ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Большаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.02.04 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Направление подготовки **09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) **Прикладная информатика в экономике**

(год начала подготовки – 2022)

Санкт-Петербург

2022

**1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс компетенции | Содержание компетенции  (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИУК-1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.  ИУК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.  ИУК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач. |
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ИОПК-1.1. Знает основы методов моделирования, математического анализа, математической статистики, наук о земле, геодезии, картографии, дистанционного зондирования применительно к задачам профессиональной деятельности.  ИОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.  ИОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний основ моделирования, математического анализа, естественнонаучных и общеинженерных дисциплин при решении типовых задач профессиональной деятельности. |
| ПК-10 | Способен применять системный подход и математические модели в формализации решения прикладных задач | ИПК-10.1. Знает методы системного анализа, математические методы формализации.  ИПК-10.2. Умеет применять системный подход и математические методы в формализации и решении прикладных задач.  ИПК-10.3. Владеет навыками применения методов на логическом, математическом и алгоритмическом уровнях. |

**2. Место дисциплины в структуре ОП:**

Цель дисциплины: знакомство обучающихся с теоретическими основами моделирования; обучение принципам построения компьютерных математических моделей, проведению анализа и интерпретации полученных результатов, применению современных информационных технологий для решения задач из различных предметных областей.

Задачи дисциплины:

* определение места компьютерного моделирования как метода и средства познания окружающей действительности;
* объяснение отличия моделей объектов (процессов, явлений) от моделей задач, взаимосвязь между этими моделями;
* раскрытие базовых понятий дисциплины;
* изучение компьютерных технологий на материале проблемной среды из области будущей профессиональной деятельности обучающихся;
* исследование поведения моделей с помощью компьютера;
* анализ результатов компьютерного моделирования и внесение изменений в исходную модель.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули), модуль Математика и компьютерные науки.

Освоение дисциплины и сформированные при этом компетенции необходимы в последующей деятельности

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа *(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).*

Очная форма обучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час | |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 64 | |
| в том числе: |  | |
| Лекции | 16 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия (в т.ч. зачет) | 48/- | 4/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 44 | |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 36 | |
| контактная работа | 2,35 | |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 33,65 | |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 144/4 | |

Заочная форма обучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час | |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 12 | |
| в том числе: |  | |
| Лекции | 4 | - |
| Лабораторные работы/ Практические занятия | 8/- | -/- |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 92 | - |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет):** | - | - |
| контактная работа | - | - |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету | - | - |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 9 | |
| контактная работа | 2,35 | |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 6,65 | |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 144/4 | |

**4.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей**).**

**4.1 Блоки (разделы) дисциплины.**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Наименование блока (раздела) дисциплины |
| 1 | Методология моделирования. |
| 2 | Системный подход к моделированию. |
| 3 | Классификация моделей. |
| 4 | Формы представления моделей. Формализация. Оценка моделей. |
| 5 | Компьютерные математические модели. |
| 6 | Статические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация. |
| 7 | Оптимизационные модели и задачи управления, их компьютерная реализация. |
| 8 | Динамические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация. |
| 9 | Вероятностные (стохастические) модели и их компьютерная реализация. |
| 10 | Использование компьютерного моделирования в практике. |

**4.2. Примерная тематика курсовых работ (проектов):**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах, обеспечивающих развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств. Практическая подготовка\*.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование блока (раздела) дисциплины** | **Занятия, проводимые в активной и интерактивной формах** | | **Практическая подготовка\*** |
| **Форма проведения занятия** | **Наименование видов занятий** |
| 1. | Методология моделирования. | лекционное занятие | лекция-дискуссия |  |
| 2. | Системный подход к моделированию. | лекционное занятие | лекция-дискуссия |  |
| 3. | Классификация моделей. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 4. | Формы представления моделей. Формализация. Оценка моделей. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 5. | Компьютерные математические модели. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 6. | Статические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 7. | Оптимизационные модели и задачи управления, их компьютерная реализация. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 8. | Динамические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 9. | Вероятностные (стохастические) модели и их компьютерная реализация. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах |  |
| 10. | Использование компьютерного моделирования в практике. | лабораторное занятие | решение ситуационных задач, работа в группах | построение компьютерной модели экономического процесса |

**\***Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, **предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.**

**5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:**

**5.1. Темы конспектов**

1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания.

