

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»**

филиал КузГТУ в г. Прокопьевске

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала

Е.Ю. Пудов

« 24 » 05 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Экономико-математическое моделирование процессов и
технологий обогащения полезных ископаемых**

Специальность 21.05.04 Горное дело
Специализация/направленность (профиль) 06 Обогащение
полезных ископаемых

Присваиваемая квалификация
"Горный инженер (специалист)"

Формы обучения
очная, очно-заочная,
заочная

Прокопьевск 2024г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и комплексной механизации горных работ

Протокол № 9 от «25» 04 2024 г.

Заведующий кафедрой
Технологии и комплексной механизации
горных работ



В.Н. Шахманов

Согласовано учебно-методической комиссией
Протокол № 10 от «24» 05 2024 г.

Председатель учебно-методической комиссией



Е.С. Голикова

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

Освоение дисциплины направлено на формирование:
профессиональных компетенций:

ПК-1 - Способность к организации разработки и внедрения в производство прогрессивных, экономически обоснованных, энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов, обеспечивающих конкурентоспособный уровень качества выпускаемой продукции на мировом рынке

ПК-4 - Способность к управлению процессами организационной подготовки производства методами компьютерного моделирования технологических процессов при переходах на новый вид оборудования, новый вид продукции или изменении сырьевой базы

ПК-8 - Способность к стратегическому управлению длительными и ресурсоемкими комплексами работ на основе проектно- и программно-ориентированного планирования деятельности организации

Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций

Индикатор(ы) достижения:

анализирует процессы переработки минеральных ресурсов для совершенствования ресурсосберегающих технологий по получению продукции требуемого качества.

контролирует показатели технологических процессов при изменении сырьевой базы и при переходе на новый вид оборудования.

участвует в разработке основных положений технологической стратегии развития организации и определении основных параметров производственно-технологической и инновационной политики на основе проектно- и программно-ориентированного планирования деятельности организации.

Результаты обучения по дисциплине:

Знает

- методики расчета технологических и экономических показателей процессов и схем обогащения.

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

методы разработки организационных структур и информационно-управленческих систем инновационной организации;

- основные положения теории принятия решений и экономико-математического моделирования; методы управления организационными изменениями в организации при внедрении новой техники и технологий.

Умеет

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

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

применять законы естественно-научных дисциплин и математический аппарат для принятия решений в области стратегического и тактического планирования и организации производства;

- разрабатывать методы создания системы управления процессами планирования производственных ресурсов и производственных мощностей промышленной организации.

Владеет

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

готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.

разрабатывать организационно-техническую и организационно-экономическую документацию (графики работ, инструкции, планы, частные технические задания) и составлять управленческую отчетность по утвержденным формам.



1710371024

2 Место дисциплины "Экономико-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: Математика, Физика.

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 "Экономико-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 "Экономико-математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых" составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| Форма обучения | Количество часов | | |
|---|------------------|----|----------------|
| | ОФ | ЗФ | ОЗФ |
| Курс 4/Семестр 7 | | | |
| Всего часов | 180 | | |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий): | | | |
| Аудиторная работа | | | |
| Лекции | 32 | | |
| Лабораторные занятия | 32 | | |
| Практические занятия | | | |
| Внеаудиторная работа | | | |
| Индивидуальная работа с преподавателем: | | | |
| Курсовое проектирование | 2 | | |
| Консультация и иные виды учебной деятельности | | | |
| Самостоятельная работа | 78 | | |
| 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 | | | 2 |
| Консультация и иные виды учебной деятельности | | | |
| Самостоятельная работа | | | 126 |
| Форма промежуточной аттестации | | | экзамен /36 |

