Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Логинова Людмила Фёдоровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 22.04.2023 17:09:21
Уникальный программный ключ:
08d93e1a8bd7a2dfff432e734ab38e2a7ed6f238

Образовательное частное учреждение высшего образования
**«ГУМАНИТАРНО-СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ»**

УТВЕРЖДЕНО
заседанием Ученого совета
протокол № 7 от 28.06.2022 г.
приказ ректора об утв. ОП ВО
№ 01-05/69 Пар 29.06.2022 г.
Ректор _____ Л.Ф. Логинова

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Б1.В.05 «ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Код и направление подготовки:

**38.03.04 «ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ»**

Направленность
**«Государственное и муниципальное управление»**

Квалификация: **бакалавр**

**Красково - 2022**

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (далее – ФГОС ВО) по направлению подготовки 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление».

Организация – разработчик: Образовательное частное учреждение высшего образования «Гуманитарно-социальный институт».

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доц. | | Чабан А.В. |
| *ученая степень, звание* | *подпись* | *ФИО* |
| | | |
| *ученая степень, звание* | *подпись* | *ФИО* |

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры кафедры «Общеобразовательных дисциплин» протокол № 9 от 16.06.2022 г.

Заведующий кафедрой
Д.ф.н., проф. _____ Кузнецова Т.Ф.
*подпись*

**Наименование дисциплины – «Основы математического моделирования социально-экономических процессов»**

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

**Целью освоения дисциплины «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» является**: приобретение студентами знаний об основах современных методов математического моделирования и исследования социально-экономических процессов, а также методов и способов использования математического моделирования в управлении производственными, муниципальными и государственными структурами.

**Задачи дисциплины:**

– дать знания студентами теоретических знаний и практических навыков использовать экономико-математические методы и модели в управлении;

– сформировать навыки количественного и качественного анализа информации при принятии управленческих решений, построения социально-экономических моделей путем их адаптации к конкретным задачам управления;

- дать знания об экономических показателях различных сторон деятельности предприятия, об источниках получения информации для расчетов и сформировать умение практически их рассчитывать;

- сформировать способность критически оценить управленческие решения и навыки их совершенствования.

Дисциплина **«Основы математического моделирования социально-экономических процессов»** в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся активной гражданской позиции, уважения к правам и свободам человека, воспитание чувства ответственности, самостоятельно мыслить, развивает профессиональные умения, системы осознанных знаний.

**Планируемые результаты обучения**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**ПК-3** Способен к использованию инструментов качественного и количественного анализа при оценке результатов работы органов государственного и муниципального управления, программ и итогов социально - экономического развития страны, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, отраслей экономики и социальной сферы;

**ПК-5** Способен разрабатывать социально-экономические проекты (программы развития), оценивать экономические, социальные, политические условия и последствия реализации государственных (муниципальных) программ.

Подготовка по дисциплине реализуется на основе справочника квалификационных требований к специальностям, направлениям подготовки, знаниям и умениям, которые необходимы для замещения должностей государственной гражданской службы с учетом области и вида профессиональной служебной деятельности государственных гражданских служащих (Принят Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации); справочника типовых квалификационных требований для замещения должностей муниципальной службы (Принят Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации); анализа требований к профессиональным компетенциям, предъявляемых к

выпускникам на рынке труда, обобщения отечественного и зарубежного опыта, проведения консультаций с ведущими работодателями.

**Матрица связи дисциплины «Основы математического моделирования социально-экономических процессов» и компетенций, формируемых на основе изучения дисциплины, с временными этапами освоения ее содержания**

| Код и наименование компетенции выпускника | Код и наименование индикатора компетенции выпускника | Код индикатора компетенции выпускника | Код и наименование дескрипторов (планируемых результатов обучения выпускников) |
|---|---|---|---|
| **ПК-3** Способен к использованию инструментов качественного и количественного анализа при оценке результатов работы органов государственного и муниципального управления, программ и итогов социально - экономического развития страны, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, отраслей экономики и социальной сферы. | **ПК-3.2** Обладает знаниями в сфере инструментов качественного и количественного анализа при оценке результатов работы органов государственного и муниципального управления, программ и итогов социально - экономического развития страны, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, отраслей экономики и социальной сферы | **ПК-3.2** | ***ПК-3.2.1***<br>***Знать:***<br>основные понятия, определения, положения и подходы математического моделирования;<br>основные методы осуществления сбора и анализа экономических процессов развития страны, субъектов РФ, муниципальных образований;<br>***ПК-3.2.2***<br>***Уметь:*** осуществлять количественный и качественный анализ социально-экономических процессов с помощью математических инструментов; анализировать информацию при принятии управленческих решений, путем их адаптации к конкретным задачам управления в построении социально-экономических моделей;<br>***ПК-3.2.3***<br>***Владеть:*** методами количественного и качественного анализа информации при оценке результатов работы органов государственного и муниципального управления; методами социально-экономического моделирования проектирования финансовых и управленческих процессов развития страны, субъектов РФ, муниципальных образований |
| **ПК-5** Способен разрабатывать социально-экономические | **ПК-5.2** Осуществляет оценку экономических, социальных и политических условий реализации социально-экономических проектов и | **ПК-5.2** | ***ПК-5.2.1***<br>***Знать:***<br>основные классификации математических моделей, принципы моделирования и |

| | | | |
|---|---|---|---|
| проекты (программы развития), оценивать экономические, социальные, политические условия и последствия реализации государственных (муниципальных программ | программ | | реализации социально-экономических проектов и государственных (муниципальных) программ;<br><br>***ПК-5.2.2***<br>***Уметь:***<br>разрабатывать модели в профессиональной деятельности с применением математических методов; проектировать и создавать экономические, финансовые и организационно-управленческие модели, адаптировать существующие модели к конкретным задачам;<br><br>***ПК-5.2.3***<br>***Владеть:***<br>навыками мониторинга и формализации социально-экономических задач;<br>навыками построения экономико-математических моделей задач при реализации социально-экономических проектов и программ |

## 2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1. Дисциплина ОП. Часть, формируемой участниками образовательных отношений.

В структурной форме межпредметные связи изучаемой дисциплины указаны в соответствии с учебным планом образовательной программы по очной форме обучения.

Связь дисциплины **«Основы математического моделирования социально-экономических процессов»** с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

| *Код дисциплины* | *Дисциплины, предшествующее перед дисциплиной* | *Семестр* |
|---|---|---|
| Б1.В.02 | Социология управления | 2 |
| Б1.О.22 | Социально-экономическая статистика | 3 |
| Б1.О.23 | Экономика фирмы | 3 |

Связь дисциплины **«Основы математического моделирования социально-экономических процессов»** со смежными дисциплинами, изучаемыми параллельно

| *Код дисциплины* | *Дисциплины, изучаемые параллельно* | *Семестр* |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Б1.О.23 | Информационно-аналитические системы в государственной сфере | 4 |
| Б1.В.04 | Государственное регулирование экономики | 4 |

Связь дисциплины **«Основы математического моделирования социально-экономических процессов»** с последующими дисциплинами и сроки их изучения

| *Код дисциплины* | *Дисциплины, следующие за дисциплиной* | *Семестр* |
|---|---|---|
| Б1.В.07 | Государственное планирование и прогнозирование | 5 |
| Б1.В.08 | Маркетинг и инвестиционное развитие территорий | 5 |
| Б1.В.12 | Региональное управление и территориальное планирование | 6 |
| Б1.В.13 | Экономика государственного и муниципального сектора | 6 |
| Б1.В.14 | Государственная социальная политика | 7 |
| Б1.В.ДВ.03.01 | Социально-экономическое прогнозирование | 8 |
| Б1.В.ДВ.03.02 | Управление в социальной сфере | 8 |
| Б1.В.15 | Управление проектами и государственными программами | 8 |
| Б1.В.16 | Антикризисное управление территорий | 8 |

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

| **Виды учебной работы** | **Форма обучения** | |
|---|---|---|
| | **Очная** | **Очно-заочная** |
| **Порядковый номер семестра** | 4 | 6 |
| Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е): | 4 | 4 |
| Контактная работа с преподавателем всего (в акад. часах), в том числе: | 52 | 38 |
| Занятия лекционного типа (лекции) | 18 | 18 |
| Занятия семинарского типа (практические занятия, семинары) | 32(8)* | 18(8)* |
| Занятия лабораторного типа (лабораторные работы) | - | - |
| Текущая аттестация | 1 | 1 |
| Консультации (предэкзаменационные) | - | - |
| Промежуточная аттестация | 1 | 1 |
| Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе: | 92 | 106 |
| Форма промежуточной аттестации: | | |
| зачет/ дифференцированный зачет | дифференцированный зачет | дифференцированный зачет |
| экзамен | - | - |
| Общая трудоемкость дисциплины (в акад. часах) | 144 | 144 |

**Практические занятия частично проводятся в форме практической подготовки обучающихся при освоении программы учебной дисциплины, в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной*

*программы.*

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### 4.1. Тематическое планирование

**Тема 1. Основы математического моделирования социально-экономических процессов.** Основные понятия: решение, множество возможных решений, оптимальное решение, показатель эффективности. Математические модели, основные принципы построения моделей, аналитические и статические модели. Определение границ объекта в оптимизации. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. Выбор числового критерия оптимизации. Формулировка математической задачи оптимизации. Информационное обеспечение математической модели. Некоторые примеры применения методов математического моделирования в экономико-социальной практике.

**Тема 2. Линейное программирование.** Задачи линейного программирования: постановка и классификация, примеры задач, сводящихся к задачам линейного программирования. Основная задача линейного программирования. Различные виды задач линейного программирования. Критерий оптимальности в задачах ЛП. Решение задач ЛП: постановка задачи, графический метод, симплексный метод, метод искусственного базиса. Двойственность в задачах линейного программирования. Основные теоремы двойственности. Анализ чувствительности задачи линейной оптимизации. Транспортная задача. Постановка задачи. Математическая модель задачи. Сбалансированная транспортная задача. Методы нахождения начального решения транспортной задачи. Метод потенциалов. Венгерский метод решения транспортной задачи.

**Тема 3. Целочисленное программирование.** Общий вид задач целочисленного программирования. Основные методы решения задач целочисленного программирования: графический, метод Гомори, метод ветвей и границ. Простейшие задачи, решаемые при помощи целочисленного моделирования. Задачи с неделимостью, задачи с альтернативными переменными.

**Тема 4. Нелинейное программирование.** Общий вид задач нелинейного программирования. Задачи НЛП, сводящиеся к задачам ЛП: задачи дробно-линейного и квадратичного программирования. Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Выпуклые и вогнутые функции. Методы возможных направлений: случаи линейных и нелинейных ограничений. Градиентные методы. Методы штрафных и барьерных функций. Теорема Куна – Таккера. Двойственность в задачах НЛП.

**Тема 5. Динамическое программирование.** Основные понятия динамического программирования: шаговое управление, управление операцией в целом, оптимальное управление, выигрыш на данном шаге, выигрыш за всю операцию, аддитивный критерий, мультипликативный критерий. Идея метода динамического программирования. Геометрическая интерпретация задачи динамического программирования. Простейшие задачи, решаемые методом динамического программирования.

**Тема 6. Сетевое планирование.** Постановка задачи сетевого планирования. Правила построения сетевого графика и его свойства. Временные параметры сетевого графика. Методы хранения графов в памяти ЭВМ. Линейная карта сети. Задача о коммивояжере.

Задача о нахождении кратчайших путей в графе и методы ее решения. Задача о максимальном потоке и алгоритм Форда – Фалкерсона. Математическая модель таких задач, методы решения.

**Тема 7. Системы массового обслуживания.** Основные понятия теории марковских процессов: случайный процесс, марковский процесс, граф состояний, поток событий, вероятность состояния, уравнения Колмогорова, финальные вероятности состояний. Схема гибели и размножения. Понятие системы массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания. СМО с отказами и с ожиданием. Простейшие системы массового обслуживания и их параметры.

**Тема 8. Элементы теории игр.** Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Теорема об активных стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2×2. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Решение матричной игры методом итераций. Игры с «природой».

**Тема 9. Игровые модели в моделировании социально-экономических процессов.**
Проблема принятия решений в условиях антагонистического конфликта. Задачи теории игр в экономике. Классификация игр. Матрица выигрышей (платежная матрица, матрица игры). Чистые стратегии игроков. Решение матричных игр с седловой точкой. Смешанные стратегии. Решение игры в смешанных стратегиях. Цена игры в смешанных стратегиях. Оптимальные смешанные стратегии.

**Тема 10. Балансовые модели.** Балансовый метод. Принципиальная схема межпродуктового баланса. Экономико- математическая модель межотраслевого баланса. Коэффициенты полных и прямых материальных затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Модель Леонтьева. Динамическая межотраслевая балансовая модель.

**Тема 11. Глобальные модели производства и производственные функции.**
Экономико-математическая модель межотраслевого баланса Леонтьева. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Динамическая межотраслевая балансовая модель. Линейная модель обмена как условие сбалансированной торговли между странами. Производственные множества и их свойства. Производственные функции и их свойства. Производственные функции Кобба-Дугласа. Задача фирмы. Функции спроса на ресурсы и предложения продукции. Спрос и предложение на рынке одного вида продукции. Рынок рабочей силы. Рынок денег. Рынок товаров. Объединенная модель рынков. Модели рынков Кейнса.

**Тема 12. Корреляционно-регрессионный анализ как основа определения взаимосвязей социально-экономических явлений и процессов.**
Общие понятия эконометрических моделей. Корреляция как взаимосвязь между социально-экономическими явлениями и процессами. Поле корреляции. Регрессия. Типы эконометрических моделей. Линейная парная корреляция. Линейный коэффициент корреляции. Верификация линейной парной корреляции. Множественная корреляция. Прогнозирование социально-экономических процессов и явлений.