Виды моделирования в естественных и технических науках.

2. Виды моделей: натурные, воображаемые, информационные. Назначение моделей.

3. Цели моделирования. Основные этапы моделирования.

4. Системный подход в научных исследованиях. Объекты и их связи.

5. Понятие системы. Основные характеристики систем. Подсистемы. Виды систем.

6. Системы управления, ее структура.

7. Системный подход к построению информационных моделей.

8. Основные структуры в информационном моделировании.

9. Основы классификации объектов. Различные подходы к классификации моделей.

10. Различные классификации моделей: натурные и абстрактные модели

11. Компьютерная модель.

12. Абстрактные модели и их классификация.

13. Вербальные модели.

14. Виды информационных моделей. Примеры информационных моделей.

15. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.

16. Основной тезис формализации.

17. Виды формализации различных типов информации: шаблон, формулы, таблица, граф, другие формы.

18. Место формализации в постановке задачи.

19. Анализ и интерпретация модели.

20. Требования, предъявляемые к модели.

21. Количественные и качественные оценки моделей.

22. Понятия «математическая модель» и «математическое моделирование».

23. Различные подходы к классификации математических моделей.

24. Компьютерные модели.

25. Имитационное моделирование.

26. Вычислительный эксперимент: основные этапы, реализация при решении задач на компьютере, погрешности, возникающие на различных этапах.

27. Геометрическое моделирование.

28. Моделирование физических процессов.

29. Балансовые модели в экономике: модель Леонтьева.

30. Модель международной торговли.

31. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели.

32. Модель задачи линейного программирования (ЗЛП).

33. Геометрическая интерпретация ЗЛП.

34. Задача о распределении ресурсов, задача о диете.

35. Двойственные задачи.

36. Методы решения ЗЛП: определение начального плана, симплекс-метод.

37. Методы решения ЗЛП: двойственный симплекс-метод.

38. Модель транспортной задачи: особенности, характеристика методов решения.

39. Методы определения начального плана, метод потенциалов.

40. Задача о назначениях.

41. Венгерский метод.

42. Сетевые модели.

43. Задачи нелинейного программирования.

44. Метод множителей Лагранжа.

45. Дифференциальные уравнения как динамические модели реальных процессов.

46. Модели в физике, биологии, экологии, химии: колебательные процессы в физике и экономике, нелинейная модель популяции, модель соперничества Лотки-Вольтерра, модель протекания химической реакции.

47. Моделирование динамических систем.

48. Особенности моделирования трудноформализуемых объектов.

49. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.

50. Моделирование стохастических систем: описательная статистика, регрессионные модели, временные ряды.

51. Методы статистической обработки результатов эксперимента.

52. Метод статистических испытаний.

53. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний.

54. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины.

55. Моделирование систем массового обслуживания.

56. Переход детерминированных систем к хаотическому поведению.

57. Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.

58. Учебные компьютерные модели.

59. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).

60. Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.

**5.2. Вопросы для подготовки к устным собеседованиям (опросам):**

**Тема 1. Методология моделирования**

1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания.

Виды моделирования в естественных и технических науках.

2. Виды моделей: натурные, воображаемые, информационные. Назначение моделей.

3. Цели моделирования. Основные этапы моделирования.

**Тема 2. Системный подход к моделированию**

1. Системный подход в научных исследованиях. Объекты и их связи.

2. Понятие системы. Основные характеристики систем. Подсистемы. Виды систем.

3. Системы управления, ее структура.

4. Системный подход к построению информационных моделей.

5. Основные структуры в информационном моделировании.

**Тема 3. Классификация моделей**

1. Основы классификации объектов. Различные подходы к классификации моделей.