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



1710371024

4.1. Лекционные занятия

| Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание | Трудоемкость в часах | | |
|--|----------------------|----|-----|
| | ОФ | ЗФ | ОЗФ |
| Раздел 1. Введение. Лекция 1. Содержание курса. Оптимизационные модели, их структура. Этапы решения оптимизационной задачи. | 2 | | |
| Раздел 2. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal. Лекция 2. Методы и средства поиска оптимальных решений. Особенности решения задач математического программирования. | 2 | | |
| Лекция 3. Графическое решение оптимизационной задачи. | 2 | | |
| Раздел 3. Применение методов физического моделирования технологических процессов для подготовки и обработки информации на ПЭВМ. Лекция 4. Существующие технологические схемы гравитационного обогащения каменных углей в зависимости от категории обогатимости. | 2 | | |
| Лекция 5. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава шихты. Аналитическое представление суммарных характеристик крупности. | 2 | | |
| Лекция 6. 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. | 2 | | |
| Раздел 4. Моделирование процессов обогащения. Лекция 7. Определение среднего вероятного отклонения и коэффициента погрешности разделения. | 2 | | |
| Лекция 8. Методы прогнозирования результатов гравитационного обогащения. Выбор и обоснование критериев оптимальности при расчете схем. | 2 | | |
| Лекция 9. 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. | 2 | | 2 |
| Лекция 10. Факторное планирование флотационного обогащения. Поиск оптимальной области эксперимента методом Бокса-Уилсона. Описание логической структуры программы "Faktor" и ее использование при моделировании флотации на ЭВМ. | 2 | | |
| Раздел 5. Моделирование технологических схем обогащения в зависимости от критерия оптимальности. Лекция 11. Алгоритм расчета максимального выхода суммарного концентрата планируемой зольности без предварительного составления теоретического баланса. | 2 | | 2 |



1710371024

| | | | |
|--|-----------|--|----------|
| Лекция 12. Математическое моделирование технологических процессов в зависимости от критерия оптимальности. | 2 | | |
| Лекция 13. Алгоритм расчета ожидаемых результатов переобогащения промпродукта. | 4 | | 2 |
| Лекция 14. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Зиминка», «Абашевская», «Сибирь». | 4 | | 2 |
| Итого | 32 | | 8 |

4.2. Лабораторные занятия

| Наименование работы | Трудоемкость в часах | | |
|--|----------------------|----|----------|
| | ОФ | ЗФ | ОЗФ |
| Решение задач. | 6 | | 2 |
| <i>Лабораторная работа № 1.</i> Среднеквадратическая аппроксимация и метод наименьших квадратов | 6 | | 2 |
| <i>Лабораторная работа № 2.</i> Моделирование качественной характеристики шихты. | 6 | | 2 |
| <i>Лабораторная работа № 3.</i> Планирование результатов гравитационного обогащения угля | 6 | | 2 |
| <i>Лабораторная работа № 4.</i> Аппроксимация кривых обогатимости интерполяционным полиномом Лагранжа. | 6 | | |
| Защита лабораторных работ | 2 | | |
| Итого | 32 | | 8 |

4.3 Практические (семинарские) занятия

| 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 |
| Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к занятиям. Выполнение курсового проекта | 42 | | 45 |
| Выполнение контрольной работы для студентов заочной формы обучения | - | | 45 |



1710371024

| | | | |
|---------------------------------------|-----------|--|------------|
| Подготовка к промежуточной аттестации | 36 | | 36 |
| Итого: | 78 | | 126 |
| Экзамен | 36 | | 36 |

4.5 Курсовое проектирование

Целью курсового проекта, является прогнозирование гранулометрического состава каменных углей на основе применения методов вычислительной техники, математического моделирования и математических методов.

Задачи курсового проекта

1. Определить параметры заданных функций методом наименьших квадратов.
2. Построить точечный график результатов эксперимента и графики приближающих функций.
3. Оценить качество эмпирических зависимостей по среднему квадратическому отклонению и по лучшей аппроксимации рассчитать выход и зольность классов 2-13 и 0,2-2 мм.

