ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИМЕНИ А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.О.12.03 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Направление подготовки **44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль) **Информатика и математика**

(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-9 | Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности | ИУК-9.1. Знает основы экономических процессов. ИУК-9.2. Умеет анализировать принятые экономические решения в различных областях жизнедеятельности и оценивать степень их эффективности. ИУК-9.3. Владеет навыками принятия экономических решений в различных областях жизнедеятельности, в том числе применения методов экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей. |
| ОПК-8 | Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний | ИОПК-8.1. Знает основы общетеоретических дисциплин, необходимых для решения педагогических и научно-методических задачИОПК-8.2. Умеет адаптировать специальные научные знания для применения их в процессе осуществления профессиональной деятельности.ИОПК-8.3. Владеет технологиями профессиональной педагогической деятельности на основе специальных научных знаний. |
| ПК-3 | Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса | ИПК-3.1. Знает закономерности, принципы и уровни формирования и реализации содержания образования; структуру, состав и дидактические единицы содержания школьного курса математики и информатики.ИПК-3.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для реализации в различных формах обучения математике и информатике в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся.ИПК-3.3. Владеет: предметным содержанием математики и информатики с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения математике и информатике. |

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

Цель дисциплины: знакомство обучающихся с общими принципами, основными разделами и методами исследования операций и методов оптимизации. Особое внимание уделено построению математических моделей задач исследования операций и способам их решения, а также экономической интерпретации полученных результатов при решении коммерческих проблем.

Задачи дисциплины:

* изучение методологии исследования операций; освоение всех этапов операционного исследования; внедрения результатов операционного исследования;
* классификация задач оптимизации; выбор методов решения задач оптимизации;
* использование информационных технологий в реализации методов исследования операций и методов оптимизации.

Дисциплина относится к обязательной части блока 1. Дисциплины (модули), модуль «Решение задач на компьютере». Данной дисциплиной закладываются основы эффективного использования методов и моделей теории оптимизации и исследования операций в профессиональной деятельности. Она имеет общекультурное значение и носит междисциплинарный характер.

Освоение дисциплины и сформированные при этом компетенции необходимы в последующей деятельности.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов *(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).*

Очная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 48 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 12 | - |
| Лабораторные работы / Практические занятия (в т.ч. зачет) | 36/- | - |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 33 |
| **Вид промежуточной аттестации (экзамен):** | 27 |
| контактная работа | 2,35 |
| самостоятельная работа по подготовке к экзамену | 24,65 |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /з.е.)** | 108/3 |

Заочная форма обучения

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
|  |  | Практическая подготовка |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 14 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 6 | - |
| Лабораторные работы/ Практические занятия | 8/- | - |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 60 | - |
| **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.)** | 108/3 |

**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 | Исследование операций как научная дисциплина. |
| 2 | Элементы линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. |
| 3 | Симплексный метод решения задач линейного программирования. |
| 4 | Двойственные задачи линейного программирования. |
| 5 | Модели целочисленного программирования. |
| 6 | Транспортные задачи. |
| 7 | Модели нелинейного программирования. |
| 8 | Элементы теории игр. |
| 9 | Модели комбинаторной оптимизации. |
| 10 | Модели динамического программирования. |
| 11 | Элементы сетевого планирования и управления. |
| 12 | Решение задач исследования операций в MS Excel. |

**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. | Исследование операций как научная дисциплина. | лекционное занятие | лекция-визуализация |  |
| 2. | Элементы линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 3. | Симплексный метод решения задач линейного программирования. | лекционное занятие | лекция-дискуссия |  |
| 4. | Двойственные задачи линейного программирования. | лекционное занятие | лекция-визуализация |  |
| 5. | Модели целочисленного программирования. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 6. | Транспортные задачи. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 7. | Модели нелинейного программирования. | лекционное занятие | лекция-визуализация |  |
| 8. | Элементы теории игр. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 9. | Модели комбинаторной оптимизации. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 10. | Модели динамического программирования. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 11. | Элементы сетевого планирования и управления. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |
| 12. | Решение задач исследования операций в MS Excel. | лабораторное занятие | разбор конкретных ситуаций |  |

**\***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:**

**Тема 1. Исследование операций как научная дисциплина.**

1. Предмет исследования операций.

2. Модель и эффективность операции.

3. Общая постановка задачи исследования операций.