**4.2. Содержание практических/семинарских занятий**

| № | Содержание семинаров | Виды семинаров | Текущий контроль |
|---|---|---|---|
| **1.** | **Тема 1. Основы математического моделирования социально-экономических процессов.** *Содержание занятия:* Математические модели, основные принципы построения моделей, аналитические и статические модели. Определение границ объекта в оптимизации. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. Выбор числового критерия оптимизации. Формулировка математической задачи оптимизации. Информационное обеспечение математической модели. Некоторые примеры применения методов математического моделирования в экономико-социальной практике. | - беседа<br>- коллоквиум | индивидуальное и групповое собеседование.<br><br>мониторинг практических заданий. |
| **2.** | **Тема 2. Линейное программирование. (1)*** *Содержание занятия:* Сведение произвольной задачи линейного программирования к ЗЛП в каноническом виде. Решение задач линейного программирования графическим методом и симплекс–методом. Решение транспортной задачи методом потенциалов. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **3.** | **Тема 3. Целочисленное программирование. (1)*** *Содержание занятия:* Решение задач целочисленного программирования методом ветвей и границ. Решение задачи о распиле методом Гомори. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **4.** | **Тема 4. Нелинейное программирование. (1)*** *Содержание занятия:* Решение задач нелинейного программирования графическим методом. Решение задач нелинейного программирования методом наискорейшего спуска. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **5.** | **Тема 5. Динамическое программирование. (1)*** *Содержание занятия:* Решение задачи о распределении средств между предприятиями и | Решение разноуровневых заданий и задач | Проверка выполнения разноуровневы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | задачи о замене оборудования методами динамического программирования. | (см. приложение 2) | х заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **6.** | **Тема 6. Сетевое планирование. (1)***<br>*Содержание занятия:* Нахождение кратчайших путей в графе. Решение задачи о максимальном потоке. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **7.** | **Тема 7. Системы массового обслуживания. (1)***<br>*Содержание занятия:* Составление систем уравнений Колмогорова. Нахождение финальных вероятностей. Нахождение характеристик простейших. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **8.** | **Тема 8. Элементы теории игр.**<br>*Содержание занятия:* Решение матричной игры графически, с помощью приведения к задаче линейного программирования, игры с природой | - беседа<br>- коллоквиум | индивидуальное и групповое собеседование.<br><br>мониторинг практических заданий. |
| **9.** | **Тема 9. Игровые модели в моделировании социально-экономических процессов. (1)***<br>*Содержание занятия*: Проблема принятия решений в условиях антагонистического конфликта. Задачи теории игр в экономике. Классификация игр. Матрица выигрышей (платежная матрица, матрица игры). Чистые стратегии игроков. Решение матричных игр с седловой точкой. Смешанные стратегии. Решение игры в смешанных стратегиях. Цена игры в смешанных стратегиях. Оптимальные смешанные стратегии. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **10.** | **Тема 10. Балансовые модели. (1)***<br>*Содержание занятия*: Нахождение коэффициентов полных материальных затрат, вектора валовой продукции. Заполнение схемы межотраслевого материального баланса. | Решение разноуровневых заданий и задач (см. приложение 2) | Проверка выполнения разноуровневых заданий и задач; Индивидуальное и групповое собеседование. |
| **11.** | **Тема 11. Глобальные модели производства и производственные функции.**<br>*Содержание занятия*: Экономико-математическая модель межотраслевого баланса Леонтьева. Коэффициенты прямых и полных материальных | - беседа<br>- коллоквиум | индивидуальное и групповое собеседование.<br><br>мониторинг |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Динамическая межотраслевая балансовая модель. Линейная модель обмена как условие сбалансированной торговли между странами. Производственные множества и их свойства. Производственные функции и их свойства. Производственные функции Кобба-Дугласа. Задача фирмы. Функции спроса на ресурсы и предложения продукции. Спрос и предложение на рынке одного вида продукции. Рынок рабочей силы. Рынок денег. Рынок товаров. Объединенная модель рынков. Модели рынков Кейнса. | | практических заданий. |
| **12.** | **Тема 12. Корреляционно-регрессионный анализ как основа определения взаимосвязей социально-экономических явлений и процессов.**<br>*Содержание занятия*: Корреляция как взаимосвязь между социально-экономическими явлениями и процессами. Поле корреляции. Регрессия. Типы эконометрических моделей. Линейная парная корреляция. Линейный коэффициент корреляции. Верификация линейной парной корреляции. Множественная корреляция. Прогнозирование социально-экономических процессов и явлений. | - беседа<br>- коллоквиум | индивидуальное и групповое собеседование.<br><br>мониторинг практических заданий. |

*- реализуется в форме практической подготовки

**4.3. Самостоятельная работа студента**

| № | Наименование темы дисциплины | Формы подготовки |
|---|---|---|
| **1.** | **Тема 1. Основы математического моделирования социально-экономических процессов.**<br>Основные понятия: решение, множество возможных решений, оптимальное решение, показатель эффективности. Математические модели, основные принципы построения моделей, аналитические и статические модели. Определение границ объекта в оптимизации. Выбор управляемых переменных. Определение ограничений на управляемые переменные. Выбор числового критерия оптимизации. Формулировка математической задачи оптимизации. Информационное обеспечение математической модели. Методы математического моделирования в | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам |

| | | |
|---|---|---|
| | экономико-социальной практике. | |
| **2.** | **Тема 2. Линейное программирование.** Задачи линейного программирования: постановка и классификация, примеры задач, сводящихся к задачам линейного программирования. Основная задача линейного программирования. Различные виды задач линейного программирования. Критерий оптимальности в задачах ЛП. Решение задач ЛП: постановка задачи, графический метод, симплексный метод, метод искусственного базиса. Двойственность в задачах линейного программирования. Основные теоремы двойственности. Анализ чувствительности задачи линейной оптимизации. Транспортная задача. Постановка задачи. Математическая модель задачи. Сбалансированная транспортная задача. Методы нахождения начального решения транспортной задачи. Метод потенциалов. Венгерский метод решения транспортной задачи. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **3.** | **Тема 3. Целочисленное программирование.** Общий вид задач целочисленного программирования. Основные методы решения задач целочисленного программирования: графический, метод Гомори, метод ветвей и границ. Простейшие задачи, решаемые при помощи целочисленного моделирования. Задачи с неделимостью, задачи с альтернативными переменными. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **4.** | **Тема 4. Нелинейное программирование.** Общий вид задач нелинейного программирования. Задачи НЛП, сводящиеся к задачам ЛП: задачи дробно-линейного и квадратичного программирования. Графический метод решения задач нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Выпуклые и вогнутые функции. Методы возможных направлений: случаи линейных и нелинейных ограничений. Градиентные методы. Методы штрафных и барьерных функций. Теорема Куна – Таккера. Двойственность в задачах НЛП. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **5.** | **Тема 5. Динамическое программирование.** Основные понятия динамического программирования: шаговое управление, управление | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |

| | | |
|---|---|---|
| | операцией в целом, оптимальное управление, выигрыш на данном шаге, выигрыш за всю операцию, аддитивный критерий, мультипликативный критерий. Идея метода динамического программирования. Геометрическая интерпретация задачи динамического программирования. Простейшие задачи, решаемые методом динамического программирования. Задача о минимизации расхода горючего самолетом при наборе высоты и скорости. Задача определения кратчайших расстояний по заданной сети. | |
| **6.** | **Тема 6. Сетевое планирование.** Постановка задачи сетевого планирования. Правила построения сетевого графика и его свойства. Временные параметры сетевого графика. Методы хранения графов в памяти ЭВМ. Линейная карта сети. Задача о коммивояжере. Задача о нахождении кратчайших путей в графе и методы ее решения. Задача о максимальном потоке и алгоритм Форда – Фалкерсона. Математическая модель таких задач, методы решения. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **7.** | **Тема 7. Системы массового обслуживания.** Основные понятия теории марковских процессов: случайный процесс, марковский процесс, граф состояний, поток событий, вероятность состояния, уравнения Колмогорова, финальные вероятности состояний. Схема гибели и размножения. Понятие системы массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания. СМО с отказами и с ожиданием. Простейшие системы массового обслуживания и их параметры. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **8.** | **Тема 8. Элементы теории игр.** Понятие об игровых моделях. Платежная матрица. Нижняя и верхняя цена игры. Решение игр в смешанных стратегиях. Теорема Неймана. Теорема об активных стратегиях. Геометрическая интерпретация игры 2×2. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования. Решение матричной игры методом итераций. Игры с «природой». | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **9.** | **Тема 9. Игровые модели в моделировании социально-экономических процессов.** Проблема принятия решений в условиях | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы |

| | | |
|---|---|---|
| | антагонистического конфликта. Задачи теории игр в экономике. Классификация игр. Матрица выигрышей (платежная матрица, матрица игры). Чистые стратегии игроков. Решение матричных игр с седловой точкой. Смешанные стратегии. Решение игры в смешанных стратегиях. Цена игры в смешанных стратегиях. Оптимальные смешанные стратегии. | на теоретические вопросы по темам; |
| **10.** | **Тема 10. Балансовые модели.** Балансовый метод. Принципиальная схема межпродуктового баланса. Экономико-математическая модель межотраслевого баланса. Коэффициенты полных и прямых материальных затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Модель Леонтьева. Динамическая межотраслевая балансовая модель. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **11.** | **Тема 11. Глобальные модели производства и производственные функции.** Экономико-математическая модель межотраслевого баланса Леонтьева. Коэффициенты прямых и полных материальных затрат. Межотраслевые балансовые модели в анализе экономических показателей. Динамическая межотраслевая балансовая модель. Линейная модель обмена как условие сбалансированной торговли между странами. Производственные множества и их свойства. Производственные функции и их свойства. Производственные функции Кобба-Дугласа. Задача фирмы. Функции спроса на ресурсы и предложения продукции. Спрос и предложение на рынке одного вида продукции. Рынок рабочей силы. Рынок денег. Рынок товаров. Объединенная модель рынков. Модели рынков Кейнса. | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |
| **12.** | **Тема 12. Корреляционно-регрессионный анализ как основа определения взаимосвязей социально-экономических явлений и процессов.** Общие понятия эконометрических моделей. Корреляция как взаимосвязь между социально-экономическими явлениями и процессами. Поле корреляции. Регрессия. Типы | проработка лекций - включает чтение конспекта лекций, профессиональной литературы, периодических изданий; ответы на теоретические вопросы по темам; |

| | | |
|---|---|---|
| | эконометрических моделей. Линейная парная корреляция. Линейный коэффициент корреляции. Верификация линейной парной корреляции. Множественная корреляция. Прогнозирование социально-экономических процессов и явлений. | |

***Собеседование*** *- средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний студента по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.*

**Перечень вопросов для собеседования**

**Тема 1. Основы моделирования**

1. В чем заключается смысл системного подхода к анализу социально-экономических систем и
процессов?
2. Сформулируйте понятия «модель» и «метод моделирования».
3. Каковы важнейшие особенности социально-экономических систем как объектов моделирования?
4. Дайте характеристику этапов экономико-математического моделирования?
5. Укажите основные научные дисциплины и методы, входящие в состав экономико-математических методов.
6. Назовите основные классификационные признаки экономико-математических моделей и
приведите примеры моделей, входящих в ту или иную классификационную рубрику.

**Тема 2. Линейное программирование**

1. Расскажите о задачах математического программирования. Приведите примеры.
2. Расскажите о критерии оптимальности в задачах математического программирования.
3. Перечислите основные формы записи задачи линейного программирования. В чем разница
между ними?
4. Перечислите основные этапы графического метода решения задач линейного программирования.
5. Сформулируйте алгоритм симплексного метода с естественным базисом.
6. Когда возникает необходимость использования симплексного метода с искусственным базисом
(М-метода)? В чем суть этой модификации симплекс-метода?
7. Сформулируйте алгоритм симплексного метода с искусственным базисом.
8. Дайте определение двойственной задачи линейного программирования.
9. Сформулируйте теорему двойственности Л.В. Канторовича.
10. Сформулируйте теорему о дополняющей нежесткости.
11. Сформулируйте теорему об оценках.
12. Поясните экономический смысл теорем двойственности, дайте экономическую интерпретацию
свойств двойственных оценок.
13. Опишите экономико-математическую модель транспортной задачи.
14. Расскажите о методах нахождения начального опорного плана транспортной задачи.
15. Перечислите основные этапы решения транспортной задачи методом потенциалов.

**Тема 3. Целочисленное программирование**

1. Какие экономические задачи относятся к задачам целочисленного программирования?
2. Сформулируйте задачу целочисленного программирования.
3. В чем состоит метод отсечений (Гомори)?
4. Как составить дополнительное ограничение, если компоненты оптимального плана задачи
являются дробными?
5. В каком случае поставленная задача не имеет целочисленного решения?
6. Какой геометрический смысл имеет введение дополнительного ограничения?
7. Перечислите основные этапы решения дискретных задач оптимизации методом ветвей и границ.

**Тема 4. Нелинейное программирование**

1. При каких условиях общая задача математического программирования является задачей нелинейного программирования?
2. Для какого класса задач нелинейного программирования разработаны методы решения.
3. В чем состоит отличие оптимального решения задачи нелинейного программирования от
оптимального решения задачи линейного программирования?
4. Расскажите о задачах дробно-линейного программирования.
5. Сформулируйте задачу квадратичного программирования.
6. При каких условиях может быть найден глобальный оптимум задачи квадратичного программирования?
7. Раскройте суть методов возможных направлений.
8. В чем сущность градиентных методов решения задач нелинейного программирования?
9. Расскажите о методах штрафных и барьерных функций.
10. В чем суть метода Лагранжа решения классической оптимизационной задачи?
11. Расскажите о двойственности в задачах нелинейного программирования.

**Тема 5. Динамическое программирование**

1. Сформулируйте задачу динамического программирования
2. Дайте геометрическую интерпретацию задачи динамического программирования.
3. В чем состоит сущность принципа поэтапного построения оптимального управления?
4. Составьте функциональное уравнение для задачи распределения ресурсов.
5. Сформулируйте задачу о замене и составьте её функциональное уравнение.
6. Расскажите алгоритм решения задачи определения кратчайших расстояний по заданной сети.
7. Какие процессы называют детерминированными?
8. Кем впервые был сформулирован принцип оптимальности?
9. Что называют условным максимумом?
10. Какие уравнения называют уравнениями Беллмана?