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

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Экономико-математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых»:

5.1 Паспорт фонда оценочных средств

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

| Ф о р м а (ы) т е к у щ е г о к о н т р о л я | Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине (модулю) | Уровень |
|--|---|--|---|----------------|
| | | | | |



1710371024

| | | | | |
|--|------|---|---|---------------------|
| Опрос по контрольным вопросам, подготовка отчетов по лабораторным работам. | ПК-1 | анализирует процессы переработки минеральных ресурсов для совершенствования ресурсосберегающих технологий по получению продукции требуемого качества. | <p>Знать методики расчета технологических и экономических показателей процессов и схем обогащения.</p> <p>Уметь проводить сравнительный анализ капитальных и эксплуатационных затрат для обоснования выбора технологии обогащения.</p> <p>Владеть умением выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом.</p> | Высокий или средний |
| | ПК-4 | контролирует показатели технологических процессов при изменении сырьевой базы и при переходе на новый вид оборудования. | <p>Знать критерии оптимальности процессов и технологий обогащения для достижения максимума функции цели.</p> <p>Уметь пользоваться компьютерными программами при расчете технологических схем обогащения для определения оптимальных плотностей разделения, при которых достигается максимальный выход суммарного концентрата требуемого качества.</p> <p>Владеть готовностью принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством.</p> | |



1710371024

| | | | | |
|---|------|--|---|--|
| | ПК-8 | участвует в разработке основных положений технологической стратегии развития организации и определении основных параметров производственно-технологической и инновационной политики на основе проектно- и программно-ориентированного планирования деятельности организации. | <p>Знать методы разработки организационных структур и информационно-управленческих систем инновационной организации; основные положения теории принятия решений и экономико-математического моделирования; методы управления организационными изменениями в организации при внедрении новой техники и технологий.</p> <p>Уметь применять законы естественно-научных дисциплин и математический аппарат для принятия решений в области стратегического и тактического планирования и организации производства; разрабатывать методы создания системы управления процессами планирования производственных ресурсов и производственных мощностей промышленной организации.</p> <p>Владеть разрабатывать организационно-техническую и организационно-экономическую документацию (графики работ, инструкции, планы, частные технические задания) и составлять управленческую отчетность по утвержденным формам.</p> | |
| <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

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

Текущий контроль по темам дисциплины заключается в опросе по контрольным вопросам, подготовке отчетов по лабораторным работам.

Опрос по контрольным вопросам:

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

Например:



1710371024

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 логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

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. Содержание курса. Оптимизационные модели, их структура. Этапы решения оптимизационной задачи.

1. На чем основывается метод моделирования:

- a) На принципе аналогии
- b) На принципе соответствия
- c) На принципе подобия
- d) На принципе реальности

Раздел 2. Математическое моделирование и программирование в среде Turbo Pascal.

Лекция 2. Методы и средства поиска оптимальных решений. Особенности решения задач математического программирования.

1. 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.

2. 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

Лекция 3. Графическое решение оптимизационной задачи.

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

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

Лекция 4. Существующие технологические схемы гравитационного обогащения каменных углей в зависимости от категории обогатимости.

- 1. Назовите основной элемент, определяющий надежность схемы.
- 2. Что представляет собой математическая модель схемы ?

Лекция 5. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава шихты. Аналитическое



1710371024

представление суммарных характеристик крупности.

1. Постановка задачи аппроксимации функций.
2. Когда применяется интерполяция функций?

Лекция 6. Моделирование качественного состава шихты.

1. Цели моделирования на различных этапах производства.
2. Какие существуют типы моделирования?

Раздел 4. Моделирование процессов обогащения.

Лекция 7. Определение среднего вероятного отклонения и коэффициента погрешности разделения.

1. Чем отличаются сепарационные характеристики гидравлических классификаторов от других аппаратов?
2. Поясните различие сепарации в тяжелых средах в статических и динамических условиях сепарации.

Лекция 8. Методы прогнозирования результатов гравитационного обогащения. Выбор и обоснование критериев оптимальности при расчете схем.

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

Лекция 9. Аппроксимация кривых обогатимости интерполяционным полиномом Лагранжа.

1. Сущность метода интерполяции.
2. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
3. Аппроксимация кривых обогатимости интерполяционным полиномом Лагранжа.