4. Типология задач исследования операций в зависимости от вида математической модели.

5. Типология задач исследования операций по содержательной постановке.

**Тема 2. Элементы линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.**

1. Задача линейного программирования.

2. Основная задача линейного программирования. Геометрическое истолкование и графический метод решения задачи линейного программирования.

**Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования.**

1. Сущность симплексного метода.

2. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.

3. Двойственный симплекс-метод.

**Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования.**

1. Прямая и двойственная задача.

2. Связь между решениями прямой и двойственной задач.

**Тема 5. Модели целочисленного программирования.**

1. Экономическая и геометрическая интерпретация задачи целочисленного программирования.

2. Определение оптимального плана задачи целочисленного программирования.

**Тема 6. Транспортные задачи.**

1. Математическая постановка транспортной задачи.

2. Определение опорного плана транспортной задачи.

3. Определение оптимального плана транспортной задачи.

**Тема 7. Модели нелинейного программирования.**

1. Постановка и графический метод решения задачи нелинейного программирования.

2. Метод множителей Лагранжа решения задачи нелинейного программирования.

**Тема 8. Элементы теории игр.**

1. Игра как модель конфликтной ситуации.

2. Матричные игры.

3. Смешанные стратегии матричных игр.

4. Игры с природой.

**5.2. Вопросы для подготовки к лабораторным занятиям:**

*Тема 1. Исследование операций как научная дисциплина.*

Предмет исследования операций. Основные понятия исследования операций: операция, эффективность операции, модель операции. Постановка задачи исследования операций, построение математической модели, отыскание решения, проверка и корректировка модели, оценка и реализация решения. Классификация задач исследования операций: в зависимости от вида математической модели, по содержательной постановке. Примеры оптимизационных задач. Общая характеристика математических методов исследования операций.

*Тема 2. Элементы линейного программирования. Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования.*

Линейное программирование. Постановка задачи линейного программирования. Целевая функция, область ограничений, допустимое решение, оптимальное решение. Примеры задач линейного программирования. Общая постановка задачи линейного программирования и различные формы ее записи (стандартная, каноническая форма). Геометрия задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация задач линейного программирования. Графический метод решения задачи линейного программирования, алгоритм решения.

*Тема 3. Симплексный метод решения задач линейного программирования.*

Сущность симплексного метода. Алгоритм решения задачи симплексным методом. Геометрическая интерпретация симплексного метода. Определение максимума и минимума линейной функции, первоначального допустимого опорного решения. Признак оптимальности опорного решения. Особые случаи симплексного метода (метод искусственного базиса, двойственный симплекс-метод). Симплексные таблицы. Применение компьютерных программ для решения задач линейного программирования.

*Тема 4. Двойственные задачи линейного программирования.*

Взаимно двойственные задачи линейного программирования и их свойства. Правила составления двойственной пары. Симметричные и несимметричные двойственные задачи. Связь между решениями прямой и двойственной задач. Первая и вторая теоремы двойственности. Геометрическая интерпретация двойственных задач.

*Тема 5. Модели целочисленного программирования.*

Экономическая и геометрическая интерпретация задачи целочисленного программирования. Определение оптимального плана задачи целочисленного программирования. Метод Гомори. Метод ветвей и границ.

*Тема 6. Транспортные задачи.*

Математическая постановка транспортной задачи. Закрытые и открытые модели транспортной задачи. Критерий разрешимости транспортной задачи. Методы построения опорного плана транспортной задачи (метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод аппроксимаций Фогеля). Нахождение оптимального решения транспортной задачи. Метод потенциалов, метод дифференциальных рент.

*Тема 7. Модели нелинейного программирования.*

Постановка и графический метод решения задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа решения задачи нелинейного программирования.

*Тема 8. Элементы теории игр.*

Игра как модель конфликтной ситуации. Понятие об игровых моделях. Матричные игры.Платежная матрица. Верхняя и нижняя цена игры. Чистая стратегия игрока. Седловая точка. Принципы максимина и минимакса. Оптимальная стратегия и цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Геометрическая интерпретация игры 2×2. Игры с природой. Стохастические и нестохастические задачи. Критерий Байеса (Лапласа), критерий Вальда, критерий Сэвиджа, критерий Гурвица.

*Тема 9. Модели комбинаторной оптимизации.*

Общая характеристика задач комбинаторной оптимизации. Математическая постановка задачи комбинаторной оптимизации. Математическая постановка и решение задачи коммивояжера.

