	8ч.	20б.	30б.	
3	Графическое приложение	6ч.	15б.	20б.	В соответствии с МУ -
4	Подготовка к защите	4ч.	10б.	30б.	
5	Защита КП				
	Итого:	24час.	60	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-7 ПК-8 ПК-13 ПК-15 ПСК-6.4 ПСК-6.6	<i>Знать:</i> - методы работы в профессиональных компьютерных программах; -автоматизированные системы системы управления производством ОПИ; - взаимосвязь, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых; <i>Уметь :</i> -использовать компьютер как средство управления и обработки информационных массивов; -применять теоретические и практические знания по обогащению полезных ископаемых; -разрабатывать и реализовывать модели процессов обогащения минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования; <i>Владеть :</i> - разработкой и реализацией моделирования процессов при переработке мине-	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по предмету. Практикум выполнен согласно алгоритму решения, отсутствуют ошибки различных типов, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	отлично
		Базовый	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине. Практикум выполнен согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решения, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	хорошо
		Минимальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В	удовлетворительно

	рального и техно- генного сырья на основе современной методологии проектирования.		ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология. Практикум выполнен согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований. Допущены 4-5 ошибок различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.	
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. В ответах не используется профессиональная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>Или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует <i>Или</i> Отказ от ответа. <i>Или</i> Ответ представляет собой разрозненные знания с ошибочными понятиями. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. <i>Или</i> Выполнение практикума полностью неверно, отсутствует	неудовлетворительно

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проводится в форме собеседования по экзаменационным билетам.

Вопросы к экзамену:

Программа экзамена включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практическое задание, направленное на выявление уровня сформированности компетенций ОПК-7, ПК-8, ПК-13, ПК-15, ПСК-6.4, ПСК-6.6.

Перечень теоретических вопросов:

1. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 1/(a_0 + a_1 x)$.
2. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel*

создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда.

Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

3. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \ln x$.

4. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда.

Показать на диаграмме уравнение линии тренда

5. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 / x$

6. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда

7. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = \exp(a_0 + a_1 x)$

8. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

9. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x^{0.5} / \exp(a_1 / x)$

10. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

11. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x + a_1 / x$.

12. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

13. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = x / (a_0 x + a_1)$

14. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

15. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 x$.

16. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

17. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 2 a_0 \cdot x a_1 / (1 + a_0 x a_1)$.

18. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

19. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных

выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = (x/a_0) a_1$.

20. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

21. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 = a_1 x$.

22. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

23. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x a_1$

24. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

25. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x a_1 / (1 + a_0 x a_1)$.

26. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

27. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x / (1 + a_1 x^2)$.

28. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

29. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = x a_0 + a_1 \cdot x$.

30. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

31. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 100 / \exp(a_0 x a_1)$.

32. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

33. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$.

34. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

35. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \cdot \ln x + a_2 \ln^2 x$.

36. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel*

- создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
37. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \frac{1}{x} + a_2 \frac{1}{x^2}$.
38. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
39. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 1/(a_0 + a_1 x + a_2 x^2)$.
40. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
41. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = \exp(a_0 + a_1 x + a_2 x^2)$.
42. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
43. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$.
44. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
45. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \ln x + a_2 \ln^2 x + a_3 \ln^3 x$.
46. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
47. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \frac{1}{x} + a_2 \frac{1}{x^2} + a_3 \frac{1}{x^3}$.
48. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
49. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 1/(a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3)$.
50. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
51. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = \exp(a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3)$.
52. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

Перечень практических вопросов:

ПРН₂ 1-5

Критерии оценки экзамена

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-7 ПК-8 ПК-13 ПК-15 ПСК-6.4 ПСК-6.6	Теоретические вопросы Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Могут быть допущены недочеты в определении терминов и понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.	306.
	Теоретические вопросы Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, отличное владение и понимание структуры решенной задачи.	246.
	Теоретические вопросы Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний удовлетворительно. Практический вопрос Задача решена в соответствии с алгоритмом, однако при решении задачи возникают трудности в выборе необходимых справочных данных.	186.
	Теоретические вопросы Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Практический вопрос Отсутствует решение задачи. или Ответ на вопрос полностью отсутствует или Отказ от ответа	Пересдача экзамена