2. Различные классификации моделей: натурные и абстрактные модели

3. Компьютерная модель.

4. Абстрактные модели и их классификация.

5. Вербальные модели.

6. Виды информационных моделей. Примеры информационных моделей.

7. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.

**Тема 4. Формы представления моделей. Формализация. Оценка моделей**

1. Основной тезис формализации.

2. Виды формализации различных типов информации: шаблон, формулы, таблица, граф, другие формы.

3. Место формализации в постановке задачи.

4. Анализ и интерпретация модели.

5. Требования, предъявляемые к модели.

6. Количественные и качественные оценки моделей.

**Тема 5. Компьютерные математические модели**

1. Понятия «математическая модель» и «математическое моделирование».

2. Различные подходы к классификации математических моделей.

3. Компьютерные модели.

4. Имитационное моделирование.

5. Вычислительный эксперимент: основные этапы, реализация при решении задач на компьютере, погрешности, возникающие на различных этапах.

**Тема 6. Статические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация**

1. Геометрическое моделирование.

2. Моделирование физических процессов.

3. Балансовые модели в экономике: модель Леонтьева.

4. Модель международной торговли.

**Тема 7. Оптимизационные модели и задачи управления, их компьютерная реализация**

1. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели.

2. Модель задачи линейного программирования (ЗЛП).

3. Геометрическая интерпретация ЗЛП.

4. Задача о распределении ресурсов, задача о диете.

5. Двойственные задачи.

6. Методы решения ЗЛП: определение начального плана, симплекс-метод.

7. Методы решения ЗЛП: двойственный симплекс-метод.

8. Модель транспортной задачи: особенности, характеристика методов решения.

9. Методы определения начального плана, метод потенциалов.

10. Задача о назначениях.

11. Венгерский метод.

12. Сетевые модели.

13. Задачи нелинейного программирования.

14. Метод множителей Лагранжа.

**Тема 8. Динамические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация**

1. Дифференциальные уравнения как динамические модели реальных процессов.

2. Модели в физике, биологии, экологии, химии: колебательные процессы в физике и экономике, нелинейная модель популяции, модель соперничества Лотки-Вольтерра, модель протекания химической реакции.

3. Моделирование динамических систем.

4. Особенности моделирования трудноформализуемых объектов.

5. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.

**Тема 9. Вероятностные (стохастические) модели и их компьютерная реализация**

1. Моделирование стохастических систем: описательная статистика, регрессионные модели, временные ряды.

2. Методы статистической обработки результатов эксперимента.

3. Метод статистических испытаний.

4. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний.

5. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины.

6. Моделирование систем массового обслуживания.

7. Переход детерминированных систем к хаотическому поведению.

**Тема 10. Использование компьютерного моделирования в учебном процессе**

1. Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.

2. Учебные компьютерные модели.

3. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).

4. Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.

**5.3. Вопросы для подготовки к коллоквиумам:**

**Коллоквиум №1**

**Тема 1. Методология моделирования**

1. Понятие «модель». Моделирование как метод познания.

Виды моделирования в естественных и технических науках.

2. Виды моделей: натурные, воображаемые, информационные. Назначение моделей.

3. Цели моделирования. Основные этапы моделирования.

**Тема 2. Системный подход к моделированию**

1. Системный подход в научных исследованиях. Объекты и их связи.

2. Понятие системы. Основные характеристики систем. Подсистемы. Виды систем.

3. Системы управления, ее структура.

4. Системный подход к построению информационных моделей.

5. Основные структуры в информационном моделировании.

**Коллоквиум №2**

**Тема 3. Классификация моделей**

1. Основы классификации объектов. Различные подходы к классификации моделей.

2. Различные классификации моделей: натурные и абстрактные модели

3. Компьютерная модель.

4. Абстрактные модели и их классификация.

5. Вербальные модели.

6. Виды информационных моделей. Примеры информационных моделей.

7. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.

**Тема 4. Формы представления моделей. Формализация. Оценка моделей**

1. Основной тезис формализации.

2. Виды формализации различных типов информации: шаблон, формулы, таблица, граф, другие формы.

