



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.13 Математическое моделирование в цифровой экономике

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Моделирование и цифровизация социально-экономических систем

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
<b>Курс</b>	4		
<b>Семестр/триместр</b>	8		

<b>Лекции</b>	18		
<b>Лабораторные занятия</b>	18		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>	18		
<b>в т. ч. практическая подготовка</b>	4		
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	Зачет		
<b>Контроль</b>			
<b>Иные формы работы</b>			
<b>Самостоятельная работа</b>	18		

**Всего часов: 72**

**Трудоемкость: 2 зачетные единицы.**

Разработчик(и) рабочей программы:

Доктор физико-математических наук, доцент О.Н. Масина

## І. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Цель изучения дисциплины:

формирование у студентов теоретических знаний о методах исследования и моделирования задач цифровой экономики, исследование экономико-математических моделей на основе применения аппарата математических методов, умение прогнозировать развитие экономической системы или процесса, выполнять программирование и оптимизацию экономических систем.

### Задачи изучения дисциплины:

- освоение знаний о методах и алгоритмах решений экономических задач;
  - изучение закономерностей и особенностей функционирования участников экономики (условий существования оптимальных решений и их признаков, а также методов их вычисления в моделях потребления, фирмы, совершенной и несовершенной конкуренции и др.);
  - овладение навыками в использовании пакетов прикладных программ, необходимых для решения экономических задач;
- формирование:
- навыков содержательной интерпретации результатов и выработки управленческих решений.
  - представлений о методах разработки математических моделей экономических объектов, систем и явлений (общих и частных задач экономики при различных условиях, предпосылках и на различных уровнях);
  - представления об описательных моделях экономики (модели планирования, «затраты-выпуск», расширяющейся экономики, экономики благосостояния и роста и др.);
  - мотивации к анализу экономических величин и статистических данных.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1. Дисциплины (модули).

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>– методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;</li><li>– принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;</li><li>– типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения;</li></ul>	Знает: <ul style="list-style-type: none"><li>- методы исследования и моделирования задач цифровой экономики,</li><li>- методы исследования экономико-математических моделей на основе применения аппарата математических методов;</li><li>- методологию построения экономических процессов и их роль в экономическом анализе, принятии управленческих решений, планировании и прогнозировании.</li></ul>

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;</li> <li>- применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных;</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск, сбор, хранение и обработку экономической информации;</li> <li>- прогнозировать развитие экономической системы или процесса,</li> <li>- выполнять программирование и оптимизацию экономических систем.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– действиями по разработке и согласованию технических спецификаций на программные компоненты;</li> <li>– действиями по согласованию требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами, необходимыми для обработки и анализа экономической информации;</li> <li>- методами построения математических, информационных моделей;</li> <li>- методами исследования экономико-математических моделей на основе применения аппарата математических методов;</li> <li>- навыками программирования и оптимизации экономических систем.</li> </ul>

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Общая характеристика экономико-математических методов. Методы линейного и нелинейного программирования.</b>	<b>40</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
1	Тема 1. Общая характеристика экономико-математических методов.	8	2	2	2	2
2	Тема 2. Общая задача линейного программирования.	8	2	2	2	2
3	Тема 3. Постановка двойственной задачи линейного программирования и экономический смысл.	8	2	2	2	2
4	Тема 4. Специальные задачи линейного программирования.	8	2	2	2	2
5	Тема 5. Нелинейное программирование: постановка задачи, двумерные примеры и их геометрическое решение.	8	2	2	2	2
	<b>Раздел 2. Модели управления запасами. Оптимизационные модели в экономике.</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

6	Тема 6. Однономенклатурные и многономенклатурные модели управления запасами.	8	2	2	2	2
7	Тема 7. Задача о планировании оптимальной производственной программы. Оптимизации деятельности торгового предприятия.	8	2	2	2	2
	<b>Раздел 3. Модели сетевого планирования и управления. Транспортная задача. Модели теории игр.</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
8	Тема 8. Оптимизация сетевого проекта при заданном сроке его выполнения. Оптимизация сетевого проекта за счет дополнительно вложенных средств.	8	2	2	2	2
9	Тема 9. Решение матричной игры в смешанных стратегиях. Решение статистической игры.	8	2	2	2	2
	<i>Зачёт</i>					
	<i>Итого за 8 семестр</i>	72	18	18	19	18
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	4				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

##### **1 вариант**

1) Найти решение задачи линейного программирования:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 \leq 36; \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 48; \\ 3x_1 + x_2 + x_3 \leq 54; \end{cases} \quad f = 2x_1 + x_2 + 3x_3 \text{ (max).}$$

2) Решить транспортную задачу:

склады	50	3	2	4
	70	4	3	2
	50	4	4	5
		40	70	60
		магазины		

3) Решить задачу нелинейного программирования:

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 25; \\ x_1 \geq 2; \\ x_2 \geq 0; \end{cases} \quad L = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 1)^2 \quad (\min, \max).$$

4) Для двух отраслей промышленности выделены средства в количестве  $a=770$  единиц. Как распределить все средства в течение 4 лет, чтобы доход был наибольшим, если доход от  $x$  единиц, вложенных в I отрасль равен  $f_1(x)=2x$ , а доход от  $y$  единиц, вложенных во II отрасль, равен  $f_2(y)=3y$ . Остаток средств к концу года равен  $g_1(x)=0,2x$  для I отрасли,  $g_2(y)=0,3y$  – для II отрасли?

5) Найти решение и цену игры:  $\begin{bmatrix} 9 & -6 \\ -8 & 5 \end{bmatrix}$ .

## 2 вариант

1) Диспетчерская служба имеет 5 линий связи. Поток вызовов простейший с интенсивностью  $\lambda=0,7$  вызовов в минуту. Среднее время переговоров с диспетчером составляет 3 мин. Время переговоров распределено по показательному закону. Найти абсолютную и относительную пропускные способности диспетчерской службы; вероятность отказа; среднее число занятых каналов.

2) В приёмно-отправочный парк станции поступает простейший поток поездов со средней интенсивностью 3 состава в час. Одна бригада осматривает состав со средней продолжительностью 17 мин. Время обработки распределено по показательному закону. Определить среднее число составов, ожидающих обслуживания; среднее время пребывания состава в парке; среднее время простоя поезда в ожидании обработки; среднее число составов в парке.

3) На сортировочной станции имеются две сортировочных горки. Входящий поток поездов является простейшим. Среднее число составов, прибывающих на станцию в переработку за сутки, равно 140. Горочный технологический интервал составляет 12 мин., время обслуживания подчинено показательному распределению. Найти показатели эффективности работы сортировочной станции.

4) Задан временной ряд. Проверить наличие аномальных уровней. Уровень значимости: 0,05.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	1,7	1,8	2,0	2,5	5,2	2,9	3,3	3,7	3,5	3,9

5) Задан временной ряд. Проверить наличие тренда. Доверительная вероятность: 0,95.

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y_t$	1,7	1,8	2,0	2,5	5,2	2,9	3,3	3,7	3,5	3,9

### **Примерная тематика рефератов**

1. Уравнение Слуцкого и его применение в экономико-математическом моделировании.
2. Рекуррентная модель регулирования цен.
3. Модель Леонтьева «затраты - выпуск». Необходимое и достаточное условие ее продуктивности.
4. Двойственные оптимизационные задачи Леонтьева и состояние равновесия.
5. Описание процесса «затраты-выпуск» с помощью технологического множества и его свойства.
6. Оптимизационные модели производства, их постановка и содержательная интерпретация.
7. Понятие об оптимальности по Парето и его применение в экономико-математическом моделировании.
8. Кооперативные игры и их применение в экономико-математическом моделировании.
9. Оптимальность по Парето и переговорное множество. Определение переговорного множества
10. Понятие о кооперативных играх со многими участниками. Ядро игры.
11. Условия игры двух лиц с нулевой суммой и их анализ.
12. Определение оптимальных стратегий и цены играх с нулевой суммой.
13. Решение игр в чистых стратегиях и определение седловых точек матрицы игры.
14. Равновесные распределения и их применение в экономико-математическом моделировании.
15. Теория трудовой стоимости Маркса и анализ ее применение в модели Леонтьева.
16. Модель экономического роста Эванса и ее характеристика.
17. Модель экономического роста Солоу и характеристика ее основных параметров.
18. Стационарные траектории в модели Солоу и их анализ.
19. «Золотое правило» экономического роста и его использование в экономико-математическом моделировании.
20. Модель распределения богатства в обществе и ее анализ.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету.

### **Вопросы к зачету (8 семестр, очная форма обучения)**

1. Общие вопросы теории моделирования. Классификация экономико-математических методов и моделей.
2. Линейное программирование. Общая постановка задач линейного программирования. Геометрическая интерпретация двумерной задачи линейного программирования.
3. Свойства задач линейного программирования. Приведение задачи линейного программирования к каноническому виду.

4. Симплекс-метод решения задач линейного программирования (в случае, когда начальный базис известен).
5. Симплекс-метод решения задач линейного программирования (в случае, когда начальный базис требуется найти).
6. Двойственная задача линейного программирования в общей форме. Основные теоремы теории двойственности.
7. Основные теоремы теории двойственности. Экономическая интерпретация двойственных задач.
8. Транспортная задача. Методы построения первоначального плана.
9. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
10. Задача о назначениях. Венгерский алгоритм.
11. Постановка задачи нелинейного программирования. Геометрический способ решения.
12. Классическая задача нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.
13. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Беллмана. Рекуррентные соотношения для решения задач распределения ресурсов и о рюкзаке.
14. Задачи управления запасами. Формула Уилсона определения оптимального объема партии.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Кундышева, Е. С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е. С. Кундышева ; под науч. ред. Б. А. Сулакова. – 2-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2018. – 286 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573443> (дата обращения: 25.08.2021). – ISBN 978-5-394-03138-0. – Текст : электронный.
2. Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели : учебник / А. И. Новиков. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 532 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573375> (дата обращения: 25.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-03782-5. – Текст : электронный.

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Семенихина, О. Н. Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике : учебное пособие / О. Н. Семенихина, И. Н. Мастяева. – Москва : Евразийский открытый институт, 2011. – 422 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90388> (дата обращения: 25.08.2021). – ISBN 978-5-374-00410-6. – Текст : электронный.
2. Балдин, К. В. Математические методы и модели в экономике : учебник / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукусуев ; ред. К. В. Балдин. – 2-е изд., стер. –

Москва : ФЛИНТА, 2017. – 328 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103331> (дата обращения: 25.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-0313-7. – Текст : электронный.

## **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="https://infourok.ru/">https://infourok.ru/</a>	Образовательный интернет-проект России. Включает: конспекты уроков, презентации, тесты, видеоуроки и другие материалы по предметам школьной программы.	Свободный доступ
2.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог курсов и обучающих программ.	Свободный доступ
3.	<a href="https://www.intuit.ru/">https://www.intuit.ru/</a>	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить электронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организация действует как издательство, выпуская учебную литературу по курсам.	Свободный доступ



## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1.	<a href="http://www.school.edu.ru">www.school.edu.ru</a>	Российский общеобразовательный портал	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.
3.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) - Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
4.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
5.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
6.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- Libre Office и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестация проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.