

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»
Горный институт



ПОДПИСАНО ЭП КУЗГУ

Подразделение: горный институт

Должность: директор института

Дата: 16.05.2022 04:00:00

Хорешок Алексей Алексеевич

Рабочая программа дисциплины

Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых

Специальность 21.05.04 Горное дело

Специализация / направленность (профиль) Обогащение полезных ископаемых

Присваиваемая квалификация
"Горный инженер (специалист)"

Формы обучения
очная, заочная

Кемерово 2022 г.



1641333699

Рабочую программу составил:

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ

Подразделение: кафедра обогащения полезных ископаемых

Должность: заведующий кафедрой (к.н)

Дата: 14.03.2022 06:37:16

Бобровникова Алена Александровна

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых

Протокол № 3/1 от 14.03.2022

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ

Подразделение: кафедра обогащения полезных ископаемых

Должность: заведующий кафедрой (к.н)

Дата: 14.03.2022 19:08:48

Бобровникова Алена Александровна

Согласовано учебно-методической комиссией по направлению подготовки (специальности)
21.05.04 Горное дело

Протокол № 4/1 от 04.04.2022

ПОДПИСАНО ЭП КУЗГТУ

Подразделение: кафедра разработки месторождений
полезных ископаемых

Должность: заведующий кафедрой (д.н)

Дата: 04.04.2022 15:33:31

Ренев Алексей Агафангелович



1641333699

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование:
общефессиональных компетенций:

ОПК-7 - умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов

профессиональных компетенций:

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

ПК-8 - готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством

профессионально-специализированных компетенций:

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 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

Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций

Индикатор(ы) достижения:

умеет выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом.

умеет пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов.

умеет изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации объектов.

готов принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.

умеет разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию, контролировать соответствие требований стандартов, согласовывать и утверждать технические, методические и иные документы.

способен 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.

Результаты обучения по дисциплине:

методики расчета технологических и экономических показателей процессов и схем обогащения.

последовательность обработки информации по ситовому и фракционному анализам для формирования состава шихты.

технологии добычи полезных ископаемых для оценки величины разубоживания и изменения гранулометрического и фракционного составов полезного ископаемого.

критерии оптимальности процессов и технологий обогащения для достижения максимума функции цели.

нормы технологического проектирования, государственные стандарты, технические условия, регламентирующие качество и безопасность ведения работ.

взаимосвязи комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых.

проводить сравнительный анализ капитальных и эксплуатационных затрат для обоснования выбора технологии обогащения.

создавать базы данных для хранения и обработки ситовых и фракционных составов каменных углей.

изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки,



1641333699

добычи, переработки твердых полезных ископаемых.

пользоваться компьютерными программами при расчете технологических схем обогащения для определения оптимальных плотностей разделения, при которых достигается максимальный выход суммарного концентрата требуемого качества.

разрабатывать техническую документацию и контролировать соответствие проектов требованиям

- стандартов.

оптимизировать структуру комплексов по добыче и переработке полезных ископаемых с учетом требований промышленной и экологической безопасности.

готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления

- производством;

- методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники;

- основными методами и приборами научных исследований в области обогащения;

- методами мониторинга технического состояния оборудования.

умением управления и обработки информационных массивов с помощью компьютера.

умением применять полученные знания на практике.

навыками анализа стратегического и тактического управления производства промышленной

- продукции в организации.

умением разрабатывать, согласовывать и утверждать технические, методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность ведения работ.

методами математической статистики для обработки и анализа результатов эксперимента в обогащении и организации научно-исследовательских работ;

- методами планирования экспериментов;

- методами математического анализа для решения инженерных задач.

2 Место дисциплины "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых" в структуре ОПОП специалитета

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Автоматизация процессов обогащения полезных ископаемых, Геология, Горные машины и оборудование, Гравитационные процессы обогащения, Информатика, Компонентные решения обогатительных фабрик, Компьютерная графика, Опробование и контроль процессов обогащения, Процессы обезвоживания, окомкования и складирования продуктов обогащения, Реагенты в физико-химических процессах, Флотационные процессы обогащения, Основы обогащения и переработки полезных ископаемых.