3. Место формализации в постановке задачи.

4. Анализ и интерпретация модели.

5. Требования, предъявляемые к модели.

6. Количественные и качественные оценки моделей.

**Коллоквиум №3**

**Тема 5. Компьютерные математические модели**

1. Понятия «математическая модель» и «математическое моделирование».

2. Различные подходы к классификации математических моделей.

3. Компьютерные модели.

4. Имитационное моделирование.

5. Вычислительный эксперимент: основные этапы, реализация при решении задач на компьютере, погрешности, возникающие на различных этапах.

**Тема 6. Статические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация**

1. Геометрическое моделирование.

2. Моделирование физических процессов.

3. Балансовые модели в экономике: модель Леонтьева.

4. Модель международной торговли.

**Коллоквиум №4**

**Тема 7. Оптимизационные модели и задачи управления, их компьютерная реализация**

1. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели.

2. Модель задачи линейного программирования (ЗЛП).

3. Геометрическая интерпретация ЗЛП.

4. Задача о распределении ресурсов, задача о диете.

5. Двойственные задачи.

6. Методы решения ЗЛП: определение начального плана, симплекс-метод.

7. Методы решения ЗЛП: двойственный симплекс-метод.

8. Модель транспортной задачи: особенности, характеристика методов решения.

9. Методы определения начального плана, метод потенциалов.

10. Задача о назначениях.

11. Венгерский метод.

12. Сетевые модели.

13. Задачи нелинейного программирования.

14. Метод множителей Лагранжа.

**Тема 8. Динамические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация**

1. Дифференциальные уравнения как динамические модели реальных процессов.

2. Модели в физике, биологии, экологии, химии: колебательные процессы в физике и экономике, нелинейная модель популяции, модель соперничества Лотки-Вольтерра, модель протекания химической реакции.

3. Моделирование динамических систем.

4. Особенности моделирования трудноформализуемых объектов.

5. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.

**Коллоквиум №5**

**Тема 9. Вероятностные (стохастические) модели и их компьютерная реализация**

1. Моделирование стохастических систем: описательная статистика, регрессионные модели, временные ряды.

2. Методы статистической обработки результатов эксперимента.

3. Метод статистических испытаний.

4. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний.

5. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины.

6. Моделирование систем массового обслуживания.

7. Переход детерминированных систем к хаотическому поведению.

**Тема 10. Использование компьютерного моделирования в учебном процессе**

1. Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.

2. Учебные компьютерные модели.

3. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области).

4. Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

**6.1. Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  пп | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Методология моделирования | Устное собеседование |
| 2 | Системный подход к моделированию | Устное собеседование  Коллоквиум №1 |
| 3 | Классификация моделей | Устное собеседование |
| 4 | Формы представления моделей. Формализация. Оценка моделей | Устное собеседование  Коллоквиум №2 |
| 5 | Компьютерные математические модели | Устное собеседование, отчёты по лабораторным работам |
| 6 | Статические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация | Устное собеседование, отчёты по лабораторным работам  Коллоквиум №3 |
| 7 | Оптимизационные модели и задачи управления, их компьютерная реализация | Устное собеседование, отчёты по лабораторным работам |
| 8 | Динамические модели в различных предметных областях и их компьютерная реализация | Устное собеседование, отчёты по лабораторным работам  Коллоквиум №4 |
| 9 | Вероятностные (стохастические) модели и их компьютерная реализация | Устное собеседование, отчёты по лабораторным работам |
| 10 | Использование компьютерного моделирования в учебном процессе | Устное собеседование  Коллоквиум №5 |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля по дисциплине**

**Вопросы для сдачи коллоквиумов**

Представлены в разделе 5.3.

**Вопросы для проведения устных опросов**

Представлены в разделе 5.2.

**Задания для лабораторных занятий**

**Тема: «Простые и сложные проценты. Погашение кредита и балансовое уравнение»**

***N*=10**

**1.** Ссуда равна (2000+10*N*) тыс. руб., срок ее погашения — 3 года, проценты простые, ставка — 21% годовых. Определите проценты и сумму накопленного долга.