*Тема 10. Модели динамического программирования.*

Общая характеристика задач динамического программирования и их геометрическая и экономическая интерпретация. Принцип оптимальности и уравнения Беллмана. Решение задач динамического программирования.

*Тема 11. Элементы сетевого планирования и управления.*

Назначение и области применения сетевого планирования и управления. Сетевая модель и ее основные элементы. Сетевой график и его параметры. Порядок и правила построения сетевых графиков. Упорядочение сетевых графиков. Понятие о пути, полный и критический путь.

*Тема 12. Решение задач исследования операций в MS Excel*

Надстройка Поиск решения. Оптимизация целевой функции, установка ограничений.

**5.3. Вопросы для устного опроса:**

1. Дайте определение понятиям «модель», «моделирование».
2. Укажите цели построения оптимизационных моделей.
3. Приведите классификацию математических моделей.
4. Назовите составные части модели задачи исследования операций.
5. Опишите общую постановку задачи линейного программирования.
6. Каким образом систему неравенств в системе ограничений приводят к канонической форме?
7. Что называют областью допустимых значений?
8. Что называют допустимым решением задачи линейного программирования?
9. Сформулируйте правила графического решения задачи линейного программирования.
10. Назовите особенности симплексного метода линейного программирования.
11. Охарактеризуйте сущность симплексного метода линейного программирования применительно к решению землеустроительных задач.
12. Что такое итерация при решении задач симплексным методом?
13. Как заполняется исходная симплексная таблица?
14. Какие столбец и строка называются разрешающими?
15. Как ведется пересчет элементов последующей симплексной таблицы?
16. Сформулируйте условия транспортной задачи в общем виде.
17. Чем отличается закрытая модель транспортной задачи от открытой?
18. Чем отличается допустимое решение от оптимального?
19. Какие землеустроительные задачи могут быть решены распределительным методом линейного программирования?
20. Назовите основные этапы решения задачи распределительным методом.
21. В чем состоит сущность метода минимального элемента решения транспортной задачи?
22. В чем состоит сущность метода «северо-западного угла» решения транспортной задачи?
23. В чем заключается сущность метода аппроксимаций Фогеля решения транспортной задачи?
24. Охарактеризуйте метод потенциалов подведения допустимого решения под оптимальное.
25. Опишите сущность метода дифференциальных рент решения транспортной задачи.
26. Что такое комбинаторная оптимизация?
27. Сформулируйте задачу коммивояжера.
28. Как реализовать решение задачи комбинаторной оптимизации средствами MS Excel?
29. В чем состоит общая постановка задачи динамического программирования?
30. Дайте геометрическую интерпретацию задачи динамического программирования.
31. Сформулируйте принцип оптимальности Беллмана.
32. Назовите основные понятия теории игр.
33. Что называется решением игры?
34. По каким основаниям может быть проведена классификация игр?
35. Приведите примеры игр с природой.
36. В чем состоит принцип минимакса?
37. Какие стратегии называются «чистыми» и «смешанными»?
38. Сформулируйте критерии Вальда, Сэвиджа и Гурвица для принятия решений в играх с природой.
39. Где используются сетевые модели?
40. Какие элементы составляют основу сетевой модели?
41. Как на графике изображаются работы и события?
42. Что такое сетевой график?
43. Назовите элементы и принципы построения сетевых графиков. Их назначение.
44. Понятие о критическом пути в сетевых моделях и порядок перераспределения ресурсов.
45. Приведите примеры, требующие использования линейной диаграммы – графика Ганта.

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

**6.1. Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | № и наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 1 | Темы 1-12 | Проверка конспектов, устный опрос |
| 2 | Темы 1-12 | Тест |

**6.2. Примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости**

***Перечень тестовых заданий.***

1. Расположите основные этапы моделирования в правильном порядке.

Варианты ответов:

1) Изучение теоретических основ и сбор информации об объекте оригинала

2) Проверка адекватности реальному объекту

3) Реализация модели

4) Формализация

5) Постановка задачи

6) Выбор метода решения

7) Анализ полученной информации

2. Задача линейного программирования состоит в …

Варианты ответов:

1) отыскании наибольшего или наименьшего значения линейной функции при наличии линейных ограничений

2) разработке линейного алгоритма и реализации его на компьютере

3) составлении и решении системы линейных уравнений

4) поиске линейной траектории развития процесса, описываемого заданной системой ограничений.