Дисциплина входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

3 Объем дисциплины "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых" составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Курс 5/Семестр 9			
Всего часов	180		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции	34		
Лабораторные занятия	34		
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			



1641333699

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовое проектирование			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа	76		
Форма промежуточной аттестации	экзамен /36		
Курс 6/Семестр 11			
Всего часов		180	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):			
Аудиторная работа			
Лекции		8	
Лабораторные занятия		8	
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовое проектирование			
Консультация и иные виды учебной деятельности			
Самостоятельная работа		155	
Форма промежуточной аттестации		экзамен /9	

4 Содержание дисциплины "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых", структурированное по разделам (темам)

4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Раздел 1. Введение. Лекция 1. 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.	2	1	
Раздел 2. Математическое программирование. Лекция 2. Краткая характеристика задач, методов и программных средств математического программирования.	4	1	
Раздел 3. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации на ПЭВМ. Лекция 3. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава шихты. Аналитическое представление суммарных характеристик крупности. Определение параметров аппроксимирующих функций методом наименьших квадратов.	4	2	



1641333699

Раздел 4. Моделирование гравитационных процессов обогащения. Лекция 4. Оценка эффективности работы тяжелосредних сепараторов, гидроциклонов, отсадочных машин, винтовых и крутонаклонных сепараторов. Определение среднего вероятного отклонения и коэффициента погрешности разделения.	4	1	
Лекция 5. 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.	4		
Раздел 5. Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности. Лекция 6. Алгоритм расчета максимального выхода суммарного концентрата планируемой зольности без предварительного составления теоретического баланса.	4	1	
Лекция 7. Алгоритм поиска оптимальных плотностей разделения, обеспечивающих получение максимальной выручки от реализации обогащенных продуктов.	4		
Лекция 8. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Кузбасская», «Березовская».	4	2	
Лекция 9. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Распадская», «Северная», «Спутник»	4		
Итого:	34	8	

4.2. Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Решение задач.	6	2	
<i>Лабораторная работа № 1.</i> Методы вычисления определенного интеграла.	8	2	
<i>Лабораторная работа № 2.</i> Интерполирование функций.	8	2	
<i>Лабораторная работа № 3.</i> Математическая модель прогнозирования фракционного состава разубоженных углей.	8	1	
Защита лабораторных работ	4	1	
Итого:	34	8	

4.3 Практические (семинарские) занятия



1641333699

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ

4.4 Самостоятельная работа студента и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Выполнение контрольной работы для студентов заочной формы обучения.	-	72	
Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к занятиям.	40	74	
Подготовка к промежуточной аттестации.	36	9	
Итого:	76	155	
Экзамен	36	9	

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых"

5.1 Паспорт фонда оценочных средств

Форма(ы) текущего контроля	Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Уровень



1641333699

Опрос по контрольным вопросам, подготовка отчетов по лабораторным работам, тестирование.	ОПК-7	умеет пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов.	Знать последовательность обработки информации по ситовому и фракционному анализам для формирования состава шихты. Уметь создавать базы данных для хранения и обработки ситовых и фракционных составов каменных углей. Владеть умением управления и обработки информационных массивов с помощью компьютера.	Высокий или средний
	ПК-15	умеет изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации объектов.	Знать технологии добычи полезных ископаемых для оценки величины разубоживания и изменения гранулометрического и фракционного составов полезного ископаемого. Уметь изучать и использовать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых. Владеть умением применять полученные знания на практике.	
	ПК-13	готов принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.	Знать методики расчета технологических и экономических показателей процессов и схем обогащения. Уметь проводить сравнительный анализ капитальных и эксплуатационных затрат для обоснования выбора технологии обогащения. Владеть готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством; методами эффективной эксплуатации горно-обогатительной техники; основными методами и приборами научных исследований в области обогащения; методами мониторинга технического состояния оборудования.	
	ПК-8	готов принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.	Знать критерии оптимальности процессов и технологий обогащения для достижения максимума функции цели. Уметь пользоваться компьютерными программами при расчете технологических схем обогащения для определения оптимальных плотностей разделения, при которых достигается максимальный выход суммарного концентрата требуемого качества. Владеть навыками анализа стратегического и тактического управления производства промышленной продукции в организации.	
	ПСК-6.4	умеет разрабатывать необходимую техническую и нормативную документацию, контролировать соответствие требований стандартов, согласовывать и утверждать технические, методические и иные документы.	Знать нормы технологического проектирования, государственные стандарты, технические условия регламентирующие качество и безопасность ведения работ. Уметь разрабатывать техническую документацию и контролировать соответствие проектов требованиям стандартов. Владеть умением разрабатывать, согласовывать и утверждать технические, методические документы, регламентирующие порядок, качество и безопасность ведения работ.	
	ПСК-6.6	способен 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.	Знать взаимосвязи комплексов по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых. Уметь оптимизировать структуру комплексов по добыче и переработке полезных ископаемых с учетом требований промышленной и экологической безопасности. Владеть методами математической статистики для обработки и анализа результатов эксперимента в обогащении и организации научно-исследовательских работ; методами планирования экспериментов; методами математического анализа для решения инженерных задач.	
<p>Высокий уровень достижения компетенции - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено.</p> <p>Средний уровень достижения компетенции - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено.</p> <p>Низкий уровень достижения компетенции - компетенция не сформирована частично, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.</p>				