**2.** Ссуда в размере (10 млн. руб.+*N* млн. руб.) выдана 20 января до 5 октября под 18%. Подсчитайте, какую сумму должен заплатить должник при расчете по:

* точному проценту и точному числу дней ссуды;
* обыкновенному проценту и точному числу дней ссуды;
* обыкновенному проценту с приближенным числом дней ссуды.

**3.** Какова должна быть продолжительность ссуды в днях для того, чтобы долг, равный 10 млн. руб., вырос до 12 млн. руб., при условии, что начисляются простые проценты по ставке (25+0,1*N*)% годовых; временная база равна 365 дней?

**4.** В контракте предусматривается погашение обязательства в сумме 110 млн. руб. через 120 дней. Первоначальная сумма долга — (90+0,1*N*) млн. руб. Определите доходность ссудной операции для кредитора в виде годовой ставки процента и учета ставки (дисконта). Временная база — 360 дней.

**5.**Некто кладет в банк 5 тыс. ден. ед. под 4,5% годовых. Какая сумма будет на его счету в банке через 7 лет?

**6.**Некто положил 7 лет назад в банк некоторую сумму денег под 11% годовых и сейчас имеет на счету 150 000 руб. Какую сумму он положил в банк 7 лет назад?

**7.**Кредитор и заемщик договорились о следующем плане погашения кредита в 16 млн ден. ед., взятом на 8 лет при годовой ставке 8%: через 2 года в счет погашения кредита будет внесено 5 млн ден. ед., еще через 1 год — 3 млн ден. ед., и еще через 2 года — 6 млн ден. ед. Какая сумма должна быть внесена через 8 лет, чтобы полностью погасить кредит?

**8.**Заемщик берет кредит по частям в банке под 7% годовых: сразу 5 млн ден. ед., через 1 год — 3 млн ден. ед. и еще через 3 года — 4 млн ден. ед. Схема погашения кредита такова: 3 млн ден. ед. через 6 лет после взятия кредита, еще через 1 год — 5 млн ден. ед. и еще через 3 года — 3 млн ден. ед. Какая сумма должна быть внесена заемщиком в конце 12-го года, чтобы полностью погасить кредит?

**Тема: «Балансовые экономико-математические модели. Экономико-математическая модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева). Экономико-математическая модель международной торговли (линейная модель обмена)»**

**1.**Решите следующую задачу по экономико-математической модели международной торговли.

Найдите национальные доходы  четырех торгующих стран в сбалансированной системе международной торговли, если структурная матрица торговли *A* и сумма бюджетов *S* заданы.



**2.**Решите следующую задачу по экономико-математической модели межотраслевого баланса (модель Леонтьева).

Экономическая система состоит из трех отраслей, для которых матрица прямых затрат *A* и вектор конечного продукта *Y* заданы.

Необходимо:

1. найти матрицу коэффициентов полных материальных затрат *B*;
2. проверить продуктивность матрицы *A*;
3. определить вектор валового выпуска *X*;
4. определить межотраслевые поставки продукции .
5. заполнить таблицу межотраслевого материального баланса, рассчитав дополнительно вектор условно чистой продукции (*Z*).



**Тема: «Задачи нелинейного программирования»**

**1.**Предприятие выпускает два вида продукции. На изготовление продукции затрачивается два вида ресурсов. Запасы ресурсов 1-го вида составляют 160 ед., 2-го вида — 210 ед. Нормы расхода 1-го ресурса, идущего на изготовление единицы продукции, равны 2 ед. для продукции 1-го вида и 2,67 ед. — для продукции 2-го вида; нормы расхода 2-го ресурса, идущего на изготовление единицы продукции, составляют 4 ед. для продукции 1-го вида и 2 ед. — для продукции 2-го вида. Суммарный объем выпуска должен быть не менее 40 ед.

Затраты на изготовление единицы продукции определяются выражениями *,* где — искомый объем производства продукции *j*-го вида ();— затраты на изготовление продукции *j*-го вида; — коэффициент снижения затрат с ростом объема производства: *c1*=100 ден. ед., *с2*=140 ден. ед., *l1*=*l2*=1.

Составьте математическую модель задачи и найдите объемы производства продукции 1-го и 2-го вида, при которых суммарные затраты при производстве продукции минимальны. Объемы производства продукции измеряются целыми числами.

**2.**Предприятие должно изготовить 200 изделий двумя технологическими способами производства. При производстве одного изделия первым способом себестоимость производства равна *,* а вторым способом , где и  — объемы производства продукции по 1-му и 2-му способам. Объемы производства продукции измеряются целыми числами.

Составьте математическую модель задачи и найдите, сколько изделий необходимо изготовить по каждому из способов производства, чтобы общая себестоимость произведенной продукции была минимальной.

**Тема: «Аналитическое решение дифференциальных уравнений первого порядка. Численное решение дифференциальных уравнений первого порядка»**

**1.**Найдите решение задачи Коши для ОДУ первого порядка  на отрезке *x*∈[0;1];:

**1)**методом Рунге-Кутта с фиксированным шагом *h*=0.1;

**2)**методом Рунге-Кутта с переменным шагом;

**3)**методом Булирша-Штера;

**4)**методом Эйлера;

**5)**усовершенствованным методом Эйлера;

**6)**усовершенствованным методом Эйлера-Коши,;

**2.**Оцените погрешность найденного решения. Постройте графики численных решений и точного решения на одной плоскости.

**Тема: «Уравнения с разделяющимися переменными. Численное решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными»**

**1.** Решите задачу Коши на отрезке [*a*;*b*] для уравнения с разделяющимися переменными

**1)** методом Рунге-Кутта с постоянным шагом (шаг и отрезок задайте самостоятельно);

**2)** методом Эйлера;

**3)** аналитически (найдите точное решение).

Оцените погрешность численного решения по правилу Рунге. Сравните результаты вычислений. Изобразите графики решений.

**2.** Решите задачу Коши на отрезке [*a*;*b*] для ОДУ второго порядка методами Эйлера и Рунге-Кутта с постоянным шагом.

Оцените погрешность численного решения по правилу Рунге. Сравните численное решение с точным. Изобразите графики решения и первой производной.

**Тема: «Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям первого порядка»**

**1**. Сосуд объёмом в 20 л содержит воздух (80% азота и 20% кислорода). В сосуд втекает 0.1 л азота в секунду, который непрерывно перемешивается, и вытекает такое же количество смеси. Через сколько времени в сосуде будет 99% азота?

**Указание**. *Физическая модель:* втекающий газ вследствие перемешивания распределяется по всему объёму равномерно.

**2**. Лодка замедляет своё движение под действием сопротивления воды, которое пропорционально скорости лодки. Начальная скорость лодки 1.5 м/с, через 4 с скорость её 1 м/с. Когда скорость лодки уменьшится до 1 см/с? Какой путь может пройти лодка до остановки?

**Указание**. *Физическая модель:* указана в условии задачи; за неизвестную функцию удобно взять скорость.

**3**. За какое время вытечет вся вода из цилиндрического бака с диаметром 2R=1.8 м и высотой H=2.45 м через отверстие в дне диаметром 2r=6 см? Ось цилиндра расположена горизонтально, а отверстие находится в самой нижней части цилиндра.

**Указание**. *Физическая модель:* жидкость из сосуда вытекает со скоростью, равной

,

где *g*=10 м/с2 – ускорение силы тяжести, *h* – высота уровня воды над отверстием.

**Тема: «Задачи на нахождение семейства кривых»**

**1.**Найти кривую, проходящую через точку (2,3) и обладающую тем свойством, что отрезок любой её касательной, заключённый между координатными осями, делится пополам в точке касания.