Лекция 10. Факторное планирование флотационного обогащения.

1. К подготовительным процессам относится
 - a) дробление, измельчение и классификация;
 - b) сгущение;
 - c) фильтрация;
 - d) флотация;
 - e) коронация;
2. Реагенты, применяемые для ускорения процессов сгущения продуктов обогащения
 - a) сорбенты;
 - b) флокулянты;
 - c) мобилизаторы;
 - d) стабилизаторы;
 - e) измельчители
3. Процесс основанный на разделении смеси зерен по плотности в гравитационном или центробежном поле в среде, плотность которая промежуточная между плотностями разделяемых частиц называются
 - a) дробление;
 - b) измельчение;
 - c) классификация;
 - d) грохочение;
 - e) обогащением в тяжелых средах.

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

Лекция 11. Алгоритм расчета максимального выхода суммарного концентрата планируемой зольности без предварительного составления теоретического баланса.

1. Какие технологические показатели относят к критериям оптимальности?
2. Метод обогащения по крупности, цвету, блеска называется
 - a) сортировкой
 - b) электрический метод;
 - c) магнитный метод;



1710371024

- d) выщелачивание;
 - e) химическое обогащение;
3. Метод позволяющий выделить ценные металлы в форме легко извлекаемых ТВ соединений
- a) осаждение;
 - b) измельчение;
 - c) дробление;
 - d) грохочение;
 - e) флотация.

Лекция 12. Математическое моделирование технологических процессов в зависимости от критерия оптимальности.

1. Перспективы применения методов оптимизации и моделирования в проектировании технологических процессов.

2. Приемы моделирования процессов и объектов: материальное (физическое и аналоговое), идеальное (интуитивное, знаковое).

3. Модель, объект, адекватность, простота. Входные, выходные, внутренние переменные. Иерархия данных.

Лекция 13. Алгоритм поиска оптимальных плотностей разделения, обеспечивающих получение максимальной выручки от реализации обогащенных продуктов.

1. Перечислите факторы, влияющие на размер выручки от реализации.

2. Как определяются остатки готовой продукции на складе предприятия на конец планируемого периода?

3. Как рассчитать коэффициенты перерасчета остатков нереализованной продукции из производственной себестоимости в отпускные цены?

Лекция 14. Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Кузбасская», «Березовская». Моделирование на ЭВМ технологических схем и процессов обогащения ЦОФ «Зиминка», «Абашевская», «Сибирь». 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:

Пример выполнения практической работы.

Программирование задач табулирования функции одной переменной

Цель работы: Освоить технологию программирования задач табулирования функции одной переменной на алгоритмическом языке Turbo Pascal 7.0.

Задачи работы:

1. Получить практические навыки разработки алгоритмов табулирования функции одной переменной;
2. Получить практические навыки программирования задач табулирования функции одной переменной в среде алгоритмического языка Turbo Pascal 7.0.

Обеспечивающие средства: персональный компьютер, транслятор алгоритмического языка Turbo Pascal 7.0.

Задание: выполнить разработку алгоритма решения задачи в соответствии с заданным преподавателем вариантом задания; составить программу решения задачи; выполнить отладку и тестирование программы.

Требования к отчету. Итоги практической работы представить в виде:

a) блок-схемы алгоритма решения задачи в тетради;

b) результатов решения задачи в тетради;

в) файлов отлаженной программы в папке Мои документы\Lab2 с именами <Фамилия студента>.pas, <Фамилия студента>.exe.

Технология работы:

1. Ознакомиться с описанием задачи табулирования функции одной переменной
2. Рассмотреть пример готового алгоритма решения задачи табулирования функции одной



1710371024

- переменной (пример 3)
3. Рассмотреть пример готовой программы решения задачи (пример 3)
 4. Для заданного преподавателем варианта задания определить область допустимых значений функции
 5. Разработать алгоритм решения задачи
 6. Загрузить Turbo Pascal 7.0
 7. Ввести текст программы
 8. Выполнить отладку программы
 9. Произвести тестирование программы при заданных преподавателем исходных данных
 10. Сохранить программу

Описание задачи табулирования функции одной переменной. Разработать программу для вычисления таблицы значений некоторой функции $F(x)$ при значениях аргумента в интервале от A до B с некоторым шагом H . Шаг по аргументу либо задается пользователем при вводе данных, либо определяется заданием числа N разбиений интервала.

Программа должна быть способна к работе (не допускать прерывания) при любых A , B , H или N . Для этого предварительно необходимо оценить область определения $F(x)$ и предусмотреть в программе отказ от вычислений за пределами этой области, устранить все неопределенности по правилу Лопиталья или другими приемами, преобразовать выражения к форме, допускающей использование библиотеки функций Паскаля. Так для вычисления значений функции $\arcsin(x)$, отсутствующей в библиотеке, на основании знания элементарной тригонометрии можно получить:

$$\arcsin(x) = \arctg(x/(1-x^2)) \text{ при } |x| < 1;$$

$$\arcsin(x) = \pi/2 - x \text{ при } |x| = 1;$$

$$\arcsin(x) \text{ не определена при } |x| > 1.$$

При вычислении функции $\sin(x)/x$ необходимо проверять условие $x=0$ во избежание прерывания при делении на нуль и полагать значение этой функции при $x=0$, равным 1.

При выполнении возведения в степень x^y (в Паскале нет такой элементарной операции) можно использовать эквивалентное представление для неотрицательного основания

$$x^y = \exp(y \times \ln(x)) \text{ при } x > 0;$$

$$x^y = 0 \text{ при } x = 0, y > 0;$$

$$x^y = 1 \text{ при } y = 0.$$

(при отрицательном x и целочисленном y $x^y = \exp(y \times \ln(|x|))$) со знаком "+" или "-" соответственно при четном и нечетном y .

Результаты вычислений должны выдаваться на экран в табличной форме с разумным числом знаков после десятичной точки.

Пример 3

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

Алгоритм решения задачи представлен на рисунке.....

В блоке 2 вводятся границы интервала (a , b) и количество разбиений интервала n . Далее рассчитывается шаг изменения аргумента h . Вычисления повторяются до тех пор, пока величина x не превысит значение правой границы интервала. При отрицательном аргументе расчет не проводится.

Текст программы:

```

Program Lab2; { Табулирование функции y=ln(x)×x×exp(-x²)
=====}
Uses Crt;
var
  a, b : real; {начальное и конечное значения аргумента}
  y : real; {значение функции}
  x : real; {значение аргумента}
  h : real; {шаг изменения аргумента}
  c : char;
  n : real;
  k,i: integer;
Procedure Stroka; {-----}

```



1710371024

```

begin
  Write (' :-----:');
end;
{ Основная программа ===== }
Begin
  TextBackground(1);
  TextColor(14);
  ClrScr;
  Write('начальное значение аргумента, a .....');Readln(a);
  Write('конечное значение аргумента, b .....');Readln(b);
  Write('число разбиений интервала a-b, n .....');Readln(n);
  ClrScr;
  h := (b-a)/n;
  x := a;
  STROKA;
  Writeln (' Результаты расчета  $y=\ln(x)*x*\exp(-x*x)$ ');
  Write (' : N: X,' : Y : e'+
    'интервале');
  Writeln (' от',a:3:0,' до',b:3:0,' с шагом ',h:4:2);
  Stroka;
  Writeln;
  k:=1;
  Repeat
  If x > 0 then
    Begin
      y := ln(x) * x * exp(-x*x);
      Writeln (' :', k:3,' :',x:7:2,' :',y:9:4,'+
        ':');
    End
  else
    begin
      Write (' :', k:3,' :',x:7:2,' :');
      TextColor(20);
      write (' не существ. ');
      TextColor(14);
      writeln(':');
    end;
  x := x+h;
  k:=k+1;
  Until
  x > b+h;
  Stroka;
  c:=Readkey;
End.

```

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:



1710371024

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

Критерии оценивания:

- 75 - 100 баллов - при ответе на >75% вопросов
- 0 - 74 баллов - при ответе на <75% вопросов

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

5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации является зачет, в процессе которого определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются:

- зачетные отчеты обучающихся по практическим работам;
- ответы обучающихся на вопросы во время опроса.

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.

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 зачету:

1. Метод Симпсона: формула, геометрическая интерпретация, ошибка метода, вывод формулы для Si



1710371024

2. Метод Монте-Карло. Погрешность метода Монте-Карло.
3. Метод Гаусса: приведение интеграла к новым пределам, формула для коэффициентов A_i , формула интегрирования. Для каких функции отдельные формулы метода Гаусса дают совершенно верный результат?
4. Когда применяется линейная интерполяция, интерполяция полиномом Лагранжа, сплайн-интерполяция?
5. Что такое алгоритм?
6. Дайте определение программе.
7. Какие этапы предусматривает разработка программы.
8. Дайте определение переменной.
9. Что могут хранить константы?
10. Какие данные можно хранить в переменной, описанной типом Integer?
11. Какие действительные типы вы знаете в языке Delphi?
12. Для хранения каких данных используется тип Char?
13. Для хранения каких данных используется тип String?
14. Какие значения может принимать переменная описанная типом Boolean?
15. Назначение оператора присваивания.
16. Какие арифметические операторы есть в языке Delphi?
17. Какую структуру в общем виде имеет программа, написанная на языке Delphi?
18. Какие файлы может содержать проект программы на языке Delphi?
19. Как сохранить, разработанный проект? Опишите последовательность действий.
20. Какие функции преобразования типов вы знаете?

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. Как называется переменная, значением которой является адрес другой переменной или



1710371024

структуры данных:

1. Определитель
2. Указатель
3. Распределитель

7. Как называется переменная, память для которой выделяется во время работы программы?

1. Строковая
2. Целая
3. Динамическая

8. Указатели и динамические переменные позволяют создавать сложные динамические структуры данных, которые называются:

- 1) Списки
- 2) Записи
- 3) Прописи

9. Сложная структура, включающая, помимо описания данных, описание процедур и функций, которые могут быть выполнены над объектом:

- 1) Список
- 2) Класс
- 3) Запись

10. Представитель класса, который в Delphi является динамической структурой:

1. Объект
2. Запись
3. Список

11. Процедуры и функции, объявление которых включено в описание класса, выполняющие действия над объектами:

- 1) Метод класса
- 2) Свойство класса
- 3) Действия класса

12. Скрытие полей объекта с целью обеспечения доступа к ним только посредством методов класса

- 1) Полиморфизм
- 2) Наследование
- 3) Инкапсуляция

13. Возможность порожденного класса (потомка) наследовать свойства и методы своего базового, родительского класса – это:

- 1) Порождение
- 2) Наследование
- 3) Добавление

14. Событие создания объекта (формы, элемента управления):

1. CLICK
2. CREATE
3. ENTER

15. Событие происходит при появлении окна в начале работы графической программы

- 1) MOUSEUP
- 2) KEYPRESS
- 3) PAINT

16. Возможность использовать одинаковые имена для методов, входящих в различные классы:



1710371024

1. Инкапсуляция
2. Полиморфизм
3. Наследование

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.

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



1710371024

аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине 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.

Примерный перечень вариантов курсового проекта

Исходные данные для расчета: количественная характеристика пласта и приближающая функция 1-4 ого порядка.

| № варианта | Номера приближающих функций | | | | № пласта |
|------------|-----------------------------|---|----|----|----------|
| 1 | 1 | 6 | 9 | 13 | 1 |
| 2 | 2 | 7 | 10 | 14 | 2 |
| 3 | 3 | 8 | 11 | 15 | 3 |
| 4 | 4 | 6 | 12 | 16 | 4 |
| 5 | 5 | 7 | 9 | 13 | 5 |
| 6 | 1 | 8 | 10 | 14 | 6 |
| 7 | 2 | 6 | 11 | 15 | 7 |
| 8 | 3 | 7 | 12 | 16 | 8 |
| 9 | 4 | 8 | 9 | 13 | 9 |
| 10 | 5 | 6 | 10 | 14 | 10 |

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 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 $y =$



1710371024

$\ln(x) \times x \times \exp(-x^2)$ 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.