5.2. Контрольные задания или иные материалы



1641333699

Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания обучающихся могут быть организованы с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ. Полный перечень оценочных материалов расположен в ЭИОС КузГТУ.: <https://el.kuzstu.ru/login/index.php>.

Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания могут проводиться в письменной и (или) устной, и (или) электронной форме.

5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

Опрос по контрольным вопросам:

При проведении текущего контроля обучающимся будет письменно, либо устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например:

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 $y = a_0 + a_1 / x$

Критерии оценивания:

- 85-100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 65-84 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;
- 25-64 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;
- 0-24 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-24	25-64	65-84	85-100
Шкала оценивания	неуд	удовл	хорошо	отлично

Примерный перечень контрольных вопросов:

Раздел 1. Введение.

Лекция 1. 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.

1. Какие признаки присущи системе:

- a) Целостность, возможность выделения подсистем, динамичность процессов, наличие цели
- b) Целостность, наличие цели и внешней среды, возможность выделения подсистем
- c) Целостность, массовый характер процессов и явлений, возможность выделения подсистем
- d) Целостность, наличие внешней среды, динамичность процессов, массовый характер процессов и явлений

2. На чем основывается метод моделирования: a) На принципе аналогии b) На принципе соответствия c) На принципе подобия d) На принципе реальности

3. Какие виды моделей существуют:

- a) Абстрактные, математические и нематематические
- b) Физические и абстрактные
- c) Математические и нематематические
- d) Математические и физические

Раздел 2. Математическое программирование.

Лекция 2. Краткая характеристика задач, методов и программных средств математического программирования.

1. Суть принципа оптимальности заключается в:



1641333699

a) В выборе такого планово-управленческого решения, которое наилучшим образом учитывало бы внешние возможности и внутренние условия деятельности хозяйствующего субъекта
b) В выборе такого планово-управленческого решения, которое наилучшим образом учитывало бы внутренние возможности и внешние условия производственной деятельности хозяйствующего субъекта

c) В выборе допустимого решения, которое наилучшим образом учитывало бы внутренние возможности и внешние условия производственной деятельности хозяйствующего субъекта

d) В выборе такого планово-управленческого решения, которое учитывало бы внутренние возможности и внешние условия производственной деятельности хозяйствующего субъекта

2. В основе построения математической модели задачи оптимального программирования лежит:

- 1) Принцип системности;
- 2) Принцип оптимальности;
- 3) Принцип адекватности;
- 4) Принцип упорядоченности

a) 1,2,3; b) 2,4; c) 1,2; d) 2,3.

3. Задачи оптимального программирования в наиболее общем виде классифицируют по признаку:

- a) По характеру взаимосвязи между переменными
- b) По характеру переменных
- c) По наличию переменных
- d) По числу альтернатив

Раздел 3. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации на ПЭВМ.

Лекция 3. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава шихты. Аналитическое представление суммарных характеристик крупности. Определение параметров аппроксимирующих функций методом наименьших квадратов.

1. Предмет - математическое программирование, краткая классификация методов.
2. Основные понятия теории оптимизации.

3. Сколько базисных решений имеет система, в которой количество переменных равно 5, а ранг матрицы системы равен 3?

Раздел 4. Моделирование гравитационных процессов обогащения.

Лекция 4. Оценка эффективности работы тяжелосредних сепараторов, гидроциклонов, отсадочных машин, винтовых и крутонаклонных сепараторов. Определение среднего вероятного отклонения и коэффициента погрешности разделения.

1. Назовите общий алгоритм расчета схемы цепи аппаратов на ЭВМ
2. Назовите основной элемент, определяющий надежность схемы.
3. Что представляет собой математическая модель схемы ?

Лекция 5. 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.

1. Постановка задачи аппроксимации функций.
2. Когда применяется интерполяция функций?
3. Что является исходными данными в задаче аппроксимации функций?

Раздел 5. Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности.

Лекция 6. Алгоритм расчета максимального выхода суммарного концентрата планируемой зольности без предварительного составления теоретического баланса.

1. Цели моделирования на различных этапах производства.
2. Какие существуют типы моделирования?
3. Перечислите этапы построения математических моделей.

Лекция 7. Алгоритм поиска оптимальных плотностей разделения, обеспечивающих получение максимальной выручки от реализации обогащенных продуктов.

1. В чем заключаются преимущества гидравлической классификации в гидроциклонах?
2. Чем отличаются сепарационные характеристики гидравлических классификаторов от других аппаратов?

3. Поясните различие сепарации в тяжелых средах в статических и динамических условиях



1641333699

сепарации.

Лекция 8. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Кузбасская», «Березовская».

1. От чего зависит выбор способа обогащения?
2. Как определяются промежутки выпуклости и вогнутости графика, точки перегиба;
3. Сформулируйте определение асимптоты.

Лекция 9. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Распадская», «Северная», «Спутник»

1. Что такое модель объекта?
2. Какие граничные условия называются естественными?
3. Какой тип моделей выделен в классификации по принципам построения.

Отчеты по лабораторным работам :

По каждой работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечню лабораторных работ п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1. Тема работы.
2. Задачи работы.
3. Краткое описание хода выполнения работы.
4. Ответы на задания или полученные результаты по окончании выполнения работы (в зависимости от задач, поставленных в п. 2).
5. Выводы

Критерии оценивания:

- 75 - 100 баллов - при раскрытии всех разделов в полном объеме
- 0 - 74 баллов - при раскрытии не всех разделов, либо при оформлении разделов в неполном объеме.

Количество баллов	0-74	75-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

Тестирование:

При проведении текущего контроля обучающимся необходимо ответить на тестирования по каждому разделу. Тестирование может быть организовано с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

Например:

Язык низкого уровня это...

Ответ:

- (1) язык программирования, чей синтаксис наиболее приближен к машинному языку
- (2) программа, которая переводит исходный код на машинный язык и создает выполняемую программу

(3) программа, которая пошагово переводит исходный код на машинный язык и сразу же выполняет его

Быстрее и легче создается программа на...

- Ответ: (1) языке низкого уровня (2) языке высокого уровня (3) объектно-ориентированном языке (4) визуальных средах разработки программ

Количество баллов	0-74	75-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

Контрольная работа (для студентов заочного обучения)

Контрольная работа состоит из 3 задач. Все вопросы, рассматриваемые в контрольной работе, изучаются студентами самостоятельно. Задание выдается на установочной лекции. Изучение вопросов и выполнение работы производится в течение семестра, в котором изучается эта дисциплина и сдается перед сессией преподавателю с регистрацией в деканате заочного отделения, что соответствует



1641333699

принципам заочного обучения.

Задание 1. Разработать алгоритм и программу для табулирования функции $y = \ln(x) \times x \times \exp(-x^2)$.

Задание 2. Разработать алгоритм и программу для поиска максимума функции $y = \ln(x) \times x \times \exp(-x)$ методом золотого сечения.

Задание 3. Разработать алгоритм и программу нахождения корня уравнения $\exp(-x^2) = \ln(x)$ на отрезке $[a, b]$ до заданной точности ϵ методом дихотомии. Программа должна контролировать исходный интервал на принадлежность области определения, выводить на экран не только найденный корень, но и промежуточные оценки, сигнализировать об отсутствии корня в заданном интервале.

Критерии оценивания:

- 90 - 100 баллов при правильном и полном выполнении расчетов технологической схемы и достаточном обосновании принятых методик выполнения расчетов;

- 75 - 89 баллов при правильном и полном выполнении расчетов технологической схемы, при недостаточно полном обосновании принятых методик выполнения расчетов;

- 65 - 74 баллов при правильном и не достаточно полном выполнении расчетов технологической схемы ;

- 0 - 64 балла при неправильном расчете технологической схемы и неправильном обосновании методик расчета.

