



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

25.04.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ  
ЭКОНОМИКИ***

Направление подготовки (специальность)  
38.03.05 Бизнес-информатика

Направленность (профиль/специализация) программы  
Аналитическая поддержка в управлении бизнес-процессами

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

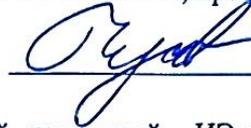
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Бизнес-информатики и информационных технологий
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 38.03.05 Бизнес-информатика (приказ Минобрнауки России от 29.07.2020 г. № 838)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных технологий 20.03.2025 г., протокол № 7

Зав. кафедрой



Г.Н. Чусавитина

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 25.04.2025 г. протокол № 5

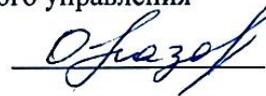
Председатель



В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Менеджмента и государственного управления



О.Л. Назарова

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры БИиИТ



Ю.В. Сапрыкина

Рецензент:

руководитель направления бизнес-анализа и консалтинга ЗАО «КонСОМ СКС»,  
канд. техн. наук



В.А. Ошурков

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Бизнес-информатики и информационных

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.Н. Чусавитина

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цель изучения дисциплины – приобретение обучающимися теоретических знаний и практических навыков постановки и решения оптимизационных экономических задач экономико-математическими методами и моделями.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Математические модели и методы цифровой экономики входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информатика

Введение в технологии искусственного интеллекта

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Цифровые платформы в бизнесе

Производственная – преддипломная практика

Анализ больших данных

Прикладные информационные системы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математические модели и методы цифровой экономики» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен осуществлять архитектурные и реализационные решения по интеграции приложений информационных систем и облачных сервисов, а также планировать аналитические работы с использованием технологий больших данных
ПК-1.1	Осуществляет архитектурные и реализационные решения по интеграции приложений информационных систем и облачных сервисов
ПК-1.2	Решает профессиональные задачи по планированию аналитических работ с использованием технологий больших данных

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 89 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 19,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Экономико-математические методы и модели								
1.1 Основы моделирования	4	3		5	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2 Линейное программирование		3		5	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.3 Целочисленное программирование		4		5	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4 Нелинейное программирование		4		6	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.5 Динамическое программирование		4		6	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.6 Сетевое планирование		4		6	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.7 Системы массового обслуживания		4		6	2	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2

					контрольной работы		
1.8 Элементы теории игр		4	6	2,3	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
1.9 Балансовые модели		4	6	3	Выполнение заданий лабораторной работы Выполнение контрольной работы	Отчет по лабораторной работе Тестирование	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		34	51	19,3			
Итого за семестр		34	51	19,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	51	19,3		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Основными образовательными технологиями, положенными в основу преподавания дисциплины «Математические модели и методы цифровой экономики» являются:

- активные технологии обучения:

- метод ролевых игр - это разыгрывание участниками группы сценки с заранее распределенными ролями в интересах овладения определенной поведенческой или эмоциональной стороной жизненных ситуаций.

- Ролевая игра проводится в небольших группах (3-5 участников);

- технологии кейс-стадии - техника обучения, использующая описание реальных ситуаций. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы базируются на реальном фактическом материале, или же приближены к реальной ситуации;

- разработка проекта - это способ достижения дидактической цели через детальную разработку проблемы (технологии), которая должна завершиться вполне реальным, осязаемым практическим результатом, оформленным тем или иным образом;

- работа в малых группах - это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия);

- интерактивные лекции:

- лекций-дискуссий - преподаватель приводит отдельные примеры в виде ситуаций или кратко сформулированных проблем и предлагает студентам коротко обсудить, затем краткий анализ, выводы и лекция продолжается. Положительным в дискуссии является, то, что обучаемые соглашались с точкой зрения преподавателя с большой охотой, скорее в ходе дискуссии, нежели во время беседы, когда преподаватель лишь указывает на необходимость принять его позицию по обсуждаемому вопросу. Данный метод позволяет преподавателю видеть, насколько эффективно слушатели используют полученные знания в ходе дискуссии.

Активные технологии обучения преимущественно используются в рамках практических занятий, интерактивные лекции - в процессе изучения и закрепления нового учебного материала.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Сдвижков, О. А. Дискретная математика и математические методы экономики с применением VBA Excel : практическое руководство / О. А. Сдвижков. - 2-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023. - 213 с. - ISBN 978-5-89818-559-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2107910> (дата обращения: 12.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Цифровая трансформация экономики: эмпирические факты и математические модели : монография / А. А. Акаев, Ю. Р. Ичкитидзе, А. А. Петряков, А. И. Сарыгулов. - Санкт-Петербург : Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2020. - 336 с. - ISBN 978-5-91155-099-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1515570> (дата обращения: 12.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Муртузалиев, М. М. Математические методы и модели : учебное пособие / М.М. Муртузалиев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 108 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-111257-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1938078> (дата обращения: 12.03.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. - 5-е изд. - Москва : Дашков и К, 2022. - 532 с. - ISBN 978-5-394-05088-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2085968> (дата обращения: 12.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

### **в) Методические указания:**

1. Акманова, С. В. Сборник задач и упражнений по курсу математического анализа : практикум / С. В. Акманова, Л. Н. Малышева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2065> (дата обращения: 12.03.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Андреев, С. М. Математическое моделирование систем управления и их элементов : учебное пособие [для вузов] / С. М. Андреев, Д. В. Чистяков ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - ISBN 978-5-9967-2200-6. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3084> (дата обращения: 12.03.2025). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

#### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Образовательный математический сайт	<a href="http://www.exponenta.ru/">http://www.exponenta.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/">http://www.elibrary.ru/</a>
Национальная электронная библиотека	<a href="http://www.nns.ru/">http://www.nns.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Персональный компьютер (или ноутбук) с пакетом Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Доска, мультимедийный проектор, экран. Мультимедийные презентации к лекциям, учебно-наглядные пособия

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий Персональные компьютеры с пакетом Office; с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Браузер Yandex.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки Персональные компьютеры с пакетом Office; с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Браузер Yandex.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Браузер Yandex.

Аудитория для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Мебель для хранения и обслуживания оборудования (шкафы, столы), учебно-методические материалы, компьютеры, ноутбуки, принтеры.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

*Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и контрольных работ.*

**Комплект заданий для итоговой контрольной работы:**

Задание 1. Продукцией городского молочного завода являются молоко, кефир и сметана, расфасованные в бутылки. На производство 1 т молока, кефира и сметаны требуется соответственно 1010, 1010 и 9450 кг молока. При этом затраты рабочего времени при разливе 1 т молока и кефира составляют 0,18 и 0,19 машино-часов. На расфасовке 1 т сметаны заняты специальные автоматы в течение 3,25 часов. Всего для производства цельномолочной продукции завод может использовать 136000 кг молока. Основное оборудование может быть занято в течение 21,4 машино-часов, а автоматы по расфасовке сметаны – в течение 16,25 часов. Прибыль от реализации 1 т молока, кефира и сметаны соответственно равна 30, 22 и 136 д.е. Завод должен ежедневно производить не менее 100 т молока, расфасованного в бутылки. На производство другой продукции не имеется никаких ограничений.

Требуется определить, какую продукцию и в каком количестве следует ежедневно изготавливать заводу, чтобы прибыль от ее реализации была максимальной. Составить математическую модель задачи.

Задание 2. Предпринимателю требуется для закупки товара 10000 рублей через 3 месяца. Сберегательный банк предлагает предпринимателю внести определенную сумму денег по одному из типов вкладов: А (сроком на 1 месяц под 2%) или В (сроком на 3 месяца под 6%). Необходимо определить тип вклада, который позволит получить требуемые средства в течение трех месяцев, вложив минимальную сумму денег.

Задание 3. При изготовлении парников используются металлические стержни. Материал для их изготовления поставляется в виде исходных стержней длиной 220 см. Из них необходимо получить 80 стержней длиной 120 см, 120 стержней длиной 100 см и 102 стержня длиной 70 см. Какое минимальное количество материала следует разрезать?

Задание 4. Найти условный экстремум с помощью метода Лагранжа:  $Z = x_1 x_2$  при  $x_1^2 + x_2^2 = 2$ .

Задание 5. Планируется работа двух промышленных предприятий на три года. Количество средств  $x$ , вложенное в 1 предприятие в начале года дает за год доход  $f(x) = 4x - 0.01x^2$  и остаток  $\varphi(x) = 0.6x$ . Аналогично, количество средств  $y$ , вложенное во второе предприятие, дает за один год доход  $g(y) = 3y$  и остаток  $\phi(y) = 0.8y$ . Произвести распределение ресурсов  $Z_1=200$  между предприятиями на каждый год планируемого периода, так чтобы получить максимальный суммарный доход за весь период.

Задание 6. Имеется технологическая система (участок), состоящая из трех одинаковых станков. В систему поступают для обработки детали в среднем через 0,5 часа. Среднее время изготовления одной детали 0,6 ч. Если при поступлении заявки на изготовление детали все станки заняты, то деталь направляется на другой участок таких же станков. Найти финальные вероятности состояний системы и характеристики (показатели эффективности) данной СМО.

Задание 7. 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  $B_1, B_2, B_3, B_4$ . Элементы платежной матрицы  $a_{ij}$  характеризуют прибыль, которую получает предприятие при выпуске продукции  $A_i$  и состоянии спроса  $B_j$ :

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$
$A_1$	8	3	6	2
$A_2$	4	5	6	5
$A_3$	1	7	4	7

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.

Задание 8. Рассмотрим систему двух отраслей экономики: промышленности и сельского хозяйства. Пусть матрица прямых затрат имеет вид:  $A = \begin{pmatrix} 0,4 & 0,5 \\ 0,3 & 0,2 \end{pmatrix}$  и задан «конечный спрос» каждой отрасли соответственно 330 тыс. руб. и 66 тыс. руб. Каков должен быть валовый выпуск каждой отрасли?

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Математические модели и методы цифровой экономики»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<i>Код индикатор</i>	<i>Индикатор достижения</i>	<i>Оценочные средства</i>
		ПК-1: Способен осуществлять архитектурные и реализационные решения по интеграции приложений информационных систем и облачных сервисов, а также планировать аналитические работы с использованием технологий больших данных
ПК-1.1	Осуществляет архитектурные и реализационные решения по интеграции приложений информационных систем и облачных сервисов	<p><b>Перечень теоретических вопросов:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация экономико-математических методов и моделей.</li> <li>2. Примеры построения линейных оптимизационных моделей.</li> <li>3. Основная задача линейного программирования.</li> <li>4. Различные виды задач линейного программирования (общий, канонический, с однотипными условиями).</li> <li>5. Задачи линейного программирования, решаемые геометрическим способом.</li> <li>6. Задачи линейного программирования, решаемые методом перебора.</li> <li>7. Задачи линейного программирования, решаемые симплекс-методом (табличный алгоритм).</li> <li>8. Задачи линейного программирования, решаемые методом штрафных функций (M – метод).</li> <li>9. Двойственность в задачах линейного программирования.</li> <li>10. Основные теоремы двойственности.</li> <li>11. Анализ чувствительности задачи линейной оптимизации. Двойственные оценки, их свойства.</li> <li>12. Задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.</li> <li>13. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.</li> <li>14. Транспортная задача. Математическая модель задачи. Открытая и закрытая модели транспортной задачи.</li> <li>15. Различные методы нахождения начального опорного плана при решении транспортной задачи.</li> <li>16. Решение транспортной задачи методом потенциалов.</li> <li>17. Венгерский метод решения транспортной задачи, задачи о назначениях и кратчайшем пути.</li> <li>18. Решение задач методом динамического программирования.</li> <li>19. Решение задач методом нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.</li> <li>20. Модели сетевого планирования и управления.</li> <li>21. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания.</li> <li>22. Структура и классификация систем массового</li> </ol>

		<p>обслуживания (СМО).</p> <p>23. Теоретико – игровые модели принятия решений.</p> <p>24. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цены игры.</p> <p>25. Решение игр в смешанных стратегиях.</p> <p>26. Геометрическая интерпретация игры <math>2 \times 2</math>.</p> <p>27. Приведение матричной игры к ЗЛП.</p> <p>28. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.</p> <p>29. Численные методы оптимизации (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона – Рафсона и др.)</p> <p>30. Балансовые модели.</p> <p>31. Классическая минимизация функции одной переменной.</p> <p>32. Минимизация многомодальных функций.</p> <p>33. Минимизация по правильному симплексу.</p> <p>34. Метод циклического покоординатного спуска.</p> <p>35. Алгоритм Хука-Дживса.</p> <p>36. Методы случайного поиска.</p> <p>37. Метод градиентного спуска.</p> <p>38. Метод наискорейшего спуска.</p> <p>39. Метод сопряженных градиентов.</p> <p>40. Метод Ньютона.</p> <p>41. Оптимальное управление объектом, описываемым системой обыкновенных дифференциальных уравнений.</p>
ПК-1.2	<p>Решает профессиональные задачи по планированию аналитические работы с использованием технологий больших данных</p>	<p><b>Практические задания:</b></p> <p>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.</p> <p>Предприятие выпускает продукцию двух разновидностей. Каждый вид продукции проходит обработку на трех станках. При обработке 1 т продукции А первый станок используется <math>t_A</math> 1 ч, второй станок – <math>t_A</math> 2 ч, третий станок - <math>t_A</math> 3 ч. При обработке 1 т продукции В первый станок используется <math>t_B</math> 1 ч, второй станок – <math>t_B</math> 2 ч, третий станок - <math>t_B</math> 3 ч. Время работы станков ограничено и не может превышать для первого станка <math>T_1</math> ч, для второго - <math>T_2</math> ч, для третьего - <math>T_3</math> ч. При реализации 1 т продукции А предприятие получает прибыль <math>C_1</math> рублей, а при реализации 1 т продукции В - <math>C_2</math> рублей. Найти оптимальный план выпуска продукции каждого вида, дающий максимальную прибыль от реализации всей продукции.</p> <p>Задание 2. Решить методом потенциалов транспортную задачу: На станции А1, А2, А3, А4, А5 поступил однородный груз, который надо отвезти пяти заказчикам В1, В2, В3, В4, В5. Потребности заказчиков (в условных единицах), количество грузов на каждой станции (в тех же единицах) и тарифы (стоимость перевозки единицы груза с данной станции</p>

		<p>данному заказчику в денежных единицах) указаны в таблице. Требуется спланировать перевозки так, чтобы общая сумма стоимости перевозок была наименьшей.</p> <p>Задание 3. 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.</p> <p>Задание 4. Провести две итерации методом наискорейшего спуска в задаче нелинейного программирования без ограничений. Начиная из исходной точки <math>X_0 = (x_1, x_2) = (0, 1)</math> и находя одномерные минимумы на каждой итерации аналитически, используя необходимое условие существования экстремума. Показать на графике направления спуска и последовательные приближения к точке минимума. Вычислить значение целевой функции в исходной точке и последующих приближениях.</p> <p>Задание 5. Решить графически задачу. Найти минимальное и максимальное значения сепарабельной функции  <math>Z = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 6)^2</math> при ограничениях  <math display="block">\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 1, \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 12, \end{cases} \quad x_{1,2} \geq 0.</math></p> <p>Решить задачи методами динамического программирования:</p> <p>Задание 6. Найти <math>\max F(x) = 3x_1^2 - 4x_2 + 3x_3^3</math> при  <math>4x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 8</math>  ограничениях <math>x_j \geq 0, x_j \in Z, j = 1, 2, 3</math></p> <p>Задание 7. 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 и уменьшается до величины. Количество средств x-y, вложенных в отрасль II, позволяет получить за один год доход и уменьшается до величины. Необходимо так распределить выделенные ресурсы</p>
--	--	---

		<p>между отраслями по годам планируемого периода, чтобы полный доход был максимальным.</p> <p>Задание 8. По истечении каждого месяца некоторое количество биомассы <math>u</math> сдается потребителю, причем предприятие получает доход <math>ku</math>, а оставшееся количество биомассы <math>z</math> за месяц вновь увеличивается до величины <math>az</math> (<math>a &gt; 1</math>). Производственные затраты зависят от <math>z</math> и определяются функцией.</p> <p>Определить такие объемы поставок, чтобы в течение <math>N</math> месяцев предприятие получало максимальный суммарный доход. Построить математическую модель, составить функциональные уравнения и решить задачу при следующих значениях параметров: количество биомассы <math>k</math> к концу первого месяца <math>x = 150</math>.</p> <p>Задание 9. Стержень длиной 167 ед. раскроить на заготовки длиной <math>l_1 = 48, l_2 = 44, l_3 = 32, l_4 = 20</math>, стоимость которых соответственно равна <math>C_1 = 96, C_2 = 85, C_3 = 64, C_4 = 65</math>, так, чтобы суммарная стоимость полученных заготовок была наибольшей.</p> <p>Задание 10. Определить оптимальный цикл замены оборудования для получения максимальной прибыли при условиях; известно, что <math>s(t) = 0</math>.</p> <p>Задание 11. Решить задачу 5.2, учитывая остаточную стоимость оборудования, изменяющуюся по закону.</p> <p>Задание 12. 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.</p> <p>Задание 13. По данным варианта необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) построить сетевую модель, рассчитать временные параметры событий (на рисунке) и работ (в таблице);</li> <li>2) определить критические пути модели;</li> <li>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).</li> </ol> <p>Решить следующие задачи в предположении, что поток поступающих заявок является простейшим, и длительность обслуживания одной заявки распределена по показательному закону:</p> <p>Задание 14. Дежурный по администрации города имеет</p>
--	--	---

		<p>пять телефонов. Телефонные звонки поступают с интенсивностью 90 заявок в час, средняя продолжительность разговора составляет 2 мин. Определить показатели дежурного администратора как объекта СМО.</p> <p>Задание 15. 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.</p> <p>Задание 16. 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.</p> <p>Задание 17. 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.</p> <p>Задание 18. 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.</p> <p>Задание 19. 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.</p> <p>Задание 20. 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</p>
--	--	---

мин. Среднее время обслуживания одной машины составляет 2 мин.

Определить характеристики работы автозаправочной станции как объекта СМО.

Задание 21. 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 22. 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 23. 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 24. 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  $a_{ij}$  характеризуют прибыль, которую получает предприятие при выпуске продукции  $A_i$  и состоянии спроса  $B_j$ :

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

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

		<p>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.</p> <p>Задание 25.</p> <p>1) Найти объемы выпуска продукции по каждой из отраслей, предварительно обосновав сущность нестандартного решения.</p> <p>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.</p> <p>3) Скорректировать новый план, с учетом того, что m-ая отрасль не может увеличить объемы выпуска своей продукции более чем на 2 единицы.</p> <p>4) Рассчитать матрицу полных затрат. Исходные данные:</p> $A = \begin{pmatrix} 0.02 & 0.03 & 0.09 & 0.06 & 0.06 \\ 0.01 & 0.05 & 0.06 & 0.06 & 0.04 \\ 0.01 & 0.02 & 0.04 & 0.05 & 0.08 \\ 0.05 & 0.01 & 0.08 & 0.04 & 0.03 \\ 0.06 & 0.01 & 0.05 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 235 \\ 194 \\ 167 \\ 209 \\ 208 \end{pmatrix}$ <p><math>U=1, v=2, \mu=4.</math></p> <p>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:</p> <p>1) относительно оптимальности;          2) статуса и ценности ресурсов;          3) чувствительности.</p> <p>Рассчитать объем производства.          Исходные данные:</p> $D = \begin{pmatrix} 0.3 & 0.6 & 0.5 & 0.9 & 1.1 \\ 0.6 & 0.6 & 0.8 & 0.4 & 0.2 \\ 0.5 & 0.9 & 0.1 & 0.8 & 0.7 \end{pmatrix} \quad \bar{r} = \begin{pmatrix} 564 \\ 298 \\ 467 \end{pmatrix}$ <p><math>\bar{p} = (121 \ 164 \ 951 \ 254 \ 168)</math></p>
--	--	--

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Итоговый контроль – экзамен.

Студенты, не выполнившие контрольную работу, к экзамену не допускаются, в экзаменационную ведомость проставляется оценка неудовлетворительно. Студенты, посетившие менее 80 % аудиторных занятий, выполняют на экзамене дополнительную письменную контрольную работу.

Все формы контроля оцениваются по пятибалльной шкале.

Экзаменационная оценка выставляется по следующим критериям:

**Оценка «отлично»** выставляется за глубокое знание предусмотренного программой материала, содержащегося в основных и дополнительных рекомендованных литературных источниках, за умение четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы, за умение анализировать изучаемые явления в их взаимосвязи и диалектическом развитии, применять теоретические положения при решении практических задач; обучающийся подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Оценка «хорошо»** выставляется за твердое знание основного (программного) материала, включая расчеты (при необходимости), за грамотные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, за умение применять теоретические положения для решения практических задач; обучающийся демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется за общее знание только основного материала, за ответы, содержащие неточности или слабо аргументированные, с нарушением последовательности изложения материала, за слабое применение теоретических положений при решении практических задач; обучающийся подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется за незнание значительной части программного материала, за существенные ошибки в ответах на вопросы, за неумение ориентироваться в расчетах, за незнание основных понятий дисциплины; не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой.