|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Логотип ЗУГТ*** | **ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ** **ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ****«ЗАПАДНО-УРАЛЬСКИЙ ГОРНЫЙ ТЕХНИКУМ»** |  |  |

 УТВЕРЖДАЮ

Директор ЧОУ ПО «ЗУГТ»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.В. Теленков

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024 г.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Методические рекомендации по дисциплине*

**Специальность** 38.02.03 Операционная деятельность в логистике

**Пермь 2024**

Методические рекомендации по дисциплине «Моделирование логистических систем» предназначены для студентов ЧОУ ПО «Западно-уральский горный техникум» при выполнении практических работ, подготовки и написании рефератов, по изучению теоретических основ дисциплины, аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлению 38.02.03 Операционная деятельность в логистике.

Организация-разработчик:

ЧОУ ПО «Западно-Уральский горный техникум (ЧОУ ПО «ЗУГТ»)

**Перечень практических работ**

Практическое занятие № 1. Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования.

Практическое занятие № 2. Решение задач линейного программирования графическим методом

Практическое занятие № 3. Оптимизация логистических систем графовыми методами

Практическое занятие № 4. Решение задач массового обслуживания

Практическое занятие № 5. Моделирование логистических систем с использованием теории массового обслуживания

## Инструкционно-технологическая карта лабораторного занятия №1

**Тема: Сведение произвольной задачи линейного программирования к основной задаче линейного программирования.**

Цель: Научиться сводить произвольную задачу линейного программирования к основной задаче линейного программирования.

Формируемые коды умений и компетенций: У1, ПК 2.1, ОК 1-11 Норма времени: 2 часа.

Используемые средства:

1. Опорный конспект.
2. Индивидуальное задание.

Структура выполнения ситуации Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте прямые и обратные задачи.
2. Перечислите характеристики задачи линейного программирования.
3. Опишите алгоритм перехода к основной задаче линейного программирования.

Задание и алгоритм выполнения:

Задание 1. а) Привести к канонической форме задачу линейного программирования.



б) Напишите задачу в стандартной форме. Задание 2.

Построить экономико-математическую модель задачи и найти оптимальный план раскроя с точки зрения минимизации отходов.

Куски искусственной кожи по 60 дм разрезать на части по 20 дм, 25 дм и 30 дм так, чтобы частей по 20 дм было не менее 6 штук, частей по 25 дм было не менее 10 штук и частей по 30 дм было не менее 4 штук.

Задание 3

а) Привести к канонической форме задачу линейного программирования.

б) Напишите задачу в стандартной форме. Задание 4

Задача 1. а) Привести к канонической форме задачу линейного программирования.



б) Напишите задачу в стандартной форме.

Задача 5. а) Привести к канонической форме задачу линейного программирования.



б) Напишите задачу в стандартной форме.

Задача 6. а) Привести к канонической форме задачу линейного программирования.



б) Напишите задачу в стандартной форме.

Критерии оценки:

Оценка «5» Задание выполнено полностью: цель практической работы успешно достигнута; основные понятия выделены;

Оценка «4» Задание выполнено: цель выполнения практической работы достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.

Оценка «3» Задание выполнено частично: цель выполнения практической работы достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы.

Оценка «2» Задание не выполнено, цель выполнения практической работы не достигнута.

## Инструкционно-технологическая карта лабораторного занятия №2

**Тема: Решение задач линейного программирования графическим методом.** Цель: Научиться решать задачи линейного программирования симплекс–методом. Формируемые коды умений и компетенций: У1, ПК 2.1, ОК 1-11

Норма времени: 2 часа. Используемые средства:

1. Опорный конспект.
2. Индивидуальное задание.

Структура выполнения ситуации

Контрольные вопросы:

1. Что такое критерий оптимизации?
2. Как составляется математическая модель задачи линейного программирования?
3. Что такое начальный базис?

Задание и алгоритм выполнения:

Задание 1. Для производства двух видов, изделии и используется, три вида сырья

 , запасы которого соответственно равны 100, 60, 180единиц. Для производства одной единицы продукции используется 2 единицы сырья и по 1 единице сырья

. Для производства одной единицы продукции используется по 1 единице сырья и 4 единицы сырья . Прибыль от реализации 1 единицы каждой продукции и соответственно равна 30 и 20 единиц.

Необходимо составить симплекс-методом такой

план выпуска продукции и , при котором суммарная прибыль будет наибольшей.

Задача 2. Предположим, что для производства продукции вида А и В можно использовать материал трех сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется а1 кг первого сорта, а2 кг второго сорта и а3 кг третьего сорта. На изготовление продукции вида В расходуется b1 кг первого сорта, b2 кг второго сорта, b3 кг третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта с1 кг, второго сорта с2 кг, третьего сорта с3 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль вида α руб., а от реализации единицы готовой продукции вида В фабрика имеет прибыль вида β руб. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В симлекс-методом.