5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле

Отчет по лабораторной работе включает в себя: номер, название и цель работы, краткое описание теоретических положений, содержание и порядок проведения работы, оформление результатов и вывод.

Вопросы для защиты лабораторной работы:

1. Методика выполнения работы.
2. Область применения методики расчета.
3. Оценка полученных результатов.
4. Применение на практике данной методики оценки процесса.

Оценочные средства для защиты лабораторных работ:

- 90 - 100 баллов при правильном и полном ответе на 4 вопроса;
- 75 - 89 баллов при правильном и полном ответе на 3 вопроса и правильном неполном ответе на 1 вопрос;
- 65 - 74 балла при правильном и полном ответе на 2 вопроса и правильном неполном ответе на 2 вопроса;
- 0 - 64 балла при неправильном и неполном ответе на 2 вопроса и неполном ответе на 2 вопроса или при отсутствии правильных ответов.

| | | |
|-------------------|------------|----------|
| Количество баллов | 0 - 64 | 65 - 100 |
| Шкала значений | Не зачтено | Зачтено |

Критерии оценивания контрольной работы:

- 90 - 100 баллов при правильном и полном ответе на вопросы ;
- 64 - 89 баллов при правильном, но неполном ответе на вопросы ;
- 0 - 64 балла при неправильном и неполном ответе на вопросы.

| | | |
|-------------------|------------|----------|
| Количество баллов | 0 - 64 | 65 - 100 |
| Шкала оценивания | Не зачтено | Зачтено |

Критерии оценивания курсового проекта:

- 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. Во время экзамена обучающийся отвечает на билет, содержащий 2 вопроса.

Критерии оценивания ответов на билет:

- 90 - 100 баллов при правильном и полном ответе на 2 вопроса;
- 75 - 89 баллов при правильном и полном ответе на 1 вопроса и неполном правильном ответе на 1 вопрос;
- 65 - 74 балла при правильном и полном ответе на 1 вопрос и неправильном и неполном ответе на 1 вопрос;
- 0 - 64 балла при отсутствии ответа на 2 вопроса или неполный правильный ответ на 1 вопрос и неправильные ответы на 1 вопроса.



1710371024

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

Вопросы к экзамену по дисциплине
«Экономико-математическое моделирование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых»

1. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную 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 $y = \exp(a_0 + a_1 x)$
3. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда
4. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x^{0.5} / \exp(a_1/x)$
5. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
6. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x + a_1/x$.
7. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренд
8. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = x/(a_0 x + a_1)$
9. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда
10. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 x$.
11. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
12. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 2 a_0 \times x^{a_1} / (1 + a_0 x^{a_1})$.
13. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
14. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = (x/a_0)^{a_1}$.
15. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
16. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y^{a_0} = a_1 x$.
17. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
18. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x^{a_1}$
19. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
20. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x^{a_1} / (1 + a_0 x^{a_1})$.
21. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
22. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 x / (1 + a_1 x^2)$.
23. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
24. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = x^{a_0 + a_1 x}$.
25. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.



1710371024

26. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = 100 / \exp(a_0 x^{a_1})$.
27. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
28. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$.
29. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
30. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 \ln x + a_2 \ln^2 x$.
31. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.
32. Для заданных таблично значений отверстий сит x и суммарных выходов y определить методом наименьших квадратов параметры аппроксимирующей функции $y = a_0 + a_1 1/x + a_2 1/x^2$.
33. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную 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 $y = 1/(a_0 + a_1 x + a_2 x^2)$.
35. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную 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 $y = \exp(a_0 + a_1 x + a_2 x^2)$.
37. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить полиномиальную 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 $y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3$.
39. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить логарифмическую 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 $y = a_0 + a_1 \ln x + a_2 \ln^2 x + a_3 \ln^3 x$.
41. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить экспоненциальную 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 $y = a_0 + a_1 1/x + a_2 1/x^2 + a_3 1/x^3$.
43. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную 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 $y = 1/(a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3)$.
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 $y = \exp(a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3)$.
47. Для тех же условий с использованием Мастера Диаграмм *Excel* создать точечную диаграмму и построить степенную линию тренда. Показать на диаграмме уравнение линии тренда.