Количество баллов	0 - 64	65 - 74	75 - 89	90 - 100
Шкала оценивания	НЕУД	УДОВЛ	ХОР	ОТЛИЧНО

5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации является экзамен, в процессе которого определяется сформированность компетенций обозначенных в рабочей программе. При проведении промежуточного контроля обучающийся отвечает на 2 вопроса выбранных случайным образом, тестировании. Опрос может проводиться в письменной и (или) устной, и (или) электронной форме.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются:

- зачетные отчеты обучающихся по практическим работам;

- ответы обучающихся на вопросы во время опроса.

Ответ на вопросы:

Критерии оценивания при ответе на вопросы:

- 85-100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;

- 65-84 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;

- 50-64 баллов - при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;

- 0-49 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0-49	50-64	65-84	85-100
Шкала оценивания	неуд	удовл	хорошо	отлично
		Не зачтено	Зачтено	

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 1/(a_0 + a_1 x)$.
1. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
2. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \ln x$.
3. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и



1641333699

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

Тестирование:

При проведении текущего контроля обучающимся необходимо ответить на тестирования по каждому разделу. Тестирование может быть организовано с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

Например:

1. Стартовая форма проекта языка программирования Delphi: 1. LABEL 2. BUTTON 3. FORM
2. Поле вывода символов на поверхность формы: 1. LABEL 2. IMAGE 3. BUTTON
3. Поле ввода/редактирования строки символов: 1. EDIT 2. FORM 3. BUTTON
4. Командная кнопка: 1. BUTTON 2. EDIT 3. LABEL
5. Поле вывода иллюстраций в формате BMP: 1. LABEL 2. FORM 3. IMAGE
6. Какой тип данных является перечнем всех значений, которые может принимать переменная, относящаяся к данному типу? 1) Интервальный 2) Перечисляемый 3) Запись
7. Какой тип данных является отрезком или частью другого целого типа данных, называемого базовым? 1) Интервальный 2) Запись 3) Перечисляемый
8. Структура данных, состоящая из отдельных именованных компонентов разного типа, называемых полями - это: 1) Перечисляемый тип 2) Запись 3) Интервальный тип
9. Какая инструкция позволяет использовать в тексте программы имена полей без указания



1641333699

имени переменной-записи: 1) IF 2) FOR 3) WITH

Критерии оценивания:

- 85- 100 баллов - при ответе на <84% вопросов
- 64 - 84 баллов - при ответе на >64 и <85% вопросов
- 50 - 64 баллов - при ответе на >49 и <65% вопросов
- 0 - 49 баллов - при ответе на <45% вопросов

Количество баллов	0-49	50-64	65-84	85-100
Шкала оценивания	неуд	удовл	хорошо	отлично
	Не зачтено		Зачтено	

5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

1. Текущий контроль успеваемости обучающихся, осуществляется в следующем порядке: в конце завершения освоения соответствующей темы обучающиеся, по распоряжению педагогического работника, убирают все личные вещи, электронные средства связи и печатные источники информации.

Для подготовки ответов на вопросы обучающиеся используют чистый лист бумаги любого размера и ручку. На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер учебной группы и дату проведения текущего контроля успеваемости.

Научно-педагогический работник устно задает два вопроса, которые обучающийся может записать на подготовленный для ответа лист бумаги.

В течение установленного научно-педагогическим работником времени обучающиеся письменно формулируют ответы на заданные вопросы. По истечении указанного времени листы бумаги с подготовленными ответами обучающиеся передают научно-педагогическому работнику для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

При подготовке ответов на вопросы обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации. В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации - оценка результатов текущего контроля соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по результатам выполнения лабораторных и (или) практических работ осуществляется в форме отчета, который предоставляется научно-педагогическому работнику на бумажном и (или) электронном носителе. Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся.

2. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине



1641333699

обучающиеся должны:

1. получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;
2. получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на два вопроса, выбранных в случайном порядке.

Для подготовки ответов используется чистый лист бумаги и ручка.

На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер учебной группы и дату проведения аттестационного испытания.

При подготовке ответов на вопросы обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации.

По истечении указанного времени, листы с подготовленными ответами на вопросы обучающиеся передают научно-педагогическому работнику для последующего оценивания результатов промежуточной аттестации.

В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации – оценка результатов промежуточной аттестации соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения аттестационного испытания.