**2.**Найти кривую, проходящую через точку (-1,-2), если поднормаль её в каждой точке равна 2.

**3.**Найти такую кривую, чтобы в каждой её точке подкасательная равнялась удвоенной абсциссе.

**Тема: «Корреляционный анализ. Факторный анализ: однофакторный, двуфакторный. Прогнозирование. Регрессионный анализ»**

**Задание 1.** Определите, влияет ли фактор образования на уровень зарплаты в гостинице на основании следующих данных:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Образование** | **Зарплата сотрудника** | | | | | |
| Высшее | 3200 | 3000 | 2600 | 2000 | 1900 | 1900 |
| Среднее спец | 2600 | 2000 | 2000 | 1900 | 1800 | 1700 |
| среднее | 2000 | 2000 | 1900 | 1800 | 1700 | 1700 |

**Задание 2.** Изучалось различие в продуктивности воспроизведения одного и того же материала трех групп испытуемых (по 5 человек), различающихся условиями предъявления этого материала для запоминания. Результаты обследования приведены в таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Условие 1** | **Условие 2** | **Условие 3** |
| 1 | 5 | 8 | 11 |
| 2 | 4 | 7 | 9 |
| 3 | 3 | 6 | 7 |
| 4 | 6 | 9 | 10 |
| 5 | 7 | 5 | 8 |

Проверить гипотезу о том, что продуктивность воспроизведения материала зависит от условий его предъявления.

**Задание 2.** Определите, имеется ли взаимосвязь между годовым уровнем инфляции (%), ставкой рефинансирования (%) и курсом доллара (руб./$), по следующим данным ежегодных наблюдений:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень инфляции** | **Ставка рефинансирования** | **Курс $** |
| 84 | 85 | 6,3 |
| 45 | 55 | 14 |
| 56 | 65 | 20 |
| 34 | 40 | 28 |
| 23 | 28 | 29 |

**Задание 3.** Имеются данные о цене на нефть *х* (ден. ед.) и индексе акций нефтяных компаний *у* (усл. ед.):

|  |  |
| --- | --- |
| **X** | **Y** |
| 17,28 | 537 |
| 17,05 | 534 |
| 18,30 | 550 |
| 18,80 | 555 |
| 19,20 | 560 |
| 18,50 | 552 |

Постройте зависимость индекса акций нефтяных компаний от цены на нефть.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие | |
| печатные издания | ЭБС (адрес в сети Интернет) |
| 1. | Имитационное моделирование: учебное пособие | Березовская Е.А. | Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет | 2018 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 2. | Имитационное моделирование: учебное пособие | Эльберг М. С., Цыганков Н.С. | Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ) | 2017 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 3. | Компьютерное моделирование финансовой деятельности: учебное пособие | Колокольникова А.И. | Москва; Берлин: Директ-Медиа | 2020 |  | <http://biblioclub.ru> |

**8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. «НЭБ». Национальная электронная библиотека. – Режим доступа: [http://нэб.рф/](http://www.biblioclub.ru/)

2. «eLibrary». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: [https://elibrary.ru](https://elibrary.ru/)

3. «КиберЛенинка». Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>

4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Режим доступа: [http://www.biblioclub.ru/](http://www.knigafund.ru/)

5. Российская государственная библиотека. – Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

**9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ:**

В ходе осуществления образовательного процесса используются следующие информационные технологии:

- средства визуального отображения и представления информации (LibreOffice) для создания визуальных презентаций как преподавателем (при проведении занятий) так и обучаемым при подготовке докладов для семинарского занятия.

- средства телекоммуникационного общения (электронная почта и т.п.) преподавателя и обучаемого.

- использование обучаемым возможностей информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» при осуществлении самостоятельной работы.

**9.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* Windows 10 x64
* MicrosoftOffice 2016
* LibreOffice
* Firefox
* GIMP

**9.2. Информационно-справочные системы (при необходимости):**

Не используются

**10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Для изучения дисциплины используется следующее оборудование: аудитория, укомплектованная мебелью для обучающихся и преподавателя, доской, ПК с выходом в интернет, мультимедийным проектором и экраном.

Для самостоятельной работы обучающихся используется аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами (ПК с выходом в интернет и обеспечением доступа в электронно-информационно-образовательную среду организации).