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.



1710371024

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.

1. 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 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,



1710371024

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> – 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> – Текст : электронный.

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. 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> – Текст : электронный.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

6.3 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> – Текст : электронный.

2. 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> – Текст : электронный.

3. 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.



1710371024

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://library.kuzstu.ru/index.php/punkt-2/podrazdel-21>
4. Электронная библиотека 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 <https://vestnik.kuzstu.ru/>
2. Информационные технологии и вычислительные системы : журнал <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8746>
3. Мир ПК : журнал для пользователей персональных компьютеров
4. Прикладная информатика : научно-практический журнал <https://eivis.ru/browse/publication/66410>
5. Программирование : журнал

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Электронное обучение : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: <https://el.kuzstu.ru/>. – Режим доступа: для авториз. пользователей КузГТУ. – Текст: электронный.

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Экономико-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.



1710371024

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Экономико-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. Libre Office
3. Mozilla Firefox
4. Google Chrome
5. Opera
6. Yandex
7. 7-zip
8. Open Office
9. Microsoft Windows
10. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
11. Kaspersky Endpoint Security
12. Браузер Спутник

10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Экономико-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 Интернет и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде 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.



1710371024

12. Внесение дополнений по филиалу КузГТУ в г. Прокопьевске

12.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля):

Основная литература

1. Попов, А. М. Экономико-математические методы и модели: учебник для вузов / Попов А. М., Сотников В. Н. ; Под общ. ред. Попова А.М.. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 345 с. – ISBN 978-5-534-14867-1. – URL: <https://urait.ru/book/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modeli-484234>– Текст : электронный.

2. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. – 4-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2021. – 532 с. : ил., табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684328> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-04300-0. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

3. Королев, А. В. Экономико-математические методы и моделирование.: учебник и практикум для вузов / Королев А. В.. – Москва : Юрайт, 2021. – 280 с. – ISBN 978-5-534-00883-8. – URL: <https://urait.ru/book/ekonomiko-matematicheskie-metody-i-modelirovanie-470088> – Текст : электронный.

4. Смагин, Б. И. Экономико-математические методы: учебник для вузов / Смагин Б. И.. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2021. – 272 с. – ISBN 978-5-9916-9814-6. – URL: <https://urait.ru/book/ekonomiko-matematicheskie-metody-471903> – Текст : электронный.

Методическая литература

5. Математика. Математическая статистика : методические материалы для обучающихся направлений бакалавриата и всех специальностей всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. математики ; сост. И. А Ермакова. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 27 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9156>– Текст : электронный.

6. Математика. Теория вероятностей : методические материалы для обучающихся всех направлений бакалавриата и всех специальностей всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева", Каф. математики ; сост. А. В. Чередниченко. – Кемерово : КузГТУ, 2018. – 58 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=9157> – Текст : электронный.

12.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой (№ 418)

- рабочее место преподавателя,
- посадочные места по количеству обучающихся - 68;
- доска меловая;
- стенды с математическими формулами;
- чертежные инструменты.
- проектор;
- настенный экран;
- персональный компьютер с лицензионным программным обеспечением общего назначения;

Программное обеспечение:

- Libre Office (лицензия Mozilla Public License v2.0.)

Writer
Impress
Calc

- 7-Zip (лицензия GNU Lesser General Public License)
- AIMP (лицензия LGPL v.2.1)
- STDU Viewer (freeware for private non-commercial or educational use)
- Power Point Viewer (распространяется «as is»)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены специальные помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала КузГТУ в г. Прокопьевске.