Результаты промежуточной аттестации обучающихся размещаются в ЭИОС КузГТУ.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся могут быть организованы с использованием ЭИОС КузГТУ, порядок и формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся при этом не меняется.

6 Учебно-методическое обеспечение

6.1 Основная литература

1. Федотов, К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. (специальности) 130400 "Горн. дело", специализация "Обогащение полез. ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская. – Москва : Горная книга, 2012. – 536 с. – (Обогащение полезных ископаемых). – Текст : непосредственный.

2. Вознесенский, А. С. Моделирование физических процессов в горном деле. Компьютерное моделирование / А. С. Вознесенский, М. Н. Красилов, Я. О. Куткин. – Издательский Дом МИСиС, 2018. – с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/78566.html> (дата обращения: 25.06.2022). – Текст : электронный.

3. Вознесенский, А. С. Моделирование физических процессов горного производства : учебное пособие / А. С. Вознесенский. — Москва : МИСИС, 2018. — 212 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116425> (дата обращения: 25.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Дополнительная литература

1. Верхотуров, М. В. Гравитационные методы обогащения : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полезных ископаемых", [а также для магистров и аспирантов] / М. В. Верхотуров. – Москва : МАКС Пресс, 2006. – 352 с. – Текст : непосредственный.

2. Мак-Кракен, Д. Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе : [для студентов и аспирантов вузов] / Д. Мак-Кракен, У. Дорн ; пер. с англ. Б. Н. Казака ; под ред. Б. М. Наймарка. – 2-е изд., стер. – Москва : Мир, 1977. – 584 с. – Текст : непосредственный.

3. Техника и технология обогащения углей : справ. руководство / В. В. Беловолов [и др.]; под ред. В. А. Чантурия, А. Р. Молявко; РАН, Ин-т проблем комплексного освоения недр [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1995. – 622 с. – Текст : непосредственный.

4. Справочник по обогащению углей / З. Ш. Беринберг [и др.]; под ред. И. С. Благова, А. М. Коткина, Л. С. Зарубина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Недр, 1984. – 614 с. – Текст : непосредственный.

5. Современная техника и технологии обогащения российских углей : каталог-справочник / Федеральное агентство по энергетике ; сост. Л. А. Антипенко [и др.]; под общ. ред. В. М. Щадова. – Кемерово, 2008. – 310 с. – Текст : непосредственный.



1641333699

6. Вознесенский, А. С. Моделирование физических процессов горного производства / А. С. Вознесенский. - Издательский Дом МИСиС, 2018. - с. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/98209.html> (дата обращения: 25.06.2022). - Текст : электронный.

6.3 Методическая литература

1. Колокольникова, А. И. Компьютерное моделирование вычислительных задач средствами Microsoft Excel : методические указания по выполнению контрольной работы № 2 по дисциплине «Информатика» для студентов специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование» всех форм / А. И. Колокольникова, Л. С. Таганов, Е. В. Прокопенко ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. приклад. информ. технологий. - Кемерово : КузГТУ, 2012. - 52 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=5109> (дата обращения: 25.06.2022). - Текст : электронный.

2. Моделирование проявлений горного давления : методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Геомеханика» для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» специализаций 130401.65 «Подземная разработка пластовых месторождений», 130404.65 «Маркшейдерское дело» и 130412.65 «Технологическая безопасность и горноспасательное дело» всех форм обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. разраб. месторождений полез. ископаемых подзем. способом ; сост. А. А. Ренев, Л. А. Белина. - Кемерово : КузГТУ, 2014. - 26 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=8156>. - Текст : непосредственный + электронный.

3. Построение эпюр изгибающих моментов в балках с использованием EXCEL : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Моделирование физических процессов в горном деле» для студентов направления 21.05.04 «Горное дело», специализации «Шахтное и подземное строительство», очной формы обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. стр-ва подзем. сооружений и шахт ; сост. Е. Г. Кассихина. - Кемерово : КузГТУ, 2016. - 8 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=1758> (дата обращения: 25.06.2022). - Текст : электронный.