**Тема 6. Сетевое планирование**

1. В чем суть методов сетевого планирования и управления?
2. Какие два типа элементов составляют граф?
3. Дайте содержательную характеристику элементов сетевого графика.
4. Какими четырьмя свойствами обладает сетевой график?
5. Что обозначается на сетевом графике дугами и вершинами?
6. Что включает подготовка исходных данных для построения сетевого графика?
7. Какие четыре правила должны учитываться при построении сетевого графика для сетевого

планирования и управления?
8. Что является тремя основными параметрами сетевого графика?
9. Какой из полных путей сетевого графика называется критическим?
10. Какое время выполнения всех работ называется критическим сроком и чем оно определяется?
11. Какие работы и события называют критическими?
12. Что показывает резерв времени событий?
13. Какие сроки свершения события определяют резервы времени события?
14. Что означает ранний срок свершения события и по какой зависимости он рассчитывается?
15. Что означает поздний срок свершения события и по какой зависимости он рассчитывается?
16. По какой зависимости рассчитывается резерв времени события?
17. На какие два вида подразделяются резервы времени работы?
18. Что показывает полный резерв времени работы и по какой зависимости он рассчитывается?
19. Что означает свободный резерв времени и по какой зависимости он рассчитывается?
20. какой зависимостью связан резерв времени события с резервами времени входящей в него
работы?
21. Как различаются разности между полным и свободным резервами времени любой из работ,
входящих в одно и то же событие?
22. Чем характерны резервы времени критических событий и критических работ?
23. Можно ли добиться выполнения комплекса работ одновременно в минимальные сроки и с
наименьшими затратами?

**Тема 7. Системы массового обслуживания**

1. Как называются системы, в которых в случайные моменты времени возникают заявки на
обслуживание и имеются устройства для обслуживания этих заявок?
2. Чем различаются одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания?
3. Как называются одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания, в которых
заявка, поступившая в момент, когда все каналы обслуживания заняты, всегда покидает систему?
4. Как называются одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания, в которых
заявка, поступившая в момент, когда все каналы обслуживания заняты, становится на свободное место
в очереди на обслуживание?
5. Какие системы массового обслуживания покидает заявка, поступившая в момент, когда все
каналы обслуживания заняты и в очереди на обслуживание нет свободного места?
6. Какие системы массового обслуживания никогда не покидает заявка, поступившая в момент,
когда все каналы обслуживания заняты?
7. Какой показатель эффективности системы массового обслуживания выражается средней долей
поступающих заявок, обслуживаемых этой системой?

8. Чем определяется абсолютная пропускная способность системы массового обслуживания?
9. Как называется вероятность того, что заявка покинет систему необслуженной?
10. Что служит исходными данными для расчетов показателей эффективности системы массового
обслуживания?
11. Какие два типа исходных данных необходимы для моделирования систем массового обслуживания?
12. Какой результат моделирования системы массового обслуживания позволяет рассчитать все
показатели эффективности этой системы?
13. Какие характеристики включаются в основные параметры, необходимые для моделирования системы массового обслуживания?
14. Что такое поток заявок и чем он характеризуется?
15. Какой поток заявок называется простейшим, пуассоновским?
16. Чем характеризуется механизм обслуживания в системе массового обслуживания?
17. Что описывает граф состояний системы массового обслуживания?
18. Какие вероятности состояния системы массового обслуживания называются финальными?
19. Что представляет собой граф состояний системы обслуживания по схеме «гибели и размножения»?
20. По какому общему правилу можно вычислить вероятность любого состояния системы массового обслуживания для графа состояний со схемой «гибели и размножения»?
21. Как представляется n – канальная система массового обслуживания с m – ограниченной очередью графом состояний со схемой «гибели и размножения»?
22. Как представляется n – канальная система массового обслуживания с неограниченной очередью графом состояний со схемой «гибели и размножения»?
23. Как представляется n – канальная система массового обслуживания с отказами графом состояний со схемой «гибели и размножения»?
24. Как представляется одноканальная система массового обслуживания с неограниченной очередью графом состояний со схемой «гибели и размножения»?
25. Что является целью оптимизации системы массового обслуживания?
26. Какую величину целесообразно использовать в качестве целевой функции оптимизации системы массового обслуживания?

**Раздел 8. Элементы теории игр**

1. Какое понятие определяет совокупность предварительно оговоренных правил, описывающих возможные действия игроков?
2. Что указывают правила игры?
3. Какие действия игроков называются ходами?
4. Для чего служит функция выигрыша?
5. На какие виды подразделяются игры в зависимости от интересов участников?
6. В каком виде представляется функция выигрыша в матричной игре?
7. Какую игру называют игрой с нулевой суммой?
8. В чем заключается процесс «игры в матричную игру»?
9. Что определяет положительное значение элемента платежной матрицы?
10. Что определяет отрицательное значение элемента платежной матрицы?
11. Какую игру называют игру n*m?
12. какая стратегия игрока называется оптимальной?
13. Какие величины называют нижней и верхней ценами игры?
14. Какое неравенство между нижней и верхней ценами игры справедливо всегда?
15. Какие оптимальные стратегии называют чистыми?

16. Какую величину называют чистой ценой игры?
17. При каком условии можно найти оптимальные чистые стратегии игроков?
18. Какие два условия выполняются для Седловой точки платежной матрицы?
19. Чем характеризуется смешанная стратегия игрока?
20. При выполнении каких условий смешанные стратегии называются оптимальными?
21. Каким методом осуществляется отыскание оптимальных смешанных стратегий для игр 2*2?
22. При выполнении какого условия может быть вычеркнута строка платежной матрицы как никогда не выбираемая?
23. При выполнении какого условия может быть вычеркнут столбец платежной матрицы как никогда не выбираемый?
24. Чем отличаются матричные игры с природой от обычных матричных игр?
25. Для чего и как вводится матрица рисков наряду с платежной матрицей?
26. При каком условии в решении игр с природой используется максиминный критерий Вальда?
27. При каком условии в решении игр с природой используется критерий минимального риска Севиджа?
28. При каком условии в решении игр с природой используется критерий пессимизма – оптимизма Гурвица?
29. При каком условии в решении игр с природой используется принцип недостаточного основания Лапласа?

**Раздел 9. Балансовые модели**
1. Какой вид имеет балансовая модель и что отражают ее элементы?
2. Для выражения каких экономических показателей могут использоваться балансовые модели?
3. Какой принятый в практике планирования метод называют балансовым?
4. Что описывается уравнениями по строкам и столбцам модели межотраслевого баланса?
5. В чем заключается основное правило балансового метода?
6. Что измеряется с помощью коэффициентов прямых материальных затрат?
7. Что показывает каждый из коэффициентов прямых материальных затрат?
8. Как по стоимости валовых выпусков продукции всех отраслей можно найти стоимость конечной
продукции и наоборот?

*Б). Практическая работа (разноуровневые задания и задачи) - это средство, позволяющее оценить умение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющихся средств и лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы.*
(см. приложение 2).

*В). Тест – это система стандартизированных простых и комплексных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний, умений и навыков обучающегося.*
(см. приложение 1).

### 4.4. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

| *Номер раздела, темы* | *Компетенции* | *Контактная работа* | *Лекции* | *Практические занятия,* | *Самост. работа студентов* |
|---|---|---|---|---|---|

| *дисципли ны* | | | | | | *Семинары* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Формы обучения*** | | ***ОФО*** | ***ОЗФО*** | ***ОФО*** | ***ОЗФО*** | ***ОФО*** | ***ОЗФО*** | ***ОФО*** | ***ОЗФО*** |
| **Тема 1** | ПК-3; ПК-5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | 8 |
| **Тема 2** | ПК-3; ПК-5 | 8 | 6 | 2 | 2 | 4(1)* | 2(1)* | 8 | 10 |
| **Тема 3** | ПК-3; ПК-5 | | | | | 2(1)* | 2(1)* | 8 | 10 |
| **Тема 4** | ПК-3; ПК-5 | 6 | 6 | 2 | 2 | 4(1)* | 2(2)* | 8 | 10 |
| **Тема 5** | ПК-3; ПК-5 | 4 | | 2 | 2 | 2(1)* | | 8 | 8 |
| **Тема 6** | ПК-3; ПК-5 | 10 | 4 | 2 | 2 | 4(1)* | 2(2)* | 8 | 8 |
| **Тема 7** | ПК-3; ПК-5 | | | | | 4(1)* | | 8 | 8 |
| **Тема 8** | ПК-3; ПК-5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 8 |
| **Тема 9** | ПК-3; ПК-5 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2(1)* | 2(2)* | 8 | 8 |
| **Тема 10** | ПК-3; ПК-5 | | | | | 2(1)* | | 6 | 8 |
| **Тема 11** | ПК-3; ПК-5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 10 |
| **Тема 12** | ПК-3; ПК-5 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 10 |
| Текущая аттестация | ПК-3; ПК-5 | 1 | | | | | | | |
| Консультации (предэкзаменационные) | ПК-3; ПК-5 | - | | - | - | - | - | - | - |
| Промежу-точная аттестация | ПК-3; ПК-5 | 1 | | | | | | | |
| ***Всего:*** | | **52** | **38** | **18** | **18** | **32(8)*** | **18(8)*** | **92** | **106** |

*- реализуется в форме практической подготовки

### 4.5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для правильной организации самостоятельной работы необходимо учитывать порядок изучения разделов курса, находящихся в строгой логической последовательности. Поэтому хорошее усвоение одной части дисциплины является предпосылкой для успешного перехода к следующей. Для лучшего запоминания материала целесообразно использовать индивидуальные особенности и разные виды памяти: зрительную, слуховую, ассоциативную. Успешному запоминанию способствует приведение ярких свидетельств и наглядных примеров. Учебный материал должен постоянно повторяться и закрепляться.

Подготовка к занятиям семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия) начинаются с тщательного ознакомления с условиями предстоящей работы, т. е. с обращения к вопросам занятий семинарского типа. Определившись с проблемой, следует обратиться к рекомендуемой литературе. При подготовке обязательно требуется изучение дополнительной литературы по теме предстоящего занятия. Без использования нескольких источников информации невозможно проведение дискуссии на занятиях, обоснование собственной позиции, построение аргументации. Если обсуждаемый аспект носит дискуссионный характер, следует изучить существующие точки зрения и выбрать тот подход, который вам кажется наиболее верным. При этом следует учитывать необходимость обязательной аргументации собственной позиции. Во время занятий рекомендуется активно участвовать в обсуждении рассматриваемой темы, выступать с подготовленными заранее докладами и презентациями, принимать участие в выполнении практических заданий.

С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к занятиям лекционного типа, поскольку они являются важной формой организации учебного процесса: знакомят с новым учебным материалом; разъясняют учебные элементы, трудные для понимания; систематизируют учебный материал; ориентируют в учебном процессе.

Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитайте материал предыдущей лекции;
- узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану);
- ознакомьтесь с учебным материалом по источникам, рекомендованным согласно учебно-методическому обеспечению дисциплины;
- запишите возможные вопросы, которые вы зададите преподавателю на лекции.

Во время лекции рекомендуется составлять конспект, фиксирующий основные положения лекции и ключевые определения по пройденной теме.

К формам промежуточного контроля по дисциплине необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения. В самом начале учебного курса обучающемуся следует познакомиться со следующими учебно-методическими материалами:

- рабочей программой дисциплины;
- планируемыми результатами обучения;
- тематическими планами занятий лекционного и семинарского типа;
- контрольными мероприятиями текущей и промежуточной аттестации;
- перечнем учебно-методического обеспечения дисциплины;
- перечнем вопросов к промежуточной аттестации.

После этого у студента должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине. Систематическое выполнение учебной работы на лекциях, семинарских занятиях и в процессе самостоятельной работы позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи промежуточной аттестации.

В случае организации учебной работы с использованием дистанционных образовательных технологий занятия проводятся в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) института.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Образовательные технологии

В освоении учебной дисциплины используются следующие **традиционные образовательные технологии:**

- чтение информационных лекций с использованием доски и видеоматериалов;
- практические/семинарские занятия (практическая подготовка) *;
- контрольные опросы;
- консультации;
- самостоятельная работа студентов с учебной литературой;
- тестирование по основным темам дисциплины (промежуточный контроль);
- дифференцированный зачет

### 5.2. Использование информационных технологий

- технологии, основанные на использовании ЭИОС института (методические материалы по дисциплине, размещенные на сайте ГСИ);
- Интернет-технологии;
- компьютерные обучающие и контролирующие программы;
- информационные технологии, позволяющие увеличить эффективность преподавания (за счет усиления иллюстративности):

  - ***лекция-визуализация –*** *иллюстративная форма проведения информационных и проблемных лекций;*

  - ***семинар-презентация*** *– использование студентами на семинарах специализированных программных средств.*

### 5.3. Активные и интерактивные методы и формы обучения

Из перечня видов: (*«мозговой штурм», анализ проблемных ситуаций, анализ конкретных ситуаций, инциденты, имитация коллективной профессиональной деятельности, творческая работа, связанная с самопознанием и освоением дисциплины, деловая игра, круглый стол, диспут, дискуссия, мини-конференция и др.*) используются следующие:

- *диспут* (способ ведения спора, проводимого с целью установления научной истины со ссылками на устоявшиеся письменные авторитетные источники и тщательный анализ аргументов каждой из сторон);
- *дискуссия (*как метод, активизирующий процесс обучения, изучения сложной темы, теоретической проблемы*) применяется на семинарах-дискуссиях, где обсуждаются спорные вопросы с выявлением мнений в студенческой группе;*
- *беседа.*

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Конкретный перечень типовых контрольных заданий и иных материалов для оценки результатов освоения дисциплины, а также описание показателей и критериев оценивания компетенций приведен в фонде оценочных средств по дисциплине.

**6.1. Формы текущего контроля**

*- индивидуальное и групповое собеседование;*
*- мониторинг результатов практических/семинарских занятий;*
*- выполнение тестовых заданий;*
*- выполнение заданий в форме практической подготовки.*

**6.2. Тестовые задания:**

См. приложение – «Банк тестов»

**6.3. Форма промежуточного контроля по дисциплине –** дифференцированный зачет

Вопросы к дифференцированному зачету:

1. Классификация экономико-математических методов и моделей.
2. Примеры построения линейных оптимизационных моделей.
3. Основная задача линейного программирования.
4. Различные виды задач линейного программирования (общий, канонический, с однотипными условиями).
5. Задачи линейного программирования, решаемые геометрическим способом.
6. Задачи линейного программирования, решаемые методом перебора.
7. Задачи линейного программирования, решаемые симплекс-методом (табличный алгоритм).
8. Задачи линейного программирования, решаемые методом штрафных функций (М – метод).
9. Двойственность в задачах линейного программирования.
10. Основные теоремы двойственности.
11. Анализ чувствительности задачи линейной оптимизации. Двойственные оценки, их свойства.
12. Задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.
13. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
14. Транспортная задача. Математическая модель задачи. Открытая и закрытая модели транспортной задачи.
15. Различные методы нахождения начального опорного плана при решении транспортной задачи.
16. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
17. Венгерский метод решения транспортной задачи, задачи о назначениях и кратчайшем пути.
18. Решение задач методом динамического программирования.
19. Решение задач методом нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.
20. Модели сетевого планирования и управления.
21. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания.
22. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).
23. Теоретико – игровые модели принятия решений.
24. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цены игры.
25. Решение игр в смешанных стратегиях.

26. Геометрическая интерпретация игры 2*2.
27. Приведение матричной игры к ЗЛП.
28. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.
29.Численные методы оптимизации (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона – Рафсона и др.)
30. Балансовые модели.
32. Классическая минимизация функции одной переменной.
33. Минимизация многомодальных функций.
34. Минимизация по правильному симплексу.
35. Метод циклического покоординатного спуска.
36. Алгоритм Хука-Дживса.
37. Методы случайного поиска.
38. Метод градиентного спуска.
39. Метод наискорейшего спуска.
40. Метод сопряженных градиентов.
41. Метод Ньютона.
42. Оптимальное управление объектом, описываемым системой обыкновенных дифференциальных уравнений.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

**Основная литература**

Бычкова, С. Г. Социально-экономическая статистика : учебник и практикум для вузов / С. Г. Бычкова, Л. С. Паршинцева ; под общей редакцией С. Г. Бычковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 488 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14952-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/485721

Дубина, И. Н. Основы математического моделирования социально-экономических процессов : учебник и практикум для вузов / И. Н. Дубина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00501-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488340

Светуньков, И. С. Методы социально-экономического прогнозирования в 2 т. Т. 1 теория и методология : учебник и практикум для вузов / И. С. Светуньков, С. Г. Светуньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 351 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02801-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469228

Светуньков, И. С. Методы социально-экономического прогнозирования в 2 т. Т. 2 модели и методы : учебник и практикум для вузов / И. С. Светуньков, С. Г. Светуньков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 447 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02804-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/468844

**Дополнительная литература**

Антохонова, И. В. Методы прогнозирования социально-экономических процессов : учебное пособие для вузов / И. В. Антохонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 213 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04096-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/492661

Гармаш, А. Н. Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3698-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/507819

Машунин, Ю. К. Прогнозирование и планирование социально-экономических систем : учебник для вузов / Ю. К. Машунин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 330 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14698-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/496702

***Периодическая литература (библиотека ГСИ)***

1. Актуальные проблемы экономики и менеджмента.
2. Вопросы государственного и муниципального управления.
3. Проблемы управления.
4. Российский журнал менеджмента.
5. Эксперт.

**ЭБС IPR SMART**:

**1.** Ars administrandi. Искусство управления (доступный архив: 2010–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/11588.html.
**2.** E-Management (доступный архив: 2019–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/101192.html.
**3.** Актуальные проблемы экономики и менеджмента (доступный архив: 2019–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/98831.html.
**4.** Вестник государственного и муниципального управления (доступный архив: 2019–2020 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/103735.html.
**5.** Вестник российского университета дружбы народов. Серия государственное и муниципальное управление (доступный архив: 2014–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/32332.html.
**6.** Вестник университета (ГУУ) (доступный архив: 2019–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/101201.html.
**7.** Вопросы управления (доступный архив: 2017–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/87622.html.
**8.** Государственное и муниципальное управление. Ученые записки (доступный архив: 2017–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/82793.html.
**9.** Муниципалитет: экономика и управление (доступный архив: 2017–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/88631.html.

**10.** Развитие территорий (доступный архив: 2017–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/87309.html.
**11.** Регионология (Regionology) (доступный архив: 2018–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/79951.html.
**12.** Социум и власть (доступный архив: 2017–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/87320.html.
**13.** Стратегические решения и риск-менеджмент (доступный архив: 2020–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/106296.html.
**14.** Управление (ГУУ) (доступный архив: 2019–2021 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/101225.html.
**15.** Управленческое консультирование (доступный архив: 2017–2022 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/87339.html.
**16.** Экономическое развитие России (доступный архив: 2012–2022 гг.). — URL: https://www.iprbookshop.ru/51219.html.

### 7.2. Электронные образовательные и информационные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «IPRBOOKS» - https://iprbookshop.ru
2. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» - https://urait.ru/
3. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» - https://www.elibrary.ru

### 7.3. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

**Информационно-справочные системы**

1. «Система КонсультантПлюс» – компьютерная справочная правовая система - http://www.consultant.ru/
2. «Гарант» – справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации - http://www.garant.ru/
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - http://window.edu.ru/
4. Национальная информационно-аналитическая система Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - https://www.elibrary.ru
5. Федеральный портал «Российское образование» - http://www.edu.ru/

**Профессиональные базы данных**

1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru - Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
2. Открытый портал информационных ресурсов (научных статей, сборников работ и монографий по различным направлениям наук) https://elibrary.ru/project_risc.asp
3. База данных научных журналов на русском и английском языке ScienceDirect
4. Открытый доступ к метаданным научных статей по различным направлениям наук поиск рецензируемых журналов, статей, глав книг и контента открытого доступа http://www.sciencedirect.com/
5. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/
6. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» http://window.edu.ru/
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов Научно-практические и методические материалы http://school-collection.edu.ru/

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Министерство образования и науки Российской Федерации. 100% доступ - http://минобрнауки.рф/
2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки. 100% доступ - http://obrnadzor.gov.ru/
3. Федеральный портал «Российское образование». 100% доступ - http://www.edu.ru/
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». 100% доступ - http://window.edu.ru/
5. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. 100% доступ - http://fcior.edu.ru/
6. Электронно-библиотечная система, содержащая полнотекстовые учебники, учебные пособия, монографии и журналы в электронном виде 5100 изданий открытого доступа. 100% доступ - http://bibliorossica.com/
7. Федеральная служба государственной статистики. 100% доступ - http://www.gks.ru
8. СПС Гарант http://www.garant.ru
9. Официальный интернет портал правовой информации http://www.pravo.gov.ru/
10. Сайт Президента РФ http://www.kremlin.ru/
11. Сайт Правительства РФ http://government.ru/
12. Сайт Государственной Думы Федерального Собрания РФ http://duma.gov.ru/
13. Сайт Совета Федерации Федерального Собрания РФ http://council.gov.ru/
14. Сайт Конституционного суда РФ http://www.ksrf.ru/ru
15. Сайт Верховного Суда РФ http://www.vsrf.ru/
16. Сайт Генеральной прокуратуры РФ http://genproc.gov.ru/
17. Сайт Министерства внутренних дел РФ https://мвд.рф
18. Федеральная Антимонопольная Служба https://fas.gov.ru/
19. Центральный банк РФ https://www.cbr.ru/

## 8. Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Операционная система Windows 10,
Microsoft office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher)
Антивирус Windows Defender (входит в состав операционной системы Microsoft Windows)

**Программное обеспечение отечественного производства**

INDIGO
Яндекс.Браузер

**Свободно распространяемое программное обеспечение**

Adobe Reader для Windows
Архиватор HaoZip

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения учебных занятий используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям; ПК, интерактивной доской, переносной аудио и видеоаппаратурой (персональный компьютер или ноутбук с необходимым программным обеспечением для тематических иллюстраций и демонстраций, соответствующих программе дисциплин).

Для самостоятельной работы обучающихся используются помещения, оснащенные компьютерной техникой: персональные компьютеры с доступом к сети Интернет и ЭИОС института, принтеры; специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья институтом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.

## 10. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

## БАНК ТЕСТОВ

***<u>Примерные тестовые задания:</u>***

**1. Экономико-математическая модель предназначена для решения:**
1. экономических проблем,
2. технических проблем,
3. естественно-научных проблем,
4. универсальных задач,
5. социально-экономических задач.

**2. Что выполняется на первом этапе экономико-математических исследований:**
1. постановка задачи.
2. наблюдение явления и сбор исходных данных.
3. построение математической модели.
4. расчет модели.
5. тестирование модели и анализ выходных данных.

**3. Основная цель оптимизации заключается:**
1. в нахождении всех возможных решений
2. в нахождении оптимального решения кратчайшим способом
3. в нахождении оптимального решения
4. ни один из перечисленных

**4. Решение задач оптимизации сводится к отысканию**
1. только минимума целевой функции
2. только максимума целевой функции
3. любой из перечисленных
4. правильного варианта нет

**5. В задаче «о производстве» требуется найти**
1. объем выпускаемой продукции
2. максимальную прибыль
3. то и другое
4. правильного варианта нет

**6. В любой задаче линейного программирования переменные**
1. положительные
2. не отрицательные
3. не положительные
4. произвольные

**7. Обязательным условием для неравенств в задачах линейного программирования является**
1. линейность
2. однородность
3. не отрицательность
4. нечто иное

**8. Транспортная задача – это разновидность:**
1. задачи линейного программирования,
2. задачи нелинейного программирования,
3. задачи целочисленного программирования,
4. задачи квадратичного программирования.
5. особой задачи экономического анализа.

**9. Целью транспортной задачи является:**
1. найти объем перевозимого товара
2. найти максимальную прибыль
3. найти оптимальный план перевозки
4. правильного варианта нет

**10. Первичный план перевозок в транспортной задаче можно получить, используя:**
1. метод «минимального элемента»,
2. метод Гоморри,
3. метод наискорейшего спуска,
4. произвольное рапределение перевозок,
5. метод эксперых оценок.

**11. Ответ задачи «о распиле» содержит значения**
1. целые
2. натуральные
3. положительные
4. любые

**12.Одна из теорем двойственности звучит**
1. экстремумы отличаются знаком
2. экстремумы совпадают
3. равенство переменных
4. правильного варианта нет

**13.Для разрешимости транспортной задачи количество занятых клеток должно быть равно**
1. количество потребителей плюс поставщиков минус 1
2. количество потребителей плюс поставщиков
3. количество потребителей плюс поставщиков плюс 1
4. всегда по-разному

**14. Количество решений системы линейных уравнений может быть**
1. одно
2. ни одного
3. бесконечно
4. любое из перечисленных

**15. Матрицы взаимодвойственных задач**
1. взаимообратные
2. одинаковые
3. транспонированные
4. любое из перечисленных

**16. С продукцией в задаче динамического программирования выполняют**

1. выпуск
2. перераспределение
3. закупку
4. нечто иное

**17. Одна из теорем двойственности звучит: неотрицательность одной переменной вызывает положительность двойственной**

1. да
2. нет
3. не полностью

**18.В задаче о коммивояжере речь идет о**

1. продукции
2. графах (путь)
3. сырье
4. иное

**19. Какая из задач записана в каноническом виде**

max F(x) 3x 2y

$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\min \quad F(x) = 3x + 2y$$

$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \end{cases}$$

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$

$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y = 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$

$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y \ge 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

**20. Графически мы можем решить задачу линейного программирования с числом переменных**

1. 2
2. 1
3. число свободных переменных равно 2
4. любой из перечисленных

**Найдите** $\max F(x) = 2x_1 + 2x_2$
$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \geq -6 \\ 3x_1 + x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 3 \end{cases}$$

11
21
6
4

**Двойственная задача к данной ЗЛП** $\max F(x) = 3x_1 + x_2$
$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 2 \\ -x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$$
**имеет вид**

$$\min F(y) = 3y_1 + y_2$$

$$\begin{cases} y_1 - 2y_2 \geq 2 \\ -y_1 + y_2 \geq 2 \\ y_1 + y_2 \leq 1 \\ y_1 + y_2 \geq 5 \\ y_1, y_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\min\ F(x) = 2y_1 + 2y_2 - y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 - y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

$$\max F(y) = 2y_1 + 2y_2 - y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 - y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

$$\min F(y) = 2y_1 + 2y_2 + y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 + y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

**21. Решение транспортной задачи заключается в методе**

1. перебора
2. симплексном
3. потенциалов
4. Монте –Карло

**22. При открытой модели транспортной задачи, когда потребности превышают запасы необходимо ввести мнимого**

1. поставщика
2. потребителя
3. любого из перечисленных
4. нечто иное

**23. Пусть m- число переменных, n – число неравенств, тогда при приведении к каноническому**
**виду необходимо ввести число свободных переменных**

1. m
2. n
3. m-n
4. n-m

**24. Транспортная задача может быть**

1. открытой

2. закрытой
3. любой из перечисленных
4. нечто иное

**25. Если в канонической форме ЗЛП число переменных равно числу уравнений, то система ограничений**

1. обязательно имеет только одно решение
2. имеет одно решение, если оно существует
3. имеет множество решений
4. любое из перечисленных

**26. Задача оптимального использования сырья требует экстремум функции в виде**

1. max
2. min
3. любой из перечисленных
4. ни один из перечисленных

**27.**

**Какая из ЗЛП записана в общем виде**

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\min \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \ge 5 \\ x + 2y \ge 3 \\ x - y \ge 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y = 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

**28. Графически мы можем решить задачу моделей и методов оптимизации» с числом переменных**

1. 1
2. 2
3. 3
4. любой из перечисленных

**29. В симплексном методе знак свободного элемента в ограничениях**

1. больше нуля
2. не больше нуля
3. не меньше нуля
4. любое из перечисленных

**30. Методом нахождения начального опорного плана транспортной задачи является метод**

1. северо-восточного угла
2. северо-западного угла

3. юго-восточного угла
4. юго-западного угла

**31. При открытой модели транспортной задачи, когда запасы превышают потребности необходимо ввести мнимого**

1. поставщика
2. потребителя
3. любого из перечисленных
4. нечто иное

**32. Количество решений транспортной задачи может быть**

1. только одно
2. два
3. множество
4. любое из перечисленных

**33. Если в канонической форме ЗЛП число переменных больше числа уравнений, то система ограничений**

1. обязательно имеет только одно решение
2. имеет одно решение, если оно существует
3. имеет множество решений
4. любое из перечисленных

**34. Задачи целочисленного программирования можно решить методом**

1. потенциалов
2. ветвей и границ
3. Монте-Карло
4. ни один из перечисленных

**35. К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Выберите ситуацию, возможную при данном условии**

1. оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой
2. функции двойственной задачи
3. оптимальные планы прямой и двойственной задач различны
4. оптимальные значения целевых функций планы прямой и двойственной задач достигаются в одной и той же точке
5. ни одна из перечисленных

**36. Задача линейного программирования не имеет допустимых решений. Выберите ситуацию, возможную при данном условии**

1. приведением к каноническому виду можно добиться не пустоты допустимого множества
2. применяя метод искусственного базиса можно найти оптимальный опорный план в базисе опорного плана, отвечающего критерию оптимальности, присутствуют искусственные переменные
3. ни одна из перечисленных

**37. Задача математического программирования не имеет допустимых решений. Выберите ситуацию, возможную при данном условии**

1. в задаче отсутствуют ограничения
2. система ограничений задачи несовместна
3. целевая функция неограниченна на допустимой области
4. ни одна из перечисленных

**38. Какие функции, уравнения и неравенства используются в линейном программировании**

1. только линейные
2. любые
3. в зависимости от решаемой задачи
4. только нелинейные

**39. Методы линейного программирования позволяют определить оптимальное экономическое**
**решение**

1. нет
2. всегда
3. да, если оно существует
4. линейное программирование предназначено для других целей

**40. Как представляется конкретный план в линейном программировании**

1. датами
2. числовыми значениями
3. интегральной кривой возможных потерь
4. ни один из перечисленных

**41. Допустимым планом задачи линейного программирования называется**

1. любой план
2. любой, удовлетворяющий системе ограничений
3. любой, с положительными значениями
4. ни один из перечисленных

**42. Оптимальным планом задачи линейного программирования называется**

1. любой план
2. любой допустимый план
3. допустимый план, которой достигает максимум или минимум целевой функции
4. ни один из перечисленных

**43. Система ограничений задачи линейного программирования — это система**

1. нестрогих неравенств
2. только строгих неравенств
3. только равенств
4. любой из перечисленных

**44. Система ограничений ЗЛП является системой**

1. только линейных ограничений
2. линейных и нелинейных ограничений

3. только нелинейных ограничений
4. различна, в зависимости от условий решаемой задачи

**45.Целевая функция в ЗЛП должна быть**

1. нелинейной
2. линейной
3. любой
4. различна, в зависимости от условий решаемой задачи

**46.Математическая модель ЗЛП это**

1. целевая функция
2. целевая функция и набор ограничений
3. набор ограничений
4. нечто иное

**47.Какие задачи решаются методом линейного программирования**

1. поиск экстремума нелинейной функции при линейных ограничениях
2. поиск экстремума линейной функции при нелинейных ограничениях
3. поиск экстремума линейной функции при линейных ограничениях
4. любые из перечисленных

**48.Какое количество ограничений допустимо в ЗЛП**

1. не более числа переменных
2. равное числу переменных
3. не менее числа переменных
4. любое

**49.План модели транспортной задачи удобнее представлять**

1. вектором
2. матрицей
3. числом
4. графиком

**50.В каком случае модель транспортной задачи является закрытой моделью**

1. всегда
2. если общий объем груза у поставщиков не меньше суммарной потребности потребителей
3. если общий объем груза у поставщиков равен суммарной потребности потребителей
4. модель транспортной задачи не может быть закрытой

**52.В общем виде задачи линейного программирования оптимальный план доставляет**

1. максимум целевой функции
2. минимум целевой функции
3. экстремум целевой функции
4. ни один из перечисленных

**53.Оптимуму при решении ЗЛП графическим способом соответствует**

1. любое положение линии уровня в области допустимых планов
2. положение линии уровня проходящей через точку с координатами C1,C2 (C1,C2 - коэффициенты
3. целевой функции)
4. крайнее положение линии уровня в области допустимых планов
5. ни один из перечисленных

**54.Симплекс-метод предназначен для**

1. решения системы нелинейных уравнений
2. решения задачи линейного программирования
3. решения системы трансцендентных уравнений
4. решения транспортной задачи

**55.Метод Гомори используется для решения задачи**

1. целочисленного программирования
2. динамического программирования
3. линейного программирования
4. транспортной

**56.Необходимое условие экстремума:**

1. если в точке $X=(x_1, x_2,\ldots x_n)$ функция $z= f(X)$ имеет экстремум, то частные производные функции в этой точке равны нулю
2. если в точке $X=(x_1, x_2,\ldots x_n)$функция $z= f(X)$ имеет экстремум, то частные производные функции в этой точке равны единице
3. если в точке $X=(x_1, x_2,\ldots x_n)$функция $z= f(X)$ имеет экстремум, то частные производные функции в этой точке не существуют
4. если в точке $X=(x_1, x_2,\ldots x_n)$функция $z= f(X)$ имеет экстремум, то частные производные функции в этой точке равны между собой

**57.Метод множителей Лагранжа используется**

1. для решения систем линейных уравнений
2. для решения транспортной задачи
3. для определения условного экстремума
4. для решения задач целочисленного программирования

**58.Если целевая функция является строго выпуклой (строго вогнутой) и если область решений системы ограничений не пуста и ограничена, то задача выпуклого программирования**

1. всегда имеет бесконечно много решений
2. не имеет решений
3. всегда имеет единственное решение
4. всегда имеет более одного решения

**59.Метод спуска используется**

1. для решения систем линейных уравнений
2. для решения транспортной задачи
3. для решения задач выпуклого программирования
4. для решения задач целочисленного программирования

**60.Параметрическое программирование рассматривает**

1. экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, зависящими от параметров
2. экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, линейно зависящими от
3. переменных
4. экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, не зависящими от параметров
5. любые из перечисленных

**61.Динамическое программирование – это**

1. метод оптимизации, с помощью которого решаются экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, зависящими от параметров
2. метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы
3. метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения не может быть разбит на этапы
4. состоит в нахождении экстремального значения линейной функции многих переменных при наличии линейных ограничений, связывающих эти переменные

**62. Основоположником динамического программирования является**

1. Г. Данциг
2. Дж. Нейман
3. А. Кофман
4. Р. Э. Беллман

**63.Задача о распределении средств между предприятиями относится к задаче**

1. линейного программирования
2. динамического программирования
3. целочисленного программирования
4. выпуклого программирования

**64.Транспортная задача является задачей с открытой моделью, если выполняется условие**

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \neq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \geq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \leq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

**65.Дана транспортная задача:**

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | *Запасы* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 5 | 7 | 1 | 2 | 3 | 300 |
| $A_2$ | 4 | 3 | 1 | 6 | 8 | 205 |
| $A_3$ | 1 | 8 | 4 | 3 | 2 | 95 |
| *Потребности* | 100 | 130 | 120 | 100 | 200 | |

**Определить к закрытой или открытой модели она относится**

А. открытая с фиктивным поставщиком
Б. закрытая
В. открытая с фиктивным потребителем

**66.Дана задача линейного программирования:**

$$\min F(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \geq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \geq b_2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

**Чтобы привести ее к каноническому виду, необходимо**

А. заменить в условиях ограничениях знаки неравенств на знак =
Б. добавить в каждое ограничение добавочную переменную со знаком +
В. добавить в каждое ограничение добавочную переменную со знаком –
Г. эта задача и так представлена в каноническом виде

**67.Когда возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом:**

А. если число уравнений равно числу переменных
Б. если в системе ограничений все коэффициенты перед переменными отрицательные
В. если в системе ограничений есть равенства

**68.Более точным методом построения первоначального опорного плана в транспортной задаче является:**

А. метод северо-западного угла
Б. метод потенциалов
В. метод наилучшего элемента

**69.**

**Дана задача линейного программирования**

$$\min F(x) = 10x_1 - 5x_2$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \le 3 \\ x_1 + x_2 \le 2 \\ x_1 + 2x_2 \ge -1 \\ x_1 \ge 0, x_2 \ge 0 \end{cases}.$$

**Первая симплекс-таблица будет иметь вид**

| *Базис* | $\overset{10}{A_1}$ | $\overset{-5}{A_2}$ | $\overset{0}{A_3}$ | *B* |
|---|---|---|---|---|
| $A_3$ | 2 | −1 | 0 | 3 |
| $A_4$ | 1 | 1 | 0 | 2 |
| $A_5$ | 1 | 2 | 0 | −1 |
| Δ | 10 | −5 | 1 | |

| *Базис* | $\overset{10}{A_1}$ | $\overset{-5}{A_2}$ | $\overset{0}{A_3}$ | $\overset{0}{A_4}$ | $\overset{0}{A_5}$ | *B* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_3$ | 2 | −1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| $A_4$ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| $A_5$ | −1 | −2 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Δ | −10 | 5 | 0 | 0 | 0 | |

| *Базис* | $\overset{10}{A_1}$ | $\overset{-5}{A_2}$ | $\overset{0}{A_3}$ | $\overset{0}{A_4}$ | $\overset{0}{A_5}$ | *B* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_3$ | 2 | −1 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| $A_4$ | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| $A_5$ | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | −1 |
| Δ | 10 | −5 | 0 | 0 | 0 | |

**Метод потенциалов применяется для решения**

задачи линейного программирования
транспортной задачи
задачи нелинейного программирования
задачи динамического программирования

**Дана транспортная задача**

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | *Запасы* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | 5 | 7 | 1 | 2 | 3 | 500 |
| $A_2$ | 4 | 3 | 1 | 6 | 8 | 205 |
| $A_3$ | 1 | 8 | 4 | 3 | 2 | 95 |
| *Потребности* | 100 | 130 | 120 | 100 | 200 | |

.

**Определить, к закрытой или открытой модели она относится**

открытая с фиктивным поставщиком
закрытая
открытая с фиктивным потребителем

**Дана математическая модель задачи** $\begin{cases} \max F(x) = x_1 + x_2^2 \\ x_1 \cdot x_2 \le 4 \\ x_1 + x_2 \ge 5 \end{cases}$ **. К какому типу она относится**

задача целочисленного программирования
задача линейного программирования
задача нелинейного программирования

**Дана матрица оценок транспортной задачи** $\begin{pmatrix} 3 & 3 & 1 & 2 \\ -1 & 5 & 6 & 2 \\ -4 & 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$**. Является ли данный план перевозок оптимальным?**

1. да, так как нет нулевых элементов
2. нет, так как есть отрицательные элементы
3. нет, так как матрица не является квадратной

**70. Какой пункт не ходит в алгоритм решения задач линейного программирования графическим методом**

1. приведение задачи к каноническому виду
2. построение многоугольника решений
3. построение вектора $\vec{c} = (c_1, c_2)$

**71. Переменные двойственной задачи *i y* называются**

1. свободные переменные
2. двойственные оценки
3. двойственные функции

**72. Метод Лагранжа применяется при решении задач**

1. сетевого планирования
2. линейного программирования
3. нелинейного программирования
4. динамического программирования

**73. Какие задачи линейного программирования можно решить графическим методом**

1. задачи, в которых число переменных не менее четырех
2. задачи, в которых число переменных не более двух
3. задачи, в которых число переменных не более трех
4. задачи, в которых число переменных не менее пяти

**74. Какие переменные в задачах линейного программирования называются искусственными**

1. переменные, которые вводятся в целевую функцию
2. переменные в системе ограничений задачи ЛП, которые преобразуют неравенства в равенства
3. переменные, которые вводятся в систему ограничений задачи ЛП и определяющие искусственный базис

**75. Какую точку называют стационарной точкой функции f(x)**

1. точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным больше нуля
2. точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным равны нулю
3. точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным не равны нулю
4. точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным меньше нуля

**76. Какой раздел не относится к методам оптимизации**

1. высокоуровневое программирование
2. динамическое программирование
3. нелинейное программирование
4. линейное программирование

**77. Какую кривую называют линией уровня целевой функции**

1. кривую, в любой точке которой целевая функция принимает минимальное значение
2. кривую, в любой точке которой целевая функция принимает постоянное значение
3. кривую, в любой точке которой целевая функция принимает максимальное значение

**78. Что из ниже перечисленного не относится к общим правилам построения двойственной задачи**
**линейного программирования**

1. каждому ограничению-неравенству исходной задачи соответствует условие неотрицательности
2. двойственной переменной
3. целевые функции совпадают
4. каждому ограничению исходной задачи соответствует двойственная переменная

матрицы ограничений взаимно транспонированы

**79. Какие задачи можно решать с помощью метода динамического программирования**

1. одношаговые
2. нелинейные
3. линейные
4. многошаговые

**80. Назовите критерий оптимальности опорного плана в симплекс-методе решения задачи линейного программирования на максимум**

1. наличие положительных чисел в столбце Q симплекс таблицы
2. отрицательные значения оценок в строке Δ
3. наличие отрицательных чисел в столбце Q симплекс таблицы
4. неотрицательные значения оценок в строке Δ

**81. Что из ниже перечисленного не относится к разделам нелинейного программирования**

1. целочисленное программирование
2. динамическое программирование
3. квадратичное программирование
4. стохастическое программирование

**82. К каким методам относится метод деления отрезка пополам**

1. к численным методам минимизации функций многих переменных
2. к численным методам минимизации функций одной переменной
3. к методам нелинейного программирования
4. к методам линейного программирования

**83. Что из ниже перечисленного не относится к этапам решения задач линейного программирования графическим методом**

1. строится вектор, координатами которого являются коэффициенты целевой функции
2. строится базис задачи линейного программирования
3. строится многогранник решений
4. строится линия уровня

**84. При выполнении каких трех условий задача ЛП считается приведенной к каноническому виду**

1) требуется найти максимум целевой функции;

2) система ограничений содержит только равенства;
3) правые части системы ограничений неотрицательны
1) требуется найти максимум целевой функции;
2) система ограничений не содержит равенства;
3) правые части системы ограничений неотрицательны
1) требуется найти минимум целевой функции;
2) система ограничений содержит только равенства;
3) правые части системы ограничений неотрицательны

**85. Какую функцию в нелинейном программировании называют целевой функцией**

1. любую функцию
2. экстремум которой требуется найти
3. любую нелинейную функцию

**86. Что показывает разрешающий столбец при решении задачи линейного программирования симплекс-методом**

1. какая переменная останется в новом базисе
2. какая переменная будет удалена из нового базиса
3. какая переменная будет введена в новый базис

**87. В каком случае можно не вводить искусственные переменные в систему ограничений исходной задачи линейного программирования**

1. когда среди векторов системы ограничений нельзя выбрать базис
2. когда система ограничений задачи линейного программирования содержит только неравенства
3. когда среди векторов системы ограничений можно выбрать базис

**88. В чем состоит идея метода штрафных функций**

1. строятся последовательности отрезков, стягивающиеся к точке минимума функции
2. на каждом шаге задача минимизации заменяется задачей минимизации кусочно-линейной функции
3. исходная задача поиска условного минимума сводится к последовательности задач безусловной минимизации

**89. В каком случае двойственная оценка в задаче распределения ресурсов равна нулю**

1. когда производство данной продукции убыточно
2. данный ресурс не полностью используется в оптимальном плане
3. данный ресурс полностью используется в оптимальном плане
4. когда производство данной продукции по двойственным оценкам оправдано

**90. К какому разделу математического программирования относится транспортная задача**

1. нелинейное программирование
2. линейное программирование
3. квадратичное программирование
4. динамическое программирование

**91. Что из ниже перечисленного не относится к численным методам минимизации функций**

**многих переменных**

1. метод ломанных
2. градиентный метод
3. метод Ньютона
4. метод возможных направлений

**92. Какие переменные называют базисными**

1. переменные, которые вводятся в систему ограничений задачи ЛП и преобразующие неравенства в равенства
2. переменные, которые вводятся в целевую функцию
3. переменные в системе ограничений задачи ЛП, которые определяют искусственный базис

**93. Какой метод не относится к методам нахождения начального допустимого плана перевозок**
**груза в транспортной задаче**

1. правило «северо-западного угла»
2. метод потенциалов
3. метод наименьшей стоимости

**94. Что из ниже перечисленного не входит в общую схему построения экономико-математической модели в линейном программировании**

1. выбор переменных
2. составление системы ограничений
3. выбор критерия оптимальности
4. составление алгоритма решения задачи

**95. Сформулируйте условие разрешимости транспортной задачи линейного программирование**

1. запасы произведенной продукции равны суммарным потребностям потребителей
2. запасы произведенной продукции больше суммарных потребностей потребителей
3. запасы произведенной продукции меньше суммарных потребностей потребителей

**96. Как определяется разрешающая строка при решении задачи линейного программирования симплекс-методом**

1. наименьшее число, расположенное в столбце Q симплекс-таблицы
2. наименьшее число, расположенное в строке Δ симплекс-таблицы
3. наибольшее число, расположенное в столбце Q симплекс-таблицы
4. наибольшее число, расположенное в строке Δ симплекс-таблицы

**97. Что в нелинейном программировании называют допустимым решением**

1. любой вектор, удовлетворяющий системе ограничений задачи
2. любой вектор, доставляющий целевой функции экстремальное значение
3. любой вектор

**98. Что показывает разрешающая строка при решении задачи линейного программирования**
**симплекс-методом**

1. какая переменная останется в новом базисе
2. какая переменная будет удалена из нового базиса

3. какая переменная будет введена в новый базис

**99. Какое из ниже перечисленных условий не относится к условиям, определяющим каноническую форму задачи линейного программирования**

1. требуется найти максимальное значение целевой функции
2. система ограничений содержит только равенства
3. на переменные наложено условие неотрицательности
4. система ограничений содержит только неравенства

**100. Как называют расширенную задачу в методе искусственного базиса**

1. K – задачей
2. M – задачей
3. P – задачей
4. N – задачей

**101. Как называют математическую запись принципа оптимальности Беллмана**

1. рекуррентным соотношением
2. оптимальной стратегией
3. условным оптимальным управлением
4. мультипликативной функцией

**102.Что называют итерацией симплекс-метода**

1. приведение задачи линейного программирования к каноническому виду
2. последовательное выполнение вычислений нескольких шагов симплекс-метода
3. определение опорного плана задачи линейного программирования

**103.Какой из ниже приведенных методов не относится к методам решения задач линейного программирования**

1. метод потенциалов
2. симплексный метод
3. графический метод
4. градиентный метод

**104.Что из ниже перечисленного не относится к методам минимизации функций одной переменной**

1. метод деления отрезка пополам
2. метод ломанных
3. метод золотого сечения
4. метод потенциалов

**105. Какой план перевозок груза называется допустимым**

1. план, элементы которого удовлетворяют системе ограничений транспортной задачи
2. план, элементы которого удовлетворяют системе ограничений транспортной задачи и доставляют минимальное значение целевой функции
3. план, элементы которого доставляют целевой функции транспортной задачи минимальное значение

**106. В каком случае двойственная оценка в задаче распределения ресурсов больше нуля**

1. когда по двойственным оценкам производство продукции не убыточно
2. когда соответствующий ресурс не полностью используется в оптимальном плане
3. когда соответствующий ресурс полностью используется в оптимальном плане

**107. Формула Кобба-Дугласа –это:**

1. производственная функция,
2. функция затрат,
3. функция технологий,
4. функция прибыли,
5. функция полезности.

**108. Функция $f(x) = x_1^2 - 2x_2^2 - 2x_1x_2 + x_1$**

1. имеет точку глобального максимума;
2. имеет точку глобального минимума;
3. не имеет точек экстремума

**109. Функция $f(x) = -x_1^2 - 4x_2^2 + 2x_1x_2 + x_1$**

1. имеет точку глобального максимума;
2. имеет точку глобального минимума;
3. не имеет точек экстремума

**110. Функция f с положительно определенной матрицей Гессе является:**

1. вогнутой функцией и имеет точку максимума;
2. выпуклой функцией и имеет точку минимума;
3. вогнутой функцией и имеет точку минимума.

**111. Функция f(x) с отрицательно определенной матрицей Гессе является:**

1. вогнутой функцией и имеет точку максимума;
2. выпуклой функцией и имеет точку максимума;
3. вогнутой функцией и имеет точку минимума

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

## Практико-ориентированные задачи

### Тема 2. Линейное программирование

**Задание 1.** Для приведенной ниже задачи составить математическую модель, подставив данные своего варианта из таблицы 1.

Решить задачу симплекс методом и графически, показать соответствие опорных решений и вершин допустимой области.

Предприятие выпускает продукцию двух разновидностей. Каждый вид продукции проходит обработку на трех станках. При обработке 1т продукции А первый станок используется tA 1 ч, второй станок – tA 2 ч, третий станок – tA 3 ч. При обработке 1 т продукции. В первый станок используется tB 1 ч, второй станок – tB2 ч, третий станок - tB 3 ч. Время работы станков ограничено и не может превышать для первого станка T1 ч, для второго - T2 ч, для третьего - T3 ч. При реализации 1 т продукции А предприятие получает прибыль C1 рублей, а при реализации 1 т продукции В - C2 рублей. Найти оптимальный план выпуска продукции каждого вида, дающий максимальную прибыль от реализации всей продукции.

*Таблица 1*

| № | $t^A_1$ | $t^A_2$ | $t^A_3$ | $t^B_1$ | $t^B_2$ | $t^B_3$ | $T_1$ | $T_2$ | $T_3$ | $C_1$ | $C_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 3 | 4 | 5 | 1 | 0 | 156 | 104 | 118 | 10 | 45 |
| 2 | 5 | 2 | 4 | 5 | 4 | 1 | 350 | 210 | 216 | 12 | 22 |
| 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 2 | 0 | 259 | 162 | 39 | 18 | 11 |
| 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 1 | 0 | 217 | 186 | 156 | 14 | 10 |
| 5 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | 118 | 52 | 124 | 12 | 25 |
| 6 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 0 | 208 | 101 | 155 | 7 | 11 |
| 7 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 0 | 174 | 157 | 77 | 13 | 19 |
| 8 | 2 | 5 | 5 | 4 | 1 | 0 | 204 | 204 | 200 | 13 | 16 |
| 9 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 0 | 97 | 195 | 40 | 11 | 7 |
| 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 146 | 211 | 212 | 7 | 19 |
| 11 | 2 | 5 | 3 | 3 | 5 | 0 | 130 | 260 | 91 | 12 | 13 |
| 12 | 4 | 5 | 1 | 3 | 3 | 0 | 185 | 214 | 32 | 12 | 8 |
| 13 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 0 | 213 | 153 | 97 | 12 | 19 |
| 14 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 139 | 118 | 132 | 10 | 8 |
| 15 | 5 | 5 | 2 | 2 | 1 | 0 | 207 | 0176 | 61 | 13 | 3 |
| 16 | 4 | 2 | 5 | 5 | 4 | 0 | 310 | 206 | 236 | 13 | 20 |
| 17 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 | 0 | 185 | 132 | 72 | 12 | 7 |
| 18 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 0 | 254 | 220 | 104 | 12 | 8 |
| 19 | 1 | 3 | 2 | 5 | 1 | 0 | 157 | 107 | 69 | 8 | 10 |
| 20 | 4 | 2 | 2 | 2 | 5 | 0 | 156 | 166 | 65 | 5 | 5 |

**Задание 2.** Составить математическую модель данной задачи.

Предприятие может работать по трем технологическим способам. Расход ресурсов за единицу времени при соответствующей технологии и производительность каждой технологии в рублях за единицу времени представлены в таблице.

| Ресурсы | Расход ресурсов при технологических способах | | | Объем ресурса |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | |
| Рабочая сила, чел.-час. | 15 | 20 | 25 | 1200 |
| Сырье, т | 2 | 3 | 2,5 | 150 |
| Электроэнергия, кВт·ч | 35 | 60 | 60 | 3000 |
| Производительность технологического способа | 300 | 250 | 450 | |

Определить интенсивность использования каждого технологического способа.

**Задание 3.**
Предприятие может изготовлять четыре вида продукции. Сбыт любого ее объема обеспечен. Предприятие располагает в течение квартала трудовыми ресурсами в 100 человеко-смен, полуфабрикатами массой 260 кг, станочным оборудованием в 370 станко-смен. Нормы расхода ресурсов и прибыль от единицы каждого вида продукции представлены в таблице.

| Ресурсы | Норма расхода ресурсов на продукцию вида | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Трудовые ресурсы, чел.-смен | 2,5 | 2,5 | 2 | 1,5 |
| Полуфабрикаты, кг | 4 | 10 | 4 | 6 |
| Станочное оборудование, станко-смен | 8 | 7 | 4 | 10 |
| Прибыль от реализации продукции, руб. | 40 | 50 | 100 | 80 |

Определить план выпуска продукции, обеспечивающий максимальную прибыль.

**Задание 4.** Имеется три гравийных карьера, на которых заготавливается 10, 12 и 12 тыс. куб. м гравия. Гравий вывозят на 5 объектов дорожных работ, потребность в гравии которых составляет соответственно 4, 5, 7, 9 и 9 тыс. куб.м. Стоимость перевозки 1 куб. м гравия задана матрицей.

| | | |
|---|---|---|
| 0,4 | 0,1 | 0,2 |
| 0,6 | 0,4 | 0,3 |
| 0,5 | 0,2 | 0,6 |

Составить план перевозок гравия таким образом, чтобы обеспечивался минимум стоимости перевозок.

**Задание 5.** В городе имеется два бетонных завода. Первый выпускает в день 400 т бетона, а второй 560 т. Бетон с этих заводов отправляется на четыре стройплощадки. На первую стройплощадку поступает в день 220 т бетона, на вторую – 200 т, на третью 180 т, на четвертую – 360 т. Стоимость перевозки одной тонны бетона с каждого завода на каждую стройплощадку известна и приведена в таблице. Требуется так организовать перевозку бетона с заводов на стройплощадки, чтобы суммарная стоимость всех перевозок была минимальной.

| Стройплощадка | Завод |
|---|---|

| | A | B |
|---|---|---|
| 1 | 30 | 20 |
| 2 | 30 | 10 |
| 3 | 40 | 10 |
| 4 | 20 | 20 |

**Задание 6.** На дороге имеются четыре путевые машинные станции, выполняющие капитальный ремонт пути и получающие материалы с трех щебеночных заводов. Требуется так прикрепить заводы к участкам работы, чтобы обеспечить минимальный объем перевозок. Исходные данные приведены в таблице.

| Поставщики | Производственная мощность поставщиков | Потребители и их спрос | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ПМС-3 | ПМС-2 | ПМС-3 | ПМС-4 |
| | | 200 000 | 150 000 | 220 000 | 120 000 |
| $З_1$ | 250 000 | 10 | 20 | 8 | 15 |
| $З_2$ | 200 000 | 7 | 25 | 11 | 17 |
| $З_3$ | 240 000 | 6 | 18 | 12 | 10 |

**Задание 7.** Необходимо запроектировать строительство трех лесозаготовительных предприятий в данном экономическом районе с предельно возможными мощностями по условиям обеспеченности лесосырьевой базой: А1 – 250 тыс. м3 в год (по вывозке), А2 – 300 тыс. м3 в год (по вывозке), А3 – 350 тыс. м3 в год (по вывозке). Затраты для этих предприятий составляют: по предприятию А1 – 80, по А2 – 80 и А3 – 70 руб. на каждые 10 м3. Предприятия проектируются для удовлетворения потребности в лесоматериалах шести потребителей, емкость которых равна: потребителя В1 – 100 тыс. м3 в год, В2 – 200, В3 – 20, В4 – 180, В5 – 50, В6 – 150 тыс. м3 в год. В таблице приведена стоимость перевозки лесоматериалов от пунктов строительства лесозаготовительных предприятий до потребителей.

| Поставщики лесоматериалов | Затраты по перевозке лесоматериалов до потребителей | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ | $B_6$ |
| $A_1$ | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| $A_2$ | 24 | 22 | 20 | 20 | 16 | 14 |
| $A_3$ | 30 | 28 | 26 | 28 | 30 | 32 |

Определить оптимальные плановые объемы производства по предприятиям, обеспечивающие удовлетворение потребителей при минимальных затратах на строительство предприятий, производство и транспортировку продукции.

## Тема 3. Целочисленное программирование

**Задание 1.** Составить математическую модель в виде задачи целочисленного линейного программирования. Предварительно указать все возможные способы распила доски на заготовки нужной длины. Решить задачу методом отсечений (метод Гомори).

Доски длиной L, имеющиеся в достаточном количестве, следует распилить на заготовки двух видов: длиной $l1$ и длиной $l2$ Заготовок первого вида должно быть получено не менее $n1$ штук, заготовок второго вида – не менее $n2$ штук. Каждая доска может быть распилена на указанные заготовки несколькими способами. Определить, сколько досок надо распилить каждым способом, чтобы необходимое количество заготовок было получено из наименьшего числа досок. Решить задачу методом ветвей и границ.

Варианты числовых данных приведены в таблице.

| № | L | l1 | l2 | n1 | n2 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4,0 | 1,5 | 1,1 | 92 | 55 |
| 2 | 4,6 | 1,9 | 1,3 | 60 | 65 |
| 3 | 4,5 | 1,7 | 1,3 | 94 | 55 |
| 4 | 3,8 | 1,5 | 1,1 | 70 | 67 |
| 5 | 4,0 | 1,6 | 1,1 | 32 | 57 |
| 6 | 3,7 | 1,4 | 1,1 | 45 | 65 |
| 7 | 4,8 | 1,9 | 1,3 | 42 | 47 |
| 8 | 4,0 | 1,5 | 1,2 | 87 | 67 |
| 9 | 4,1 | 1,6 | 1,1 | 50 | 51 |
| 10 | 3,3 | 1,4 | 0,9 | 88 | 61 |
| 11 | 4,4 | 1,6 | 1,3 | 89 | 75 |
| 12 | 4,7 | 2,0 | 1,3 | 68 | 53 |
| 13 | 3,6 | 1,5 | 1,0 | 93 | 61 |
| 14 | 4,8 | 1,9 | 1,4 | 62 | 51 |
| 15 | 4,5 | 1,9 | 1,2 | 88 | 63 |
| 16 | 3,1 | 1,3 | 0,8 | 53 | 55 |
| 17 | 3,2 | 1,2 | 0,9 | 97 | 43 |
| 18 | 3,7 | 1,4 | 1,0 | 83 | 67 |
| 19 | 3,3 | 1,4 | 0,9 | 59 | 43 |
| 20 | 3,7 | 1,4 | 1,1 | 94 | 59 |

## Тема 4. Нелинейное программирование

**Задание 1.**

Провести две итерации методом наискорейшего спуска в задаче нелинейного программирования без ограничений

Начиная из исходной точки $X0 = (x10, x20) = (0,1)$ и находя одномерные минимумы на каждой $f(x_1, x_2) \to \min,$ итерации аналитически, используя необходимое условие существование экстремума. Показать на графике направления спуска и последовательные приближения к точке минимума. Вычислить значение целевой функции в исходной точке и последующих приближениях. Варианты задач помещены в таблице.

| № | $f(x_1, x_2)$ | № | $f(x_1, x_2)$ |
|---|---|---|---|
| 1 | $x_1^2 - 2x_1x_2 + 2x_2^2 + 5$ | 11 | $4x_1^2 - 2x_1x_2 + 2x_2^2 - 6$ |
| 2 | $2x_1^2 - x_1x_2 + x_2^2 - 2$ | 12 | $6x_1^2 - 3x_1x_2 + 4x_2^2 + 1$ |
| 3 | $x_1^2 - 3x_1x_2 + 4x_2^2 - 3$ | 13 | $8x_1^2 - 4x_1x_2 + 5x_2^2 - 3$ |
| 4 | $8x_1^2 + 4x_1x_2 + 3x_2^2 + 6$ | 14 | $9x_1^2 + 5x_1x_2 + 6x_2^2 - 1$ |
| 5 | $5x_1^2 + 4x_1x_2 + 9x_2^2 - 1$ | 15 | $3x_1^2 + 5x_1x_2 + 7x_2^2 + 2$ |
| 6 | $2x_1^2 + 3x_1x_2 + 4x_2^2 + 4$ | 16 | $3x_1^2 + 4x_1x_2 + 7x_2^2 + 1$ |
| 7 | $2x_1^2 + 3x_1x_2 + 5x_2^2 - 7$ | 17 | $4x_1^2 + 3x_1x_2 + 3x_2^2 + 3$ |
| 8 | $6x_1^2 + 4x_1x_2 + 3x_2^2 + 1$ | 18 | $6x_1^2 + 2x_1x_2 + 3x_2^2 + 4$ |
| 9 | $7x_1^2 + 4x_1x_2 + 5x_2^2 + 3$ | 19 | $6x_1^2 - 2x_1x_2 + 4x_2^2 + 5$ |
| 10 | $3x_1^2 + 2x_1x_2 + x_2^2 + 2$ | 20 | $5x_1^2 + 2x_1x_2 + x_2^2 + 3$ |

**Задание 2.** Решить графически задачу. Найти минимальное и максимальное значения сепарабельной функции

$Z = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 6)^2$ при ограничениях

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 1, \\ 2_1 + 3x_2 \leq 12, \end{cases} \quad x_{1,2} \geq 0.$$

## Тема 5. Динамическое программирование

Решить задачи методами динамического программирования.

**Задание 1.** Найти max $F(x) = 3x_1^2 - 4x_2 + 3x_3^3$ при ограничениях

$4x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 8$

$x_j \geq 0, \quad x_j \in Z, \quad j = 1,2,3$

**Задание 2.** Для развития двух отраслей производства, I и II, на 5 лет выделено x средств. Количество средств y, вложенных в отрасль I, позволяет получить за один год доход $\varphi(y) = y^2$ и уменьшается до величины $\psi(y) = 0,75y$ .Количество средств x-y, вложенных в отрасль II, позволяет получить за один год доход $\zeta(x-y) = 2(x-y)^2$ и уменьшается до величины $\rho(x-y) = 0,3(x-y)$. Необходимо так распределить выделенные ресурсы между отраслями по годам планируемого периода, чтобы полный доход был максимальным.

**Задание 3.** По истечении каждого месяца некоторое количество биомассы y сдается потребителю, причем предприятие получает доход *ку* , а оставшееся количество биомассы z за месяц вновь увеличивается до величины az (a > 1). Производственные затраты зависят от z и определяются функцией $\varphi(z) = \varepsilon z^2$, где $\varepsilon$ - заданное число. .
Определить такие объемы поставок, чтобы в течение N месяцев предприятие получало максимальный суммарный доход. Построить математическую модель, составить функциональные уравнения и решить задачу при следующих значениях параметров: $\kappa = 10, \quad \varepsilon = 0,1, \quad a = 2, \quad N = 12$; количество биомассы к концу первого месяца x = 150.

**Задание 4.** Стержень длинной 167 ед. раскроить на заготовки, длинной $l_1 = 48, \quad l_2 = 44, \quad l_3 = 32, \quad l_4 = 20$, стоимость которых соответственно равна $C_1 = 96, \quad C_2 = 85, \quad C_3 = 64, \quad C_4 = 65$, так, чтобы суммарная стоимость полученных заготовок была наибольшей.

**Задание 5.** Определить оптимальный цикл замены оборудования для получения максимальной прибыли при условиях, заданных в таблице; известно, что *s*(*t*)=0.

| t | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\varphi(t)$ | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| $p(t)$ | 10 | 10 | 11 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 |

**Задание 6.** Решить задачу, учитывая остаточную стоимость оборудования, изменяющуюся по закону, который приведен в таблице.

| t | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $s(t)$ | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Задание 7.** Для производства определенного продукта предлагается построить несколько предприятий. При этом известны: суммарная производственная мощность этих предприятий; наибольшая и наименьшая производственные мощности каждого из них; зависимость себестоимости продукции на каждом предприятии от его производственной мощности. Выбрать производственные мощности предприятия так, чтобы суммарная себестоимость продукции была минимальной. Построить математическую модель задачи и убедиться в возможности решения ее методом динамического программирования.

## Тема 6. Сетевое планирование

Задание 1. По данным варианта необходимо:

1) построить сетевую модель, рассчитать временные параметры событий (на рисунке) и работ (в таблице);

2) определить критические пути модели;

3) оптимизировать сетевую модель по критерию «минимум исполнителей» (указать какие работы надо сдвигать и на сколько дней, внесенные изменения показать на графиках привязки и загрузки пунктирной линией).

| Название работы | Нормальная длительность | Количество Исполнителей |
|---|---|---|
| A | 8 | 2 |
| B | 6 | 2 |
| C | 6 | 1 |
| D | 8 | 4 |
| E | 3 | 1 |
| F | 4 | 7 |
| G | 7 | 2 |
| H | 7 | 2 |
| I | 12 | 3 |
| J | 9 | 5 |
| K | 5 | 7 |

**Вариант 1** (N=11 человек)

1. A,E и F - исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работы B и I начинаются сразу по окончании работы F;
3. Работа J следует за E, а работа C - за A;
4. Работы H и D следуют за B, но не могут начаться, пока не завершена C;
5. Работа K следует за I;
6. Работа G начинается после завершения H и J.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 3 | 5 |
| B | 4 | 7 |
| C | 1 | 1 |
| D | 4 | 3 |
| E | 5 | 2 |
| F | 7 | 3 |
| G | 6 | 6 |
| H | 5 | 1 |
| I | 8 | 5 |

**Вариант 2** (N=11 человек)

1. D - исходная работа проекта;
2. Работа E следует за D;
3. Работы A, G и C следуют за E;
4. Работа B следует за A;
5. Работа H следует за G;
6. Работа F следует за C;
7. Работа I начинается после завершения B, H, и F.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 5 | 4 |
| B | 5 | 5 |
| C | 4 | 4 |
| D | 7 | 3 |
| E | 12 | 6 |
| F | 3 | 4 |
| G | 6 | 6 |
| H | 2 | 2 |
| I | 8 | 1 |
| J | 3 | 4 |

**Вариант 3** (N=10 человек)

1. C, E и F - исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работа A начинается сразу по окончании работы C;
3. Работа H следует за F;
4. Работа I следует за A, а работы D и J - за H;
5. Работа G следует за E, но не может начаться, пока не завершены D и I;
6. Работа B следует за G и J.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 12 | 1 |
| B | 8 | 4 |
| C | 15 | 5 |
| D | 9 | 2 |
| E | 14 | 3 |
| F | 9 | 3 |
| G | 15 | 5 |
| H | 10 | 5 |
| I | 11 | 2 |
| J | 13 | 6 |

**Вариант 4** (N=10 человек)

1. C, J и D - исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работа A следует за D, а работа I - за A;
3. Работа H следует за I;
4. Работа F следует за H, но не может начаться, пока не завершена C;
5. Работа G следует за I;
6. Работа E следует за J, а работа B - за E.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 12 | 2 |
| B | 6 | 10 |
| C | 10 | 2 |
| D | 7 | 5 |
| E | 9 | 7 |
| F | 8 | 6 |
| G | 10 | 1 |
| H | 10 | 7 |
| I | 6 | 1 |
| J | 5 | 4 |

**Вариант 5** (N=11 человек)

1. D - исходная работа проекта;
2. Работы C, E и F начинаются сразу по окончании работы D;
3. Работы A и J следуют за C, а работа G - за F;
4. Работа I следует за A, а работа B - за G;
5. Работа H начинается после завершения E, но не может начаться, пока не завершены I и B.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 9 | 1 |
| B | 3 | 1 |
| C | 12 | 7 |
| D | 6 | 1 |
| E | 8 | 2 |
| F | 4 | 10 |
| G | 7 | 3 |
| H | 10 | 4 |
| I | 7 | 2 |
| J | 12 | 1 |

Вариант 6 (N=10 человек)

1. F, C и B - исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работа E следует за F;
3. Работа A следует за B, а работа G - за A;
4. Работы D и J следуют за E;
5. Работа I следует за C, но не может начаться прежде, чем закончатся J и G;
6. Работа H следует за D.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 7 | 3 |
| B | 6 | 5 |
| C | 8 | 6 |
| D | 9 | 1 |
| E | 10 | 6 |
| F | 11 | 4 |
| G | 5 | 7 |
| H | 9 | 2 |
| I | 12 | 2 |
| J | 6 | 5 |

Вариант 7 (N=13 человек)

1. G - исходная работа проекта;
2. Работы A, I и D следуют за G и могут выполняться одновременно;
3. Работы C и J следуют за A, работа F - за I, а работа B - за D;
4. Работа E следует за C;
5. Работа H следует за B, но не может начаться, пока не завершена F.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 9 | 8 |
| B | 10 | 3 |
| C | 6 | 6 |
| D | 5 | 4 |
| E | 16 | 5 |
| F | 12 | 2 |
| G | 14 | 1 |
| H | 15 | 3 |
| I | 11 | 5 |
| J | 3 | 7 |

Вариант 8 (N=11 человек)

1. C, D и E- исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работа A следует за C, а работа F начинается сразу по окончании работы A;
3. Работа G следует за F;
4. Работа B следует за D, а работы I и J следуют за B;
5. Работа H следует за I и E, но не может начаться, пока не завершена G.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 9 | 3 |
| B | 15 | 2 |
| C | 12 | 6 |
| D | 5 | 2 |
| E | 10 | 1 |
| F | 6 | 9 |
| G | 5 | 3 |
| H | 11 | 4 |
| I | 7 | 5 |
| J | 8 | 1 |

Вариант 9 (N=10 человек)

1. A, I и D - исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работа F следует за A, работа B - за I, а работа C - за D;
3. Работы J и G следуют за F;
4. Работа E следует за J;
5. Работа H начинается после завершения E, G, B и C.

| Название работы | Нормальная длительность | Количество исполнителей |
|---|---|---|
| A | 3 | 5 |
| B | 5 | 4 |
| C | 6 | 9 |
| D | 9 | 4 |
| E | 7 | 2 |
| F | 2 | 1 |
| G | 6 | 2 |
| H | 9 | 4 |
| I | 4 | 1 |
| J | 6 | 1 |
| K | 7 | 5 |

Вариант 10 (N=11)

1. A, F и G- исходные работы проекта, которые можно начинать одновременно;
2. Работы H и B начинаются сразу по окончании работы F;
3. Работа J следует за A, а работа I - за G;
4. Работа E следует за H;
5. Работы C и K следуют за B и I, но не могут начаться, пока не завершена J;
6. Работа D следует за E и C.

## Тема 7. Системы массового обслуживания

Решить следующие задачи в предположении, что поток поступающих заявок является простейшим, и длительность обслуживания одной заявки распределена по показательному закону.

**Задание 1.** Дежурный по администрации города имеет пять телефонов. Телефонные звонки поступают с интенсивностью 90 заявок в час, средняя продолжительность разговора составляет 2 мин. Определить показатели дежурного администратора как объекта СМО.

**Задание 2.** На стоянке автомобилей возле магазина имеются 3 места, каждое из которых отводится под один автомобиль. Автомобили пребывают на стоянку с интенсивностью 20 автомобилей в час. Продолжительность пребывания автомобилей на стоянке составляет в среднем 15 мин. Стоянка на проезжей части не разрешается.
Определить среднее количество мест, не занятых автомобилями, и вероятность того, что прибывший автомобиль не найдет на стоянке свободного места.

**Задание 3.** АТС предприятия обеспечивает не более переговоров одновременно. Средняя продолжительность разговоров составляет 1 мин. На станцию поступает в среднем 10 вызовов в сек. Определить характеристики АТС как объекта СМО.

**Задание 4.** В грузовой речной порт поступает в среднем 6 сухогрузов в сутки. В порту имеется три крана, каждый из которых обслуживает 1 сухогруз в среднем за 8 часов. Краны работают круглосуточно.
Определить характеристики работы порта как объекта СМО и в случае необходимости дать рекомендации по улучшению его работы.

**Задание 5.** В службе «Скорой помощи» поселка круглосуточно дежурят 3 диспетчера, обслуживающие 3 телефонных аппарата. Если заявка на вызов врача к больному

поступает, когда диспетчеры заняты, то абонент получает отказ. Поток заявок составляет 4 вызова в минуту. Оформление заявки в среднем длится 1,5 мин.
Определить основные показатели работы службы «Скорой помощи» как объекта СМО и рассчитать, сколько потребуется телефонных аппаратов, чтобы удовлетворить не менее 90% поступающих вызовов врачей.

**Задание 6.** Салон – парикмахерская имеет 4 мастера. Входящий поток имеет интенсивность 5 человек в час. Среднее время обслуживания одного клиента составляет 40 мин. Определить среднюю длину очереди на обслуживание, считая ее неограниченной.

**Задание 7.** На автозаправочной станции установлены 2 колонки для выдачи бензина. Около станции находится площадка на 2 автомашины для ожидания заправки. На станцию пребывает в среднем одна автомашина в 3 мин. Среднее время обслуживания одной машины составляет 2 мин. Определить характеристики работы автозаправочной станции как объекта СМО.

**Задание 8.** На вокзале в мастерской бытового обслуживания работают три мастера. Если клиент заходит в мастерскую, когда все мастера заняты, то он уходит из мастерской, не ожидая обслуживания. Среднее число клиентов, обращающихся в мастерскую за 1 час, равно 20. Среднее время, которое затрачивает мастер на обслуживание одного клиента, равно 6 мин. Определить вероятность того, что клиент получит отказ, будет обслужен, а также среднее число клиентов, обслуживаемых мастерской в течении 1 часа, и среднее число занятых мастеров.

**Задание 9.** АТС поселка обеспечивает не более переговоров одновременно. Время переговоров в среднем составляет около 3 мин. Вызовы на станцию поступают в среднем через 2 мин. Определить вероятность того, что заявка получит отказ, среднее число занятых каналов, абсолютную пропускную способность АТС.

**Задание 10.** На автозаправочной станции имеются три колонки. Площадка при станции, на которой машины ожидают заправку, может вместить не более одной машины, и если она занята, то очередная машина, прибывшая к станции, в очередь не становится, а проезжает на соседнюю станцию. В среднем машины пребывают на станцию каждые 2 мин. Процесс заправки одной машины продолжается в среднем 2,5 мин.
Определить вероятность отказа, абсолютную пропускную способность АЗС, среднее число машин, ожидающих заправку, среднее время ожидания машины в очереди, среднее время пребывания машины на АЗС (включая обслуживание).

**Задание 11.** В вычислительном центре работает 5 персональных компьютеров (ПК). Простейший поток задач, поступающих на ВЦ, имеет интенсивность = 10 задач в час. Среднее время решения задачи равно 12 мин. Заявка получает отказ, если все ПК заняты. Найдите вероятностные характеристики системы обслуживания (ВЦ).

**Задание 12.** В бухгалтерии предприятия имеются два кассира, каждый из которых может обслужить в среднем 30 сотрудников в час. Поток сотрудников, получающих заработную плату, - простейший, с интенсивностью, равной 40 сотрудников в час. Очередь в кассе не ограничена. Дисциплина очереди не регламентирована. Время обслуживания подчинено экспоненциальному закону распределения. Вычислите вероятностные характеристики СМО в стационарном режиме и определите целесообразность приема третьего кассира на предприятие, работающего с такой же производительностью, как и первые два.

## Тема 8. Элементы теории игр

**Задание 1.** Предприятие может выпускать три вида продукции *A*1, *A*2, *A*3, получая прибыль,
зависящую от спроса на эту продукцию. Спрос, в свою очередь, может принимать одно из четырех состояний *B*1, *B*2, *B*3, *B*4. В матрице элементы *aij* характеризуют прибыль, которую получает предприятие при выпуске продукции *Ai* и состоянии спроса *Bj*:

| | $B_1$ | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |
|---|---|---|---|---|
| $A_1$ | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $a_{14}$ |
| $A_2$ | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{23}$ | $a_{24}$ |
| $A_3$ | $a_{31}$ | $a_{32}$ | $a_{33}$ | $a_{34}$ |

Определить оптимальные пропорции выпускаемой продукции, считая состояние спроса полностью неопределенным, гарантируя при этом среднюю величину прибыли при любом состоянии спроса.

**Указание.** Представить задачу как матричную игру двух лиц (предприятие - спрос) с нулевой суммой, исключить заведомо невыгодные стратегии игроков, найти оптимальные стратегии и цену игры сведением игры к паре симметричных двойственных задач линейного программирования, определить оптимальные пропорции в выпускаемой продукции. Числовые данные помещены в таблице.

| № | a11 | a12 | a13 | a14 | a21 | a22 | a23 | a24 | a31 | a32 | a33 | a34 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 7 | 7 | 6 | 5 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 7 | 2 | 4 | 6 | 5 | 7 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 6 |
| 3 | 1 | 2 | 4 | 4 | 8 | 5 | 9 | 2 | 1 | 3 | 7 | 6 |
| 4 | 9 | 7 | 5 | 7 | 1 | 2 | 6 | 4 | 9 | 2 | 3 | 6 |
| 5 | 2 | 3 | 1 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 6 | 4 | 5 | 2 |
| 6 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 | 8 | 1 | 5 | 1 | 7 | 1 | 4 |
| 7 | 1 | 2 | 4 | 2 | 8 | 9 | 6 | 7 | 1 | 3 | 7 | 2 |
| 8 | 5 | 3 | 5 | 6 | 3 | 4 | 7 | 1 | 2 | 1 | 5 | 4 |
| 9 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 8 | 2 | 9 | 9 | 1 | 3 | 7 |
| 10 | 5 | 3 | 7 | 5 | 5 | 8 | 6 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 11 | 3 | 8 | 4 | 9 | 6 | 2 | 3 | 7 | 2 | 6 | 4 | 5 |
| 12 | 5 | 5 | 1 | 6 | 3 | 4 | 8 | 2 | 7 | 9 | 1 | 9 |
| 13 | 3 | 1 | 6 | 4 | 4 | 7 | 5 | 3 | 6 | 2 | 6 | 8 |
| 14 | 8 | 2 | 3 | 5 | 2 | 4 | 8 | 4 | 9 | 7 | 3 | 6 |
| 15 | 1 | 5 | 3 | 3 | 6 | 2 | 6 | 4 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| 16 | 4 | 2 | 7 | 3 | 4 | 6 | 1 | 5 | 5 | 3 | 8 | 5 |
| 17 | 9 | 8 | 1 | 8 | 4 | 7 | 6 | 5 | 9 | 8 | 1 | 2 |
| 18 | 3 | 2 | 1 | 6 | 4 | 4 | 7 | 3 | 5 | 9 | 2 | 9 |
| 19 | 2 | 7 | 6 | 5 | 8 | 3 | 9 | 6 | 2 | 1 | 5 | 5 |
| 20 | 6 | 2 | 3 | 7 | 5 | 4 | 8 | 3 | 7 | 9 | 4 | 9 |

Решить данную игру в условиях неопределенности.

## Тема 9. Игровые модели в моделировании социально-экономических процессов

*Решить задачи по теории игр.*

Задание 1. Найти оптимальные стратегии игры, заданной платежной матрицей
$(-1\ 1$
$1\ -1)$.

Задание 2. Найдите седловую точку и максиминные стратегии игроков для следующих матричных игр:

1)

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 7 | 5 |
| 3 | 8 | 4 |
| 1 | 8 | 3 |
| 2 | 1 | 9 |

2)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 6 | 1 | 8 |
| 3 | 4 | 4 | 9 |
| 6 | 8 | 5 | 9 |
| 7 | 2 | 3 | 5 |

## Тема 10. Балансовые модели

**Задание 1.**

1) Найти объемы выпуска продукции по каждой из отраслей, предварительно обосновав сущность нестандартного решения.

2) Рассчитать новый план выпуска продукции, при условии, что конечный спрос на продукцию *U*-ой и V -ой отраслей возрос соответственно на 85 и 97 единиц. Вычислить абсолютные и относительные приросты объема, выполненные по каждой из отраслей.

3) Скорректировать новый план, с учетом того, что $\mu - ая$ отрасль не может увеличить объемы выпуска своей продукции более чем на 2 единицы.

4) Рассчитать матрицу полных затрат.

Исходные данные:

$$A = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \qquad C = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix}$$

$U = 1,\ \nu = 2,\qquad \mu = 4.$

5) Зная запасы дополнительных ресурсов (r), нормы их затрат (D) на производство продукции каждой отрасли и цены реализации конечной продукции (p), рассчитать объемы производства продукции, обеспечивающие максимальный фонд конечного спроса. Вычислить конечный спрос и провести анализ полученного решения:

1) относительно оптимальности;

2) статуса и ценности ресурсов;

3) чувствительности.

Рассчитать объем производства.

Исходные данные:

$$D = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 & 0.9 & 1.1 \\ 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.2 \\ 0.5 & 0.9 & 0.1 & 0.8 & 0.7 \end{pmatrix} \qquad \bar{r} = \begin{matrix} 564 \\ 298 \\ 467 \end{matrix}$$

$\bar{p} = (121\ 164\ 951\ 254\ 168)$

## Тема 11. Глобальные модели производства и производственные функции

Решить задачи модели Леонтьева.

Задание 1.

A = {$a_{ij}$} – матрица прямых затрат трех отраслей,

y – вектор конечного выпуска продукции.
Требуется:
1). Найти вектор валового выпуска продукции трех отраслей.
2). Найти изменение валовых выпусков при увеличении конечного выпуска первой отрасли на 20%, третьей – на 25% и неизменном конечном выпуске второй отрасли. (Варианты)

| N | $a_{11}$ | $a_{12}$ | $a_{13}$ | $a_{21}$ | $a_{22}$ | $a_{23}$ | $a_{31}$ | $a_{32}$ | $a_{33}$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 200 | 300 | 200 |
| 2. | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 100 | 150 | 190 |
| 3. | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 100 | 190 | 180 |
| 4. | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 120 | 100 | 200 |
| 5. | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 190 | 170 | 160 |
| 6. | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 150 | 200 | 110 |
| 7. | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 120 | 210 | 200 |
| 8. | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 | 170 | 150 | 140 |
| 9. | 0,0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 110 | 160 | 180 |
| 10. | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 130 | 120 | 160 |

## Тема 12. Корреляционно-регрессионный анализ как основа определения взаимосвязей социально-экономических явлений и процессов.

**Задание 1.** Опытные данные о значениях *x* и *y* представлены в таблице:

| $x_i$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $y_i$ | 15 | 10 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

http://www.math.kemsu.ru/kmk/subsites/matekon/Chapter2/lm334.gif

Полагая, что *x* и *y* связаны линейной зависимостью вида $y = \alpha + \beta x$, определите с помощью метода наименьших квадратов параметры $\alpha$ и $\beta$ и запишите уравнение регрессии.

Задание 2. На основе выборки, содержащей 200 пар наблюдений, были рассчитаны следующие величины:

$$\sum_{i=1}^{200} X_i = 11{,}34;\ \sum_{i=1}^{200} Y_i = 20{,}72;\ \sum_{i=1}^{200} X_i^2 = 12{,}16;\ \sum_{i=1}^{200} Y_i^2 = 84{,}96;\ \sum_{i=1}^{200} X_i Y_i = 22{,}13.$$

Найдите для переменных *X* и *Y* две линии регрессии, используя метод наименьших квадратов.

**Задание 2.** Найти уравнение линейной регрессии Y на X и определить тесноту связи.

| x | 0,10 | 1,00 | 1,50 | 1,70 | 2,00 | 2,50 | 3,00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| y | 5,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 2,50 | 3,00 | 1,80 |

**Задание 3.** Найти уравнение линейной регрессии Y на X и определить тесноту связи.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 0,20 | 2,00 | 2,50 | 2,80 | 1,95 | 1,45 | 1,50 |
| y | 6,00 | 5,00 | 3,00 | 2,00 | 1,50 | 2,00 | 1,30 |