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	Б1.В.07 Моделирование процессов обогащения полезных ископаемых
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенций ОПК-7,ПК-8, ПК-13, ПК-15, ПСК-6.4, ПСК-6.6

Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 5 курса специалитета
Период проведения процедуры	Зимняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Лекционная аудитория А402 Компьютерный кабинет – А409
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен принимается в устной форме по билетам или в форме тестирования. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час. Тестирование – 45 минут.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 45 баллов, чтобы быть допущенным к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Библиотек аТИ (ф) СВФУ, кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)	Количество студентов
Основная литература					
1	Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых : Учебник.- М.: изд. МГГУ.-2004	МНиО РФ Допущено УМО вузов РФ в области горного дела	13	-	20
Дополнительная литература					
2	Серго.Е.Е «Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых»: Учебник.- М.: Недра.-1985.	МНиО РФ	5	-	20
3	Авдонин Основы обогащения полезных ископаемых: Учебник.- М.изд.МГГУ.-2001.	МНиО РФ	5	-	20
4	Демидович Б.П. Численные методы анализа: учебное пособие для вызов. С-П.Лань.2010.			e.lanbook.com/boks/element.php?id=537	20
5	Морозов, В. В. Моделирование и автоматизация обогатительных процессов : методы автоматизированного управления технологическими процессами обогащения : учебное пособие / В. В. Морозов, Т. С. Николаев. — Москва : МИСИС, 2016. — 66 с. — ISBN 978-5-87623-962-4.			https://e.lanbook.com/book/93639	
Периодическая литература					
6	Горный журнал	Ежемес.		Ежемес	20
7	Уголь				20

Электронные образовательные ресурсы представлены в научной библиотеке <http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/vspomogatelnye-podrazdeleniya/nauchnaya-biblioteka/full-text-database/>, <http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/vspomogatelnye-podrazdeleniya/nauchnaya-biblioteka/electronic-resources-of-the-temporary-access/>.
 - Электронно-библиотечные системы (учебники) – («КнигаФонд», «Лань», «Университетская книга онлайн», «Консультант студента», IPRbooks).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. Горное дело. Информационно-справочный сайт о горной промышленности
URL: <http://www.mwork.su>
2. Сайт Министерства промышленности и энергетики РФ Новости и нормативная база промышленности и энергетики
URL: <http://www.minenergo.gov.ru>
3. Сайт Ростехнадзора РФ Материалы по безопасности в горной промышленности
URL: <http://www.gosnadzor.ru>
4. Казахстанский горно-промышленный портал. Ссылки на Интернет-ресурсы по горной тематике
URL: <http://www.mining.kz>
5. Угольный портал URL: <http://rosugol.ru>
6. Высшее горное образование: интернет портал. Учебно-методическое объединение ВУЗов РФ по образованию в области горного дела URL: <http://www.fgosvo.ru>

Сайты журналов по горной тематике:

1. Уголь URL: http://www.rosugol.ru/jur_u/ugol.html
2. Горный журнал URL: <http://www.rudmet>
3. Горная промышленность
URL: <http://www.mining-media>
4. Горное оборудование и электромеханика URL: <http://novtex.ru/gormash>
5. Глюкауф URL: <http://karta-smi.ru>

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Неделя	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат. раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1.	1-2	1. Введение. Задачи и содержание курса.	Лекция	А506	Проектор Экран Компьютер Электронный ресурс лекций, практических работ. Презентации. МУ по самостоятельной работе.
2.	3-4	2. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal.	Лекции Практикум		
3	5-6	3. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации			
4	7-8	4. Моделирование гравитационных процессов	Лекции Практикум		
5	9-10	обогащения.			
6	11-12				
7	13				

8	14-18	5.Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности	Лекции Практикум		Видеофильмы.
9		СРС		A511	

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

-MSWORD, MSPowerPoint, AutoCad, Excel, Visio/

10.3. Перечень информационных справочных систем

<http://www.mining-enc.ru/>

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Моделирование процессов обогащения

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.