3. Задачу линейного программирования приводят к каноническому виду для..

Варианты ответов:

1) возможности применения общего метода решения

2) удобства записи

3) увеличения скорости сходимости метода решения задачи линейного программирования

4) построения матрицы ограничений, определяющей базисное решение

4. Графический метод решения задач линейного программирования наиболее рационально применять в случае…

Варианты ответов:

1) трех управляющих переменных

2) одной управляющей переменной

3) двух управляющих переменных

5. Расположите в правильном порядке часть алгоритма решения ЗЛП графическим методом.

Варианты ответов:

1) При решении задачи на максимум переместить линию уровня  в направлении  так, чтобы она касалась области допустимых решений в ее крайнем положении. В случае решения задачи на минимум линию уровня  перемещают в антиградиентом направлении.

2) С учетом системы ограничений построить область допустимых решений (ОДР).

3) Построить вектор  – вектор наискорейшего возрастания целевой функции.

4) Построить произвольную линию уровня . Перпендикулярную к вектору с внутри ОДР.

6. Область допустимых решений задачи линейного программирования имеет вид: 

Тогда максимальное значение функции  равно…

7. Целевой функцией задачи линейного программирования может являться функция…

Варианты ответов:

1) 

2) 

3) 

4) 

8. Планами задачи являются следующие векторы при условиях ….

Ответ записать в виде вектора X=(x1, x2).

Варианты ответов:

1) X=(4;3)

2) X=(5;5)

3) X=(0;7)

4) X=(0;0)

9. Установите соответствие между этапом математического моделирования и его описанием:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Построение модели | а) Определение согласованности результатов эксперимента с теоретическими следствиями из модели в пределах определенной точностиматематики. |
| 2) Решение математической задачи, к которой приводит модель | б) Интерпретация выведенных из математической модели следствий на язык, принятый в данной области |
| 3) Интерпретация полученных следствий из математической модели | в) Усложнение модели для установления ее адекватности действительности либо ее упрощение для достижения практически приемлемого решения |
| 4)  Проверка адекватности модели | г) Разработка алгоритмов и численных методов решения задачи на ЭВМ, при помощи которых результат может быть найден с необходимой точностью и за допустимое время. |
| 5) Модификация модели | д) Выявление основных особенностей явления и связей между ними на качественном уровне, формулировка качественных зависимостей на языке  |

10. Оптимальное решение задачи линейного программирования может быть

1) только внутренней точкой множества планов

2) только угловой точкой множества планов

3) как внутренней, так и угловой точкой области допустимых решений

4) угловой и граничной точкой множества планов

11. Установите соответствие между областью допустимых решений и её геометрической интерпретацией:

1) оптимальный план единственный; линия уровня и область допустимых решений в разрешающем положении имеют одну общую точку

2) оптимальных планов бесконечное множество: в разрешающем положении линия уровня проходит через сторону области допустимых решений

3) целевая функция не ограничена: линия уровня не может занять разрешающего положения

4) область допустимых решений состоит из единственной точки, где целевая функция достигает одновременно и максимально, и минимального значений

|  |  |
| --- | --- |
| а)  | б)  |
| в)  | г)  |

12. Симплекс-метод – это:

1) аналитический метод решения основной задачи линейного программирования

2) метод отыскания области допустимых решений задачи линейного программирования;

3) графический метод решения основной задачи линейного программирования;

4) метод приведения общей задачи линейного программирования к каноническому виду

13. Если в оптимальной симплекс таблице в небазисном столбце симплекс разность равна нулю, то

1) задача не имеет решения

2) задача имеет два решения

3) задача имеет бесчисленное множество решений

4) целевая функция не ограничена на множестве планов

14. Исходный опорный план транспортной задачи можно составить…

1) методом северо-западного угла

2) методом минимального тарифа

3) методом тройного предпочтения

4) методом аппроксимации Фогеля

15. Транспортная задача, данные которой представлены в таблице

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 30 | 100+b |
| 20 | 3 | 9 |
| 30+a | 4 | 1 |
| 100 | 6 | 8 |

будет закрытой, если…

Варианты ответов:

1) a=60, b=80

2) a=60, b=85

3) a=60, b=70

4) a=60, b=75

16. Транспортная задача, данные которой представлены в таблице

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 30 | 100 |
| 20 | 3 | 9 |
| 30 | 4 | 1 |
| 100 | 6 | 8 |