6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
3. Электронная библиотека КузГТУ https://elib.kuzstu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=230&Itemid=229
4. Электронная библиотечная система Новосибирского государственного технического университета <https://clck.ru/UoXpv>
5. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

6.5 Периодические издания

1. Вестник Кузбасского государственного технического университета : научно-технический журнал (печатный/электронный) <https://vestnik.kuzstu.ru/>
2. Вычислительные технологии : журнал (печатный)
3. Информационные технологии (с приложением) : теоретический и прикладной научно-технический журнал (печатный)
4. Мир ПК : журнал для пользователей персональных компьютеров (печатный)
5. Прикладная информатика : научно-практический журнал (электронный) <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=25599>
6. Программирование : журнал (печатный)

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

а) Электронная библиотека КузГТУ. - Текст: электронный // Научно-техническая библиотека Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева : сайт. - Кемерово, 2001 - . - URL: <https://elib.kuzstu.ru/>. - Текст: электронный.

б) Портал.КузГТУ : Автоматизированная Информационная Система (АИС) : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. - Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. - URL: <https://portal.kuzstu.ru/>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст: электронный.

в) Электронное обучение : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т.



1641333699

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых"

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине (модулю) практике, государственной итоговой аттестации, устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине (модулю), практике организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), программы практики в следующем порядке:

1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля), практики;

1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде КузГТУ в порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

1.3 содержание основной и дополнительной литературы.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:

2.1 выполнение практических и (или) лабораторных работы и (или) отчетов в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Autodesk AutoCAD 2017
2. Mozilla Firefox
3. Google Chrome
4. Opera
5. Yandex
6. 7-zip
7. Microsoft Windows
8. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
9. Kaspersky Endpoint Security
10. Браузер Спутник

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых"

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены специальные помещения:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Организации.

2. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.



11 Иные сведения и (или) материалы

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных так и современных интерактивных технологий.

В рамках аудиторных занятий применяются следующие интерактивные методы:

разбор конкретных примеров;

мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов текущего контроля.



1641333699



1641333699

Список изменений литературы на 01.09.2019

Основная литература

1. Федотов, К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. (специальности) 130400 "Горн. дело", специализация "Обогащение полез. ископаемых" / К. В. Федотов, Н. И. Никольская. – Москва : Горная книга, 2012. – 536 с. – (Обогащение полезных ископаемых). – Текст : непосредственный.
2. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 400 с. – ISBN 978-5-8114-0799-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/537> (дата обращения: 01.09.2019). – Текст : электронный.
3. Клейн, М. С. Технология обогащения углей : учебное пособие для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полез. ископаемых. – Кемерово : КузГТУ, 2011. – 128 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90655&type=utchposob:common> (дата обращения: 01.09.2019). – Текст : электронный.
4. Кармазин, В. В. Расчеты технологических показателей обогащения полезных ископаемых : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подгот. дипломир. специалистов "Горн. дело" / В. В. Кармазин, И. К. Младецкий, П. И. Пилов. – 2-е изд., стер. – Москва : Горная книга, 2009. – 221 с. – (Обогащение полезных ископаемых). – Текст : непосредственный.

Дополнительная литература

1. Верхотуров, М. В. Гравитационные методы обогащения : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Обогащение полезных ископаемых", [а также для магистров и аспирантов] / М. В. Верхотуров. – Москва : МАКС Пресс, 2006. – 352 с. – Текст : непосредственный.
2. Мак-Кракен, Д. Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНе : [для студентов и аспирантов втузов] / Д. Мак-Кракен, У. Дорн ; пер. с англ. Б. Н. Казака ; под ред. Б. М. Наймарка. – 2-е изд., стер. – Москва : Мир, 1977. – 584 с. – Текст : непосредственный.
3. Экономико-математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых : учебное пособие для студентов специализации 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых» специальности 130400.65 «Горное дело» / В. И. Удовицкий [и др.] ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полезн. ископаемых. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 52 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90930&type=utchposob:common> (дата обращения: 01.09.2019). – Текст : электронный.
4. Техника и технология обогащения углей : справ. руководство / В. В. Белололов [и др.]; под ред. В. А. Чантурия, А. Р. Молякко; РАН, Ин-т проблем комплексного освоения недр [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1995. – 622 с. – Текст : непосредственный.
5. Современная техника и технологии обогащения российских углей : каталог-справочник / Федеральное агентство по энергетике ; сост. Л. А. Антипенко [и др.] ; под общ. ред. В. М. Щадова. – Кемерово, 2008. – 310 с. – Текст : непосредственный.
6. Плис, А. И. Mathcad / А. И. Плис, Н. А. Сливина. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 656 с. – ISBN 527902550X. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68904 (дата обращения: 01.09.2019). – Текст : электронный.



1641333699