а1= 19, а2= 16, а3= 19, b1= 31, b2= 9, b3= 1, c1= 1121, c2= 706, c3= 1066, α=16, β=19.

Задача 3. Предположим, что для производства продукции вида А и В можно использовать материал трех сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется а1 кг первого сорта, а2 кг второго сорта и а3 кг третьего сорта. На изготовление продукции вида В расходуется b1 кг первого сорта, b2 кг второго сорта, b3 кг третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта с1 кг, второго сорта с2 кг, третьего сорта с3 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль вида α руб., а от реализации единицы готовой продукции вида В фабрика имеет прибыль вида β руб. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В симплекс-методом.

а1= 14, а2= 15, а3= 20, b1= 40, b2= 27, b3= 4, c1= 1200, c2= 993, c3= 1097, α=5, β=13.

Задача 4. Предположим, что для производства продукции вида А и В можно использовать материал трех сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется а1 кг первого сорта, а2 кг второго сорта и а3 кг третьего сорта. На изготовление продукции вида В расходуется b1 кг первого сорта, b2 кг второго сорта, b3 кг третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта с1 кг, второго сорта с2 кг, третьего сорта с3 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль вида α руб., а от реализации единицы готовой продукции вида В фабрика имеет прибыль вида β руб. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В симплекс-методом.

а1= 14, а2= 15, а3= 20, b1= 40, b2= 27, b3= 4, c1= 1200, c2= 993, c3= 1097, α=5, β=13.

Задача 5. Предположим, что для производства продукции вида А и В можно использовать материал трех сортов. При этом на изготовление единицы изделия вида А расходуется а1 кг первого сорта, а2 кг второго сорта и а3 кг третьего сорта. На изготовление продукции вида В расходуется b1 кг первого сорта, b2 кг второго сорта, b3 кг третьего сорта. На складе фабрики имеется всего материала первого сорта с1 кг, второго сорта с2 кг, третьего сорта с3 кг. От реализации единицы готовой продукции вида А фабрика имеет прибыль вида α руб., а от реализации единицы готовой продукции вида В фабрика имеет прибыль вида β руб. Определить максимальную прибыль от реализации всей продукции видов А и В симплекс-методом.

а1= 9, а2= 15, а3= 15, b1= 27, b2= 15, b3= 3, c1= 606, c2= 802, c3= 840, α=11, β=6.

Критерии оценки:

Оценка «5» Задание выполнено полностью: цель практической работы успешно достигнута; основные понятия выделены;

Оценка «4» Задание выполнено: цель выполнения практической работы достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.

Оценка «3» Задание выполнено частично: цель выполнения практической работы достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы.

Оценка «2» Задание не выполнено, цель выполнения практической работы не достигнута.

Инструкционно-технологическая карта лабораторного занятия №3

## Тема: Оптимизация логистических систем графовыми методами.

Цель: Научиться решать задачи о максимальном потоке. Формируемые коды умений и компетенций: У1, ПК 2.1, ОК 1-11 Норма времени: 2 часа.

Используемые средства:

1. Опорный конспект.
2. Индивидуальное задание.

Структура выполнения ситуации Контрольные вопросы:

1. Что такое граф?
2. Что такое взвешенный граф?
3. Что такое система непересекающихся множеств?

Задание и алгоритм выполнения: 1 вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:

Задача 2. На представленном графе найдите:

а) минимальный остов дерева,

б) найдите кратчайший путь от начальной точки Х1 до всех остальных точек.

1. вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки Х1 до всех остальных точек.



1. вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки Х1 до всех остальных точек.

1. вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки Х1 до всех остальных точек.

1. вариант

Задача 1. Составить матрицы инцидентности и смежности для графа:



Задача 2. На представленном графе найдите: а) минимальный остов дерева, б) найдите кратчайший путь от начальной точки Х1 до всех остальных точек.



Критерии оценки:

Оценка «5» Задание выполнено полностью: цель практической работы успешно достигнута; основные понятия выделены;

Оценка «4» Задание выполнено: цель выполнения практической работы достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.

Оценка «3» Задание выполнено частично: цель выполнения практической работы достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы.

Оценка «2» Задание не выполнено, цель выполнения практической работы не достигнута.

## Инструкционно-технологическая карта лабораторного занятия №4

**Тема: Решение задач массового обслуживания.**

Цель: Научиться решать задачи массового обслуживания методами имитационного моделирования.

Формируемые коды умений и компетенций: У1, ПК 2.2, ОК 1-11 Норма времени: 2 часа.

Используемые средства:

1. Опорный конспект.
2. Индивидуальное задание.

Структура выполнения ситуации Контрольные вопросы:

1. Что такое система массового обслуживания?
2. Что такое Марковский случайный процесс?
3. Что такое поток событий?

Задание и алгоритм выполнения:

Задача 1. Интенсивность потока телефонных звонков в агентство по заказу железнодорожных билетов, имеющему один телефон, составляет 16 вызовов в час. Продолжительность оформления заказа на билет равна 2.4 минуты. Определить относительную и абсолютную пропускную способность этой СМО и вероятность отказа (занятости телефона). Сколько телефонов должно быть в агентстве, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,75.

[Одноканальная СМО с отказами: решение задачи](https://www.matburo.ru/Examples/Files/smo1.pdf) (pdf, 46 Кб)

Задача 2. Система массового обслуживания — билетная касса с одним окошком и неограниченной очередью. Касса продает билеты в пункты А и В. Пассажиров, желающих купить билет в пункт А, приходит в среднем трое за 20 мин, в пункт В — двое за 20 мин. Поток пассажиров простейший. Кассир в среднем обслуживает трех пассажиров за 10 мин. Время обслуживания — показательное. Вычислить финальные вероятности Р0, P2, P3, среднее число заявок в системе и в очереди, среднее время пребывания заявки в системе, среднее время пребывания заявки в очереди.

[Одноканальная СМО с неограниченной очередью: решение задачи](https://www.matburo.ru/Examples/Files/smo2.pdf) (pdf, 50 Кб)

Задача 3. Междугородный переговорный пункт имеет четыре телефонных аппарата. В среднем за сутки поступает 320 заявок на переговоры. Средняя длительность переговоров составляет 5 мин. Длина очереди не должна превышать 6 абонентов. Потоки заявок и обслуживаний простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди, среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).

[Многоканальная СМО с ожиданием и ограниченной очередью: решение задачи](https://www.matburo.ru/Examples/Files/smo3.pdf)

Критерии оценки:

Оценка «5» Задание выполнено полностью: цель практической работы успешно достигнута; основные понятия выделены;

Оценка «4» Задание выполнено: цель выполнения практической работы достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.

Оценка «3» Задание выполнено частично: цель выполнения практической работы достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы.

Оценка «2» Задание не выполнено, цель выполнения практической работы не достигнута.

## Инструкционно-технологическая карта лабораторного занятия №5

**Тема: Моделирование логистических систем с использованием теории массового обслуживания.**

Цель: Научиться моделировать логистические системы. Формируемые коды умений и компетенций: У1, ПК 2.2, ОК 1-11 Норма времени: 2 часа.

Используемые средства:

1. Опорный конспект.
2. Индивидуальное задание.

Структура выполнения ситуации Контрольные вопросы:

1. Какие ситуации рассматриваются в теории игр?
2. Как найти оптимальное решение игры двух лиц с нулевой суммой?

Задание и алгоритм выполнения:

Задача 1. Найти итерационным методом решение матричной игры :

.

Задача 2. Найти приближенное решение матричной игры, выполнив 10 итераций методом Брауна. Сравнить, где это возможно, с точным решением и оценить погрешность.

3 8 2

9 5 4

0,2 0,7 0,5

−1 2

а) А = �

� ; б) А = �

� ; в) А = �

� ; г) А = � 3 −2� ;

6 5 7

6 1 4

3 8 6

1 −1 3

0,8 0,4 0,6 1 0

д) А = �2 4 2� ; е) А = �2 1 −3�.

4 3 5

Критерии оценки:

2 3 1

Оценка «5» Задание выполнено полностью: цель практической работы успешно достигнута; основные понятия выделены;

Оценка «4» Задание выполнено: цель выполнения практической работы достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме.

Оценка «3» Задание выполнено частично: цель выполнения практической работы достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы.

Оценка «2» Задание не выполнено, цель выполнения практической работы не достигнута.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

1. Сформулировать задачи линейного программирования.

# Рекомендации по составлению опорного конспекта

Опорные конспекты представляют собой особую организацию теоретического учебного материала в виде графического изображения: таблиц, схем, кратких выводов, поясняющих символов, схем, графиков и так далее, зрительно подчеркивающего теоретический материал дисциплины. Такое изображение создается в упрощенно-обобщенном виде. Систематическое, грамотно применяемое, оно способно придать сложному многоплановому процессу обучения определенную цельность, ясность, логичность, последовательность и стабильность. В опорном конспекте при помощи условных сигналов, языковых терминов в определенной логической последовательности излагается главная информация по

теоретическим блокам всей темы, разделов изучаемой дисциплины.

Опорный конспект позволяет представить большой объем информации в краткой систематизированной форме. Систематизация позволяет более продуктивно использовать знания человека и вместе с тем служит источником новых знаний, так как при совместном составлении опорного конспекта осуществляются такие мыслительные операции, как анализ и синтез, сравнение и классификация, в ходе которых выделяют сходства и различия с выбранными признаками или основаниями, устанавливают причинно-следственные связи, сущностные отношения между объектами и явлениями. В процессе систематизации знаний устанавливаются не только смысловые, причинно-следственные, но и структурные связи, в частности, между компонентами структуры.

# Требования к составлению опорных конспектов

* графическое единообразие и лаконичность в отображении текста;
* отражение главных ключевых моментов;
* употребление минимального количества слов, примеров, символов, графиков, и так далее;
* отсутствие сокращений, непонятных для студентов: условных графических обозначений, цветовых и языковых сигналов;
* применение принципа противопоставления языковых фактов;
* кодированность информации;
* составление опорного конспекта в близкой последовательности с материалом лекции, учебника;
* наглядность и яркость изложения.

# Технология составления опорных конспектов

Общими требованиями к составлению опорного конспекта может служить единая последовательность изложения и представления материала в опорном конспекте, хотя и допустимы некоторые отступления от общих правил, связанные со спецификой преподаваемой дисциплины.

В опорный конспект вводятся и разъясняются все базисные понятия, теории и методы. Даются иллюстративные примеры, контрольные вопросы для самопроверки, решаются типовые задачи. Материал располагается в той же последовательности, что и на лекциях. Даются только определения, формулировки и пояснения теорем, их геометрическая и физическая интерпретация, чертежи, выводы, таблицы, графики, правила. Второстепенные вопросы опускаются.

# План составления развернутого опорного конспекта

* 1. Тема
	2. Эпиграф (по возможности)
	3. Ключевые темы и концепции.
	4. Список ключевых терминов изучаемой темы.
	5. Постановка проблемы.
	6. Последовательное схематическое изображение основных положений обсуждаемых вопросов с помощью схем, графиков, таблиц.
	7. Расшифровка основных ключевых понятий, терминов, теорий
	8. Вывод
1. Подготовить эссе «Основные понятия теории графов».

# Методические рекомендации по написанию эссе:

Эссе - это прозаическое сочинение - рассуждение небольшого объема со свободной композицией. Эссе выражает индивидуальные впечатления и соображения по конкретному поводу или вопросу и заведомо не претендует на определяющую или исчерпывающую трактовку предмета

Структурная схема эссе

Введение - определение основного вопроса эссе.

Основная часть - ответ на поставленный вопрос. Она содержит: тезис, доказательство, иллюстрации, подвывод, являющийся частично ответом на поставленный вопрос.

Заключение - суммирование уже сделанных подвыводови окончательный ответ на вопрос эссе.

Техника доказательства приведенных в эссе высказываний.

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснованияистинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений.

Структура аргументации (доказательства)

Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения:

* 1. Тезис — это сужение, которое надо доказать.
	2. Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
	3. Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
	4. Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Критерии, используемые при оценивании сочинения - эссе

Оценка «5» (отлично) выставляется в случае полного рассмотрения вопроса, аргументированного выражения своей позиции, отсутствия ошибок, грамотного текста, точность формулировок и т.д.;

Оценка «4» (хорошо) выставляется в случае полного выполнения всего объема работ при наличии несущественных ошибок, не повлиявших на общий результат работы и т.д.;

Оценка «3» (удовлетворительно) выставляется в случае недостаточно полного рассмотрения проблемы, при наличии ошибок, которые не оказали существенного влияния на окончательный результат;

Оценка «2» (неудовлетворительно) выставляется в случае, если тема не раскрыта, работа выполнена крайне небрежно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горев, А. Э. Теория транспортных процессов и систем : учебник для среднего профессионального образования / А. Э. Горев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 193 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13578-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/471089
2. Катаргин, Н. В. Анализ и моделирование логистических систем / Н. В. Катаргин, О. Н. Ларин, Ф. Д. Венде. — 2-е стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 248 с. — ISBN 978-5-8114-8672-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179155
3. Методы оптимизации. Задачник : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Токарев, А. В. Соколов, Л. Г. Егорова, П. А. Мышкис. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 292 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-12490-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/475317
4. Панов, С. А. Моделирование логистических систем : учебное пособие / С. А. Панов. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2018. — 205 с. — ISBN 978-5-89847-541-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/154497

**3.2.2. Дополнительные источники**

1. Красс, М. С. Математика в экономике: математические методы и модели : учебник для бакалавров / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов ; ответственный редактор М. С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 541 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3138-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/426162
2. Палий, И. А. Линейное программирование : учебное пособие для вузов / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/472883