является…

Варианты ответов:

1) открытой

2) закрытой

3) неразрешимой

17. Малое предприятие производит изделия двух видов. На изготовление одного изделия вида А расходуется 2 кг сырья, на изготовление одного изделия вида В – 1 кг. Всего имеется 60 кг сырья. Требуется составить план производства, обеспечивающий получение наибольшей выручки, если отпускная стоимость одного изделия вида А 3 д.е., вида В – 1 у.е., причем изделий вида А требуется изготовить не более 25, а вида В – не более 30. Целевой функцией данной задачи является функция …

Варианты ответов:

1) 

2) 

3) 

4) 

5) нет правильных ответов

18. Установите соответствие между методом решения транспортной задачи и его описанием:

|  |  |
| --- | --- |
| 1) Метод северо-западного угла | а) при решении задачи данным методом по всем строкам и столбцам таблицы находится разность между минимальными тарифами (строка или столбец с наибольшей разницей является предпочтительным) |
| 2) Метод минимального элемента | б) метод заключается в том, что на каждом этапе левая верхняя (т.е. северо-западная) клетка заполняется максимальным числом. Заполнение продолжается до тех пор, пока на одном из шагов не исчерпаются запасы и не удовлетворятся все потребности |
| 3) Метод аппроксимации Фогеля | в) метод заключается в заполнении на каждом шаге таблицы той клетки, которой соответствует наименьшее значение, а в случае наличия нескольких одинаковых тарифов заполняется любой из них |

19. Задана задача нелинейного программирования при условиях . Наибольшее значение целевой функции  будет равно…

Варианты ответов:

1) 36

2) 18

3) 72

4) не достижимо (+)

20. При решении некоторых задач нелинейного программирования применяется метод множителей …

21. Дана задача линейного программирования: при условиях  Тогда двойственной к ней задачей будет задача…

Варианты ответов:

1) при условиях 

2) при условиях 

3) при условиях 

4) при условиях 

5) правильных ответов нет

22. Системой ограничений задачи линейного программирования может являться система:

1) 

2) 

3) 

4) 

23. Верхняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей , равна…

24. Нижняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей , … верхней цены

25. Парная игра с нулевой суммой, заданная своей платежной матрицей, может быть сведена к задаче … программирования.

26. Если в парной игре сумма платежей равна нулю, то есть проигрыш одного игрока равен выигрышу другого, то игра называется игрой…

27. Установите соответствие между нижней ценой матричной игры и её платёжной матрицей:

|  |  |
| --- | --- |
| 1)  | а) 3 |
| 2)  | б) 4 |
| 3)  | в) 2 |
| 4)  | г) 5 |

28. Сопоставьте утверждение о платёжной матрице:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Матричная игра, заданная платежной матрицей , имеет седловую точку |
|  | Верхняя цена матричной игры, заданной платежной матрицей , больше нижней цены |
|  | Матричная игра, заданная платежной матрицей , не имеет седловой точки |
|  | Матричная игра, заданная платежной матрицей , является парной |

29. В основе решения задач методом динамического программирования лежит принцип оптимальности …

***Вопросы для устного опроса***

Представлены в п. 5.3.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| печатные издания | ЭБС (адрес в сети Интернет) |
| 1. | Исследование операций в экономике: учебник для вузов | Кремер Н.Ш. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/488643> |
| 2. | Математические методы и модели исследования операций: учебник | Шапкин А.С. | Москва: Дашков и К° | 2019 |  | <http://biblioclub.ru> |
| 3. | Теория игр для экономистов: учебник и практикум | Шагин В.Л.  | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/489345> |
| 4. | Методы оптимизации. Задачник: учебное пособие для вузов | Токарев В.В., Соколов А.В., Егорова Л.Г., Мышкис П.А. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/494983> |
| 5. | Теория игр: учебник и практикум для вузов | Челноков А.Ю.  | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/489321> |
| 6. | Экономико-математические методы и прикладные модели: учебник для бакалавриата и магистратуры | Гармаш А.Н., Орлова И.В., Федосеев В.В. | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/507819> |
| 7. | Экономико-математические методы: учебник для вузов | Смагин Б.И.  | М.: Издательство Юрайт | 2022 |  | <https://urait.ru/bcode/491944> |

**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).