

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Базовая кафедра менеджмента и информационных технологий**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА**

**Б1.В.ДВ.04.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**09.03.03 Прикладная информатика**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Прикладная информатика в экономике**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	4
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	7
4.3 Лабораторные работы.....	35
4.4 Семинары / практические занятия.....	35
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	35
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>36</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>37</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>37</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>38</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>39</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ .....	39
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>48</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>48</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>49</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>54</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>55</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой, аналитической деятельности.

## Цель дисциплины

Теоретическая и практическая подготовка в области общенаучных исследований количественной стороны массовых социально-экономических процессов средствами математического и статистического анализа.

## Задачи дисциплины

Умение обучающимися использовать навыки моделирования различных процессов в хозяйственной деятельности и принимать на их основе грамотные управленческие решения.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОК-3	способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности.	<p><b>знать:</b> методы решения задач микро- и макроэкономического моделирования потребления и производства;</p> <p><b>уметь:</b> применять методы математического моделирования и математической статистики;</p> <p><b>владеть:</b> навыками в получении и обработке информации, необходимой для математически-статистического моделирования исследуемой системы, и использовании моделей для подготовки и принятия соответствующих управленческих решений</p>
ОПК-2	способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	<p><b>знать:</b> - определения, теоремы, подходы к решению задач из основных разделов математического моделирования и математической статистики; – теоретические основы системного анализа, математического моделирования систем и процессов; – пути обеспечения устойчивости функционирования информационных систем;</p> <p><b>уметь:</b> - решать задачи математического моделирования социально-экономических систем; - прогнозировать возникновение и развитие негативных воздействий и оценивать их последствия;</p> <p><b>владеть:</b> - навыками математического моделирования экономических процессов; - принципами построения моделей систем и процессов</p>
ПК-23	способностью применять системный подход и	<b>знать:</b> системный подход и математические методы в

	математические методы в формализации решения прикладных задач	формализации решения прикладных задач; <b>уметь:</b> применять системный подход в формализации решения прикладных задач; <b>владеть:</b> навыками системного подхода и математическими методами в формализации решения прикладных задач
--	---	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Математическая экономика относится к дисциплине по выбору.

Дисциплина Математическая экономика базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: дискретная математика, математика, информатика и программирование.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Математическая экономика представляет основу для изучения дисциплины: Математическое и имитационное моделирование.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоёмкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	17	34	-	57	-	Зачет
Заочная	1	-	108	13	4	-	9	91	-	Зачет
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

Вид учебных занятий	Трудоёмкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	51	12	51
Лекции (Лк)	17	6	17

Лабораторные работы (ЛР)	34	6	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+		
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	30	-	30
Подготовка к зачету в течение семестра	27	-	27
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час. зач. ед.	108	-	108
	3	-	3

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Предмет и основные задачи курса</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
1.1.	Цель и задачи курса. Модель. Экономико-математическая модель: свойства и основные элементы. Основные этапы и предпосылки экономико-математического моделирования производства и потребления	11	1	-	10
1.2	Состав экономико-математических методов. Классификация моделей математической экономики	11	1	-	10
<b>2.</b>	<b>Модели потребления</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>20</b>
2.1.	Пространство товаров, цены. Бюджетное множество. Система предпочтений индивидуального потребителя. Определения и свойства функции полезности	11	1	-	10
2.2	Товары-заменители, предельные нормы замещения. Постановка задачи оптимизации выбора потребителя	6	1	-	5
2.3	Точка спроса и ее характеристика. Функция спроса.	6	1	-	5
<b>3.</b>	<b>Производственные функции</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
3.1	Общая характеристика и классификационные свойства производственных функций.	12	1	8	3

	Взаимодополняемость и взаимозаменяемость ресурсов				
3.2	Числовые характеристики производственных функций. Формальные свойства производственных функций. Графическая интерпретация основных свойств производственных функций	13	2	8	3
<b>4.</b>	<b>Линейные модели экономических систем</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>5</b>
4.1	Линейная модель. Планирование выпуска продукции с применением компьютерных программ	16	3	8	5
<b>5.</b>	<b>Игровые модели</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
5.1	Основные понятия теории игр и принятия решений. Виды игровых моделей. Бескоалиционные игры двух игроков и нескольких лиц	9	2	6	1
5.2	Ситуация равновесия в смешанных стратегиях. Теорема Нэша	4	1	2	1
5.3	Статистические критерии принятия решений в условиях неопределенности.	9	3	2	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>57</b>

- для заочной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
<b>1.</b>	<b>Предмет и основные задачи курса</b>	<b>5</b>	-	-	<b>5</b>
1.1.	Цель и задачи курса. Модель. Экономико-математическая модель: свойства и основные элементы.	5	-	-	5
<b>2.</b>	<b>Модели потребления</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	-	<b>5</b>
2.1.	Пространство товаров, цены. Определения и свойства функции полезности	2,5	0,5	-	2
2.2	Постановка задачи оптимизации выбора потребителя	3,5	0,5	-	3
<b>3.</b>	<b>Производственные функции</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>25</b>

3.1	Общая характеристика и классификационные свойства производственных функций. Взаимодополняемость и взаимозаменяемость ресурсов	10,5	0,5	-	10
3.2	Числовые характеристики производственных функций. Формальные свойства производственных функций. Графическая интерпретация основных свойств производственных функций	18,5	0,5	3	15
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>Линейные модели экономических систем</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>
4.1	Линейная модель. Планирование выпуска продукции с применением компьютерных программ	15	1	3	11
<b>5.</b>	<b>Игровые модели</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>45</b>
5.1	Основные понятия теории игр и принятия решений. Виды игровых моделей. Бескоалиционные игры двух игроков и нескольких лиц	25,5	0,5	-	25
5.2	Ситуация равновесия в смешанных стратегиях. Статистические критерии принятия решений в условиях неопределенности.	23,5	0,5	3	20
	<b>ИТОГО</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>91</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

<i>№ раздела и темы</i>	<i>Наименование раздела и темы дисциплины</i>	<i>Содержание лекционных занятий</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Предмет и основные задачи курса</b>		
1.1.	Цель и задачи курса. Модель. Экономико-математическая модель: свойства и основные элементы. Основные этапы и предпосылки экономико-математического моделирования производства и потребления	Под <b>моделированием</b> понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Главная особенность моделирования в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфические формы использования абстракций, аналогий, гипотез, других категорий и методов познания.	-

		<p>Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств.</p> <p>Моделирование является неотъемлемым этапом любой целенаправленной деятельности, т.к. моделью являются: цель как образ желаемого будущего, на реализацию которой направлена деятельность; и алгоритм (план), по которому она осуществляется.</p> <p>Изучение математики в экономике позволяет решить следующие задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выделить и формально описать наиболее существенные экономические взаимосвязи;</li> <li>– на основе четко сформулированных исходных данных методами дедукции получить выводы, адекватные изучаемому объекту;</li> <li>– индуктивным путём получать новые знания об объекте;</li> <li>– точно и компактно формулировать основные понятия экономической теории.</li> </ul> <p>Преимущества моделирования состоят в том, что появляется возможность сравнительно простыми средствами изучать свойства системы, изменять ее параметры, вводить целевые и ресурсные характеристики внешней среды.</p> <p>Рассмотрим основные аспекты применения математических методов в решении практических проблем.</p> <p>1. Совершенствование системы экономической информации. Математические методы позволяют упорядочить систему экономической информации, выявлять недостатки в имеющейся информации и выработать требования для подготовки новой информации или ее корректировки. Разработка и применение экономико-математических моделей указывают пути совершенствования экономической информации, ориентированной на решение определенной системы задач планирования и управления. Прогресс в информационном обеспечении планирования и управления опирается на бурно развивающиеся технические и программные средства информатики.</p> <p>2. Интенсификация и повышение точности экономических расчетов. Формализация экономических задач и применение ЭВМ многократно ускоряют типовые, массовые расчеты, повышают точность, сокращают трудоемкость, позволяют проводить многовариантные экономические обоснования сложных мероприятий, недоступные при господстве "ручной" технологии.</p>	
--	--	---	--



		<p>3. Углубление количественного анализа экономических проблем. Благодаря применению метода моделирования значительно усиливаются возможности конкретного количественного анализа, изучения многих факторов, оказывающих влияние на экономические процессы, количественная оценка последствий изменения условий развития экономических объектов и т.п.</p> <p>4. Решение принципиально новых экономических задач. Посредством математического моделирования удается решать такие экономические задачи, которые иными средствами решить практически невозможно, например: нахождение оптимального варианта народнохозяйственного плана, имитация народнохозяйственных мероприятий, автоматизация контроля за функционированием сложных экономических объектов.</p> <p>Сфера практического применения метода моделирования ограничивается возможностями и эффективностью формализации экономических проблем и ситуаций, а также состоянием информационного, математического, технического обеспечения используемых моделей.</p> <p>В соответствии с современными научными представлениями системы разработки и принятия хозяйственных решений должны сочетать формальные и неформальные методы, взаимосоусиливающие и взаимодополняющие друг друга. Формальные методы являются, прежде всего, средством научно обоснованной подготовки материала для действий человека в процессах управления. Это позволяет продуктивно использовать опыт и интуицию человека, его способности решать плохо формализуемые задачи.</p> <p>Термин "модель" широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений.</p> <p><b>Модель</b> – это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект-оригинал, воспроизводя при этом его наиболее существенные для исследователя свойства таким образом, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале. Из определения модели вытекают ее основные свойства: упрощенность, приближенность и конечность.</p> <p>Процесс построения, изучения и применения модели называется <b>моделированием</b>.</p> <p><b>Экономико-математическая модель (ЭММ)</b> – выражение, состоящее из совокупности</p>	
--	--	---	--

взаимосвязанных математическими зависимостями величин и факторов, все или часть которых имеют экономический смысл.

Элементы ЭММ:

– **параметры:** если они изменяются в процессе функционирования системы, то они являются переменными. Различают переменные состояние и переменные управления;

– **характеристики:** интересующие исследователя конечные результаты функционирования системы и выходные характеристики внешней среды.

Данные элементы представлены на рисунке 1

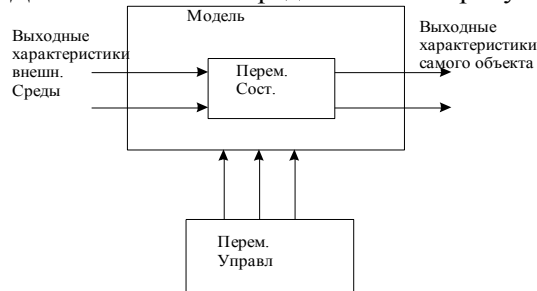


Рисунок 1– Структура ЭММ

Для решения сложной формализованной экономической задачи приходится вводить дополнительные ограничения для её упрощения, что не всегда соответствует реальным экономическим возможностям. Только на практике возможна проверка опытными данными выводов экономической теории.

Выделим основные особенности применения метода математического моделирования в экономике.

1. Большинство объектов, изучаемых экономической наукой, может быть охарактеризовано кибернетическим понятием **сложная система**. Наиболее распространено понимание системы как совокупности элементов, находящихся во взаимодействии и образующих некоторую целостность, единство. Важным качеством любой системы является **эмерджентность** – наличие таких свойств, которые не присущи ни одному из элементов, входящих в систему. Поэтому при изучении систем недостаточно пользоваться методом их расчленения на элементы с последующим изучением этих элементов в отдельности. Одна из трудностей экономических исследований – в том, что почти не существует экономических объектов, которые можно было бы рассматривать как отдельные (внесистемные) элементы. Сложность системы определяется количеством входящих в нее элементов, связями между этими элементами, а также взаимоотношениями между системой и средой. Экономика страны обладает всеми признаками очень *сложной системы*. Она

		<p>объединяет огромное число элементов, отличается многообразием внутренних связей и связей с другими системами (природная среда, экономика других стран и т.д.). В народном хозяйстве взаимодействуют природные, технологические, социальные процессы, объективные и субъективные факторы.</p> <p>2. В экономике многие процессы являются <i>массовыми</i>; они характеризуются закономерностями, которые не обнаруживаются на основании лишь одного или нескольких наблюдений. Поэтому моделирование в экономике должно опираться на массовые наблюдения. Это предъявляет особые требования к точности и полноте первичной информации, реальным возможностям ее сбора и обработки.</p> <p>3. Другая проблема порождается <i>динамичностью</i> экономических процессов, изменчивостью их параметров и структурных отношений. Вследствие этого экономические процессы приходится постоянно держать под наблюдением, необходимо иметь устойчивый поток новых данных. Поскольку наблюдения за экономическими процессами и обработка эмпирических данных обычно занимают довольно много времени, то при построении математических моделей экономики требуется корректировать исходную информацию с учетом ее запаздывания.</p> <p>4. Для методологии планирования экономики важное значение имеет понятие <i>неопределенности</i> экономического развития. В исследованиях по экономическому прогнозированию и планированию различают два типа неопределенности: "истинную", обусловленную свойствами экономических процессов, и "информационную", связанную с неполнотой и неточностью имеющейся информации об этих процессах. Истинную неопределенность нельзя смешивать с объективным существованием различных вариантов экономического развития и возможностью сознательного выбора среди них эффективных вариантов. Речь идет о принципиальной невозможности точного выбора единственного (оптимального) варианта. В развитии экономики неопределенность вызывается двумя основными причинами. Во-первых, ход планируемых и управляемых процессов, а также внешние воздействия на эти процессы не могут быть точно предсказуемы из-за действия случайных факторов и ограниченности человеческого познания в каждый момент. Во-вторых, общегосударственное планирование и управление не только не всеобъемлющи, но и не всеильны, а наличие множества самостоятельных экономических субъектов с</p>	
--	--	--	--

		<p>особыми интересами не позволяет точно предвидеть результаты их взаимодействий. Неполнота и неточность информации об объективных процессах и экономическом поведении усиливают истинную неопределенность.</p> <p>Сложность экономических процессов и явлений и другие отмеченные выше особенности экономических систем затрудняют не только построение математических моделей, но и проверку их <b>адекватности</b>, истинности получаемых результатов, которые определяются как соответствие модели реальному объекту или процессу по наиболее существенным признакам.</p> <p>Процесс моделирования включает три элемента:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– субъект (исследователь);</li> <li>– объект исследования;</li> <li>– модель, опосредствующую отношения познающего субъекта и познаваемого объекта.</li> </ul> <p>На <i>первом этапе</i> моделирования проводится анализ реального объекта как сложной системы, т.е. изучается его структура (элементы и связи), определяются «входы» и «выходы» (соответственно, воздействия внешней среды на систему и системы на внешнюю среду), цель функционирования или развития, ограничения.</p> <p>На <i>втором этапе</i> процесса моделирования модель выступает как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение "модельных" экспериментов, при проведении которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о ее "поведении". Конечным результатом этого этапа является множество знаний о модели.</p> <p>На <i>третьем этапе</i> осуществляется перенос знаний с модели на оригинал – формирование множества знаний об объекте. Этот процесс переноса знаний проводится по определенным правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с учетом тех свойств объекта-оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели.</p> <p><i>Четвертый этап</i> – практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им. Моделирование – не единственный источник знаний об объекте, а является всего лишь составной частью общего процесса познания.</p> <p>Моделирование – циклический процесс. Это означает, что за первым четырехэтапным</p>	
--	--	---	--

		циклом может последовать второй, третий и т.д. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется.	
1.2	Состав экономико-математических методов. Классификация моделей математической экономики	<p><b>Группа 0.</b> Принципы экономико-математических методов: теория экономико-математического моделирования, включая экономико-статистическое моделирование; теория оптимизации экономических процессов.</p> <p><b>Группа 1.</b> Математическая статистика (ее экономические приложения): выборочный метод; дисперсионный анализ; корреляционный анализ; регрессионный анализ; многомерный статистический анализ; факторный анализ; теория индексов и др.</p> <p><b>Группа 2.</b> Математическая экономика и эконометрия: теория экономического роста (модели макроэкономической динамики); теория производственных функций; межотраслевые балансы; национальные счета; интегрированные материально-финансовые балансы; анализ спроса и потребления; региональный и пространственный анализ; глобальное моделирование и др.</p> <p><b>Группа 3.</b> Методы принятия оптимальных решений, включая исследование операций: математическое программирование (линейное, нелинейное, динамическое, стохастическое, дискретное, блочное, параметрическое, дробно-линейное, геометрическое); методы ветвей и границ; сетевые методы планирования и управления; программно-целевые методы планирования и управления; теория игр и принятие решений; теория управления запасами, теория расписаний; теория массового обслуживания и др.</p> <p><b>Группа 4.</b> Методы экспериментального изучения экономических объектов: имитационное моделирование, деловые игры; математические методы анализа и планирования экономических экспериментов.</p> <p><b>Группа 5.</b> Экономическая кибернетика: системный анализ экономики; теория экономической информации, включая экономическую семиотику; теория управляющих систем, включая теорию информационных систем управления.</p> <p>Одну и ту же экономическую систему можно описать различными типами моделей. Например, транспортную сеть некоторого района можно промоделировать электрической схемой, гидравлической системой, математической моделью с использованием аппарата теории графов. Независимо от вида модели, она должна на основе информации и текущем состоянии системы обеспечить возможность определения будущего состояния. Состояния системы при этом понимается как определенная совокупность параметров, характеризующих функционирование системы,</p>	

которая однозначно определяет ее последующее изменение.

**По способу отражения действительности** системы разделяют на *функциональные*, которые описывают поведение системы безотносительно её внутренней структуры, и *структурные*, учитывающие структуру (элементы и связи) системы, а также включают промежуточные формы (*структурно-функциональные*). Один и тот же объект может описываться одновременно и структурой, и функциональной моделью. Так, например, для планирования отдельной отраслевой системы используется структурная модель, а на народнохозяйственном уровне каждая отрасль может быть представлена функциональной моделью. В исследованиях на народнохозяйственном уровне чаще применяются структурные модели, поскольку для планирования и управления большое значение имеют взаимосвязи подсистем. Типичными структурными моделями являются модели межотраслевых связей. Функциональные модели широко применяются в экономическом регулировании, когда на поведение объекта ("выход") воздействуют путем изменения "входа". Примером может служить модель поведения потребителей в условиях товарно-денежных отношений.

Если на переменные модели накладывается условие **целочисленности**, то они являются *дискретными*, иначе – *непрерывными*. К классу дискретных, в частности, задача о назначениях.

**По способу описания** различают вербальные, концептуальные и математические модели. *Вербальные* модели – это наиболее общее, содержательное (словесное) описание системы на основе установления неформализованных структурных элементов и связей между ними. *Концептуальные* модели описывают в общем виде преобразование информации в системе и процесс ее циркуляции по каналам связи. Формально преобразования характеризуются операторами или абстрактными функциями. *Математические* модели содержат конкретное описание законов преобразования информации в виде логических, дифференциальных, интегральных, разностных соотношений или конечных алгоритмов.

**По природе используемых элементов** различают модели реальные и идеальные. *Реальные* (физические) представлены аналоговыми, электрическими и графическими моделями, чертежами, фотографиями), а *идеальные* – математическими моделями.

**По целевому назначению** экономико-математические модели делятся на *теоретико-аналитические*, используемые в исследованиях общих свойств и

закономерностей экономических процессов, и *прикладные*, применяемые в решении конкретных экономических задач (модели экономического анализа, прогнозирования, управления).

Экономико-математические модели могут предназначаться для исследования разных сторон народного хозяйства (в частности, его производственно-технологической, социальной, территориальной структур) и его отдельных частей. При классификации моделей **по исследуемым экономическим процессам и содержательной проблематике** можно выделить *модели народного хозяйства в целом и его подсистем* – отраслей, регионов и т.д., *комплексы моделей производства, потребления, формирования и распределения доходов, трудовых ресурсов, ценообразования, финансовых связей* и т.д.

**По предназначению** модели разделяют на *дескриптивные* и *нормативные*. Дескриптивные модели отвечают на вопрос: как это происходит? или как это вероятнее всего может дальше развиваться?, т.е. они только объясняют наблюдаемые факты, или дают вероятный прогноз. Нормативные модели отвечают на вопрос: как это должно быть? т.е. предполагают целенаправленную деятельность. Типичным примером нормативных моделей являются модели оптимального планирования, формализующие тем или иным способом цели экономического развития, возможности и средства их достижения.

**По характеру отражения причинно-следственных связей** различают модели жестко *детерминированные* и *стохастические*, учитывающие случайность и неопределенность. Необходимо различать неопределенность, описываемую вероятностными законами, и неопределенность, для описания которой законы теории вероятностей неприменимы. Второй тип неопределенности гораздо более сложен для моделирования.

**По способам отражения фактора времени** экономико-математические модели делятся на *статические* и *динамические*. В статических моделях все зависимости относятся к одному моменту или периоду времени. Динамические модели характеризуют изменения экономических процессов во времени. По длительности рассматриваемого периода времени различаются модели краткосрочного (до года), среднесрочного (до 5 лет), долгосрочного (10-15 и более лет) прогнозирования и планирования. Само время в экономико-математических моделях может изменяться либо непрерывно, либо дискретно.

Модели экономических процессов

		<p>чрезвычайно разнообразны по <b>форме математических зависимостей</b>. Особенно важно выделить класс <i>линейных</i> моделей, наиболее удобных для анализа и вычислений и получивших вследствие этого большое распространение. Различия между линейными и <i>нелинейными</i> моделями существенны не только с математической точки зрения, но и в теоретико-экономическом отношении, поскольку многие зависимости в экономике носят принципиально нелинейный характер: эффективность использования ресурсов при увеличении производства, изменение спроса и потребления населения при увеличении производства, изменение спроса и потребления населения при росте доходов и т.п.</p> <p><b>По соотношению экзогенных(внешних) и эндогенных (внутренних) переменных</b>, включаемых в модель, они могут разделяться на <i>открытые</i> и <i>закрытые</i>. Полностью открытых моделей не существует; модель должна содержать хотя бы одну эндогенную переменную. Полностью закрытые экономико-математические модели, т.е. не включающие экзогенных переменных, исключительно редки; их построение требует полного абстрагирования от "среды", т.е. серьезного огрубления реальных экономических систем, всегда имеющих внешние связи. Подавляющее большинство экономико-математических моделей занимает промежуточное положение и различаются по степени открытости (закрытости).</p> <p>Для моделей народнохозяйственного уровня важно деление на <i>агрегированные</i> и <i>детализированные</i>. В зависимости от того, включают ли народнохозяйственные модели <b>пространственные факторы и условия</b> или не включают, различают модели <i>пространственные</i> и <i>точечные</i>.</p>	
2.	<b>Модели потребления</b>		
2.1.	<p>Пространство товаров, цены. Бюджетное множество. Система предпочтений индивида-потребителя. Определения и свойства функции полезности</p>	<p>Под отдельным <b>потребителем</b> понимается не обязательно физическое лицо, а любой участник экономики, действующий единым образом, с единой позиции, имеющий единую цель. Будем считать, что поведение потребителя полностью описывается следующей <b>аксиомой индивида-потребителя</b>: каждый индивид-потребитель принимает решения о потреблении, покупках и т.п. исключительно исходя из своей системы предпочтений.</p> <p>Под <b>товаром</b> понимается некоторое благо или услуга, поступившие в продажу в определенное время и в определенном месте.</p> <p>Будем считать, что имеется <math>n</math> различных товаров, количество <math>i</math>-го товара обозначается <math>x_i</math>; тогда некоторый <b>набор товаров</b> обозначается как <math>n</math>-мерный вектор</p> $X = (x_1, \dots, x_n),$	



		<p>где <math>x_i \geq 0</math> для любого <math>i = 1, \dots, n</math>.</p> <p>Множество всех наборов товаров называется <b>пространством товаров</b> <math>C</math>. Это множество называется пространством потому, что в нем можно сложить любые два набора и умножить любой набор товаров на любое неотрицательное число. Возможность умножения набора товаров на любое неотрицательное число отражает предположение о безграничной делимости и умножений товаров.</p> <p>Пространство товаров <math>C</math> представляет собой часть арифметического линейного пространства <math>R^n</math>, так называемый неотрицательный октант <math>C = \{X \in R^n : X \geq 0\}</math>. Поэтому при работе с пространством товаров можно использовать структуру линейного пространства (соблюдая некоторые естественные ограничения). Так, для любого <math>X \in C</math> подмножество <math>L_x = \{\lambda X : 0 \leq \lambda\}</math> называется <i>лучом</i>, проходящим через <math>X</math>, для любых двух точек <math>X, Y</math>. Любая точка <math>\alpha X + \beta Y \in C</math> называется их <i>линейной комбинацией</i>, а множество <math>[X, Y] = \{\alpha X + \beta Y : \alpha, \beta \geq 0, \alpha + \beta = 1\}</math> называется <i>отрезком</i>, соединяющим <math>X</math> и <math>Y</math>. Подмножество <math>W \subseteq C</math> является выпуклым, если вместе с любыми <math>X, Y \in W</math> весь соединяющий их отрезок лежит в <math>W</math>.</p> <p>Предполагается, что каждый товар имеет цену, т.к. каждый товар должен быть желателен для участников экономики и должен обладать определенной потребительской полезностью. Все цены строго положительны. Пусть цена единицы <math>i</math>-го товара есть <math>p_i</math>, тогда <math>P = (p_1, \dots, p_n)</math> представляет собой вектор-строку цен.</p> <p>Для набора товаров <math>X</math> и вектора цен <math>P</math> их скалярное произведение <math>PX = p_1 x_1 + \dots + p_n x_n</math> есть число, называемое <b>ценой набора</b> <math>X</math> или его <b>стоимостью</b>, обозначается <math>C(X)</math>.</p> <p>Пусть вектор цен есть <math>P</math>. Зафиксируем какую-нибудь денежную сумму <math>Q</math> и назовем ее <b>доходом</b>.</p> <p>Множество наборов товаров стоимости не более <math>Q</math> при данных ценах <math>P</math> называется <b>бюджетным множеством</b> <math>B</math>; множество наборов товаров стоимости ровно <math>Q</math> называется <b>границей</b> <math>G</math> <b>этого бюджетного множества</b>. Бюджетное множество и его граница зависят от цен и дохода, поэтому их можно определить как следующие функции:</p> $B(P, Q) = \{(x_1, \dots, x_n) : x_1, \dots, x_n \geq 0, p_1 x_1 + \dots + p_n x_n \leq Q\}$ $G(P, Q) = \{(x_1, \dots, x_n) : x_1, \dots, x_n \geq 0, p_1 x_1 + \dots + p_n x_n = Q\}$ <p>или с помощью векторных неравенств и</p>	
--	--	---	--

		<p style="text-align: center;">равенств как</p> $B(P, Q) = \{X : X \geq 0, PX \leq Q\}, G(P, Q) = \{X : X \geq 0, PX = Q\}$ <p>Проблема рационального поведения потребителя заключается в решении вопроса о том, какие количества товаров или услуг он хочет и может приобрести при заданных ценах и его доходе.</p> <p>Выше была сформулирована аксиома потребителя, полностью описывающая его поведение в вопросах потребления. Эта аксиома чрезвычайно упрощает анализ поведения потребителя.</p> <p>Выбор потребителем некоторого набора товаров во многом зависит от его вкусов, желаний. Потребитель различает наборы товаров, предпочитая один набор товаров другому.</p> <p>В качестве аксиом, выражающих фундаментальные свойства системы предпочтений, принимаются следующие положения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– отношение слабого предпочтения рефлексивно, транзитивно и совершенно;</li> <li>– отношение равноценности рефлексивно, симметрично и транзитивно;</li> <li>– отношение предпочтения транзитивно.</li> </ul> <p>Рефлексивность означает, что любой набор товаров равноценен сам себе. А совершенность означает, что индивид в состоянии сравнить по привлекательности любые два набора товаров. Выпуклость означает, что лучше иметь комбинацию товаров, пусть в меньших количествах, чем просто только какой-то один из этих товаров. Свойство транзитивности, которым обладают отношения предпочтения и слабого предпочтения, может повлечь за собой необходимую переоценку привлекательности тех или иных наборов товаров, если предположить их нетранзитивность.</p> <p>Отношение равноценности рефлексивно, симметрично и транзитивно. Любое отношение, обладающее этими тремя свойствами, называется <b>эквивалентностью</b>. Любая эквивалентность на множестве товаров разбивает это множество на непересекающиеся подмножества, называемые <b>классами эквивалентности (безразличия)</b>. В случае двух или трех товаров эти классы называются <b>линиями</b>, или <b>поверхностями равноценности (или безразличия)</b>. Каждый отдельный класс равноценности состоит из наборов товаров, одинаково привлекательных для потребителя. При этом каждый набор из пространства товаров попадает в какой-нибудь из классов равноценности, именно в тот, где собраны наборы, одинаково ценные с ним (для данного индивида)</p> <p>Типичная картина для двух видов товаров показана на рисунке 4, где <math>K_x, K_y</math> – классы</p>	
--	--	---	--

		<p>равноценности наборов <math>X, Y</math> соответственно; стрелка – указатель направления предпочтения; заштрихованное поле – множество предпочтительности <math>P_y</math>.</p> <p>Система предпочтений индивида указывает, какой из двух наборов предпочтительнее для него. Во многих случаях, однако, весьма желательно и удобно оценивать привлекательность набора товаров количественно, т.е. приписать каждому набору <math>X</math> из пространства товаров <math>C</math> какое-то число <math>u(X)</math>. Получается функция <math>u: C \rightarrow R</math>. Главное требование к такой функции, чтобы она отражала отношение (слабого) предпочтения на <math>C</math>.</p> <p>Такая функция называется <b>функцией полезности</b>, которая постоянна на каждом классе равноценности, и «пересчитывает» классы равноценности в сторону все большего предпочтения наборов товаров. Если на систему предпочтений не накладывать никаких ограничений, кроме уже рассмотренных ранее, то функции полезности может и не существовать.</p> <p>Сформулируем условия, при которых существует функция полезности</p> <p><b>Теорема</b> [Дебре, 1954]. Если система предпочтений непрерывна, то существует непрерывная функция полезности. Функция полезности, если она существует, не определяется единственным образом.</p> <p>Основные свойства функции полезности вытекают из ее связи и подчиненности системе предпочтений.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функция полезности является <i>неубывающей</i>, т.е. <math>X \leq Y</math> влечет <math>u(X) \leq u(Y)</math>, а если <math>X \neq Y</math>, то <math>u(X) &lt; u(Y)</math>.</li> <li>2. Предполагается, что она <i>дифференцируема</i>, тогда частная производная <math>\partial u / \partial x_i (X)</math> называется <b>предельной полезностью</b> <math>i</math>-го товара в точке <math>X</math>.</li> <li>3. Величина <math>\partial u / \partial x_i (X) &gt; 0</math> для любого <math>i=1, \dots, n</math>, т.е. предельная полезность каждого товара положительна. Это с точки зрения экономики означает, что, если даже потребитель имеет набор <math>X</math>, все равно он желает еще приобрести <math>i</math>-й товар.</li> <li>4. Вектор, составленный из частных производных <math>(\partial u / \partial x_1, \dots, \partial u / \partial x_n)</math>, называется <b>вектором предельных полезностей</b> и обозначается <math>du/dX</math> (является также <i>градиентом</i>, который показывает направление наибольшего роста значений функции и равный ее производной в этом направлении).</li> <li>5. Выпуклости системы предпочтений соответствует <b>вогнутость</b> функции полезности, т.е.</li> </ol>	
--	--	---	--

		<p><math>u(\lambda X + (1 - \lambda)Y) \geq \lambda u(X) + (1 - \lambda)u(Y)</math></p> <p>Свойство выпуклости системы предпочтений часто усиливают до строгой выпуклости: <i>если</i> <math>X \prec Y, X \prec Z, 0 &lt; \lambda &lt; 1</math>, то <math>X \prec \lambda Y + (1 - \lambda)Z</math>.</p> <p>Этому соответствует строгая вогнутость функции полезности <math>u(\lambda X + (1 - \lambda)Y) &gt; \lambda u(X) + (1 - \lambda)u(Y)</math>, если <math>0 &lt; \lambda &lt; 1</math>.</p> <p>6. Для более полного использования математического аппарата от функции полезности требуют, чтобы она была дважды дифференцируема, и матрица Гессе, состоящая из вторых частных производных, была отрицательно определена в любой точке.</p> $\partial^2 u / \partial X^2 = \begin{pmatrix} \partial^2 u / \partial x_1^2 & \partial^2 u / \partial x_1 \partial x_2 & \dots & \partial^2 u / \partial x_1 \partial x_n \\ \partial^2 u / \partial x_2 \partial x_1 & \partial^2 u / \partial x_2^2 & \dots & \partial^2 u / \partial x_2 \partial x_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \partial^2 u / \partial x_n \partial x_1 & \partial^2 u / \partial x_n \partial x_2 & \dots & \partial^2 u / \partial x_n^2 \end{pmatrix}$ <p>Это предположение более сильное, чем строгая вогнутость.</p> <p>Из отрицательной определенности матрицы Гессе вытекает также, что <math>\partial^2 u / \partial x_i^2 &lt; 0</math> для любого <math>i=1, \dots, n</math>, т.е. предельная полезность любого товара уменьшается по мере увеличения его потребления. Это утверждение называется <b>первым законом Госсена</b>.</p> <p>Приведем несколько видов функций полезности, соответствующих принятым допущениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- неоклассическая</li> </ul> $u(x_1, x_2) = x_1^\alpha x_2^\beta, \text{ где } \alpha, \beta > 0, \alpha + \beta < 1;$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- квадратическая</li> </ul> $u(X) = \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij} x_i x_j,$ <p>где матрица <math>B = (b_{ij})</math> отрицательно определена и <math>a_i + \sum_{j=1}^n b_{ij} x_j &gt; 0</math> для <math>j = 1, \dots, n</math>;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- логарифмическая</li> </ul> $u(X) = \sum_{j=1}^n a_j \log(x_j - b_j),$ <p>где <math>a_j &gt; 0</math> и <math>x_j &gt; b_j \geq 0</math> для <math>j = 1, \dots, n</math> (основание логарифма должно быть больше 1);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пропорциональная</li> </ul> $u(x_1, x_2) = \min(x_1 / k_1, x_2 / k_2),$ <p>где <math>k_1, k_2 &gt; 0</math>.</p>	
2.2	Товары-заменители, предельные нормы замещения. Постановка задачи оптимизации выбора потребителя	Рассмотрим картину, отражающую систему предпочтений индивида на наборах из двух товаров (рисунок 2). Пусть $MN$ — класс равноценности. Предположим, что у индивида есть набор $X^0 = (x_1^0; x_2^0)$ товаров. Из рисунка 2 видно, что уменьшение первого	-

товара на  $\Delta x_1$  можно компенсировать увеличением второго товара на величину  $\Delta x_2$ . Компенсация означает, что набор  $X' = (x_1^0 + \Delta x_1, x_2^0 + \Delta x_2)$  имеет ту же ценность, что и набор  $X^0$ , т.е. обе точки находятся в одном классе равноценности.

Отношение  $|\Delta x_2 / \Delta x_1|$  показывает, сколько единиц второго товара добавочно могут компенсировать уменьшение первого товара на единицу. Поскольку  $\Delta x_1 < 0, \Delta x_2 > 0$ , то без знака абсолютной величины отношение можно записать так:  $-\Delta x_2 / \Delta x_1$ . Если в этом отношении перейти к пределу, то получим предельную норму замещения первого товара вторым. В общем

виде  $\lim_{\Delta x_j \rightarrow 0} (-\Delta x_k / \Delta x_j)$  называется

**предельной нормой замещения  $j$ -го товара  $k$ -м** и обозначается  $M_j^k$ .

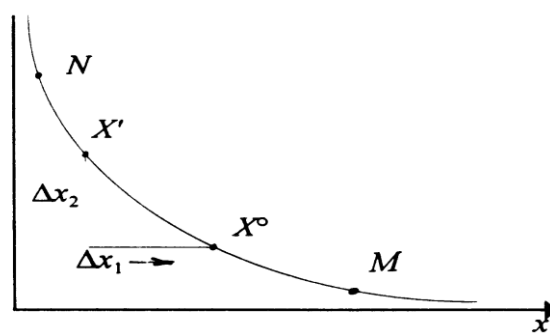


Рисунок 2 – Изменение потребления товаров

Предельную норму замещения можно найти и через функцию полезности. Так как при передвижении в одном классе равноценности полезность остается постоянной, то

$$\partial u = (\partial u / \partial x_j) dx_j + (\partial u / \partial x_k) dx_k = 0,$$

следовательно,

$$M_j^k = -dx_k / dx_j = (\partial u / \partial x_j) / (\partial u / \partial x_k)$$

Т.е. предельная норма замещения  $j$ -го товара  $k$ -м равна отношению предельных полезностей этих товаров.

Наличие для данного товара  $x$  других товаров-заменителей  $y$ , т.е. по которым норма замещения  $M_x^y$  не столь уж пренебрежительно мала, очень существенно: если у товара  $x$  есть товары-заменители, то при повышении цены на него потребитель уменьшит его потребление и увеличит потребление товаров-заменителей. В случае отсутствия равноценных заменителей может произойти уменьшение потребления исходного

		<p>товара.</p> <p><b>Эластичность</b> (или <b>коэффициент замещения</b> товара <math>x</math> товаром <math>y</math> определится как</p> $E_x^y = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} (-\Delta y / y) / (\Delta x / x),$ <p>или</p> $E_x^y = M_x^y / (y / x),$ <p>т.е. один процент уменьшения товара <math>x</math> компенсируется увеличением на <math>E_x^y</math> процентов товара <math>y</math></p> <p>Потребитель, имея доход, желает его потратить с максимальной пользой. Это приводит к следующей оптимизационной задаче выбора потребителя.</p> <p>Найти набор товаров <math>X = (x_1, \dots, x_n)</math>, максимизирующий функцию полезности <math>u(x_1, \dots, x_n)</math>, при выполнении бюджетного ограничения <math>p_1 x_1 + \dots + p_n x_n \leq Q</math>. По смыслу задачи все переменные принимают неотрицательные значения, т.е. <math>x_1, \dots, x_n \geq 0</math>.</p> <p>, т.е.</p> $u(X) \rightarrow \max, X \in B(P, Q)$ <p>В теории потребления доказано, что решение задачи потребителя существует, любая точка максимума лежит на границе бюджетного множества. Поскольку <math>u(X)</math> – непрерывная функция своих аргументов, а бюджетное множество ограничено и замкнуто, то по теореме Вейерштрасса <math>u</math> достигает на <math>B(P, Q) = B</math> своего максимума, т.е. решение задачи потребителя существует. Кроме того, если <math>u</math> строго вогнута, то решение задачи потребителя единственно, т.е. существует только одна точка максимума функции полезности на бюджетном множестве.</p> <p>Предположим противное, т.е. что <math>X^*</math> – точка максимума функции <math>u</math> на <math>B</math>, но <math>X^*</math> не принадлежит границе бюджетного множества, тогда <math>PX^* &lt; Q</math>. Однако в этом случае потребитель имеет неиспользованное количество денег <math>Q - PX^*</math> и на эти деньги он может купить какой-то дополнительный набор товаров <math>Z</math>, причем в силу безграничной делимости товаров можно считать, что <math>Z &gt; 0</math>. Рассмотрим набор <math>Y = X^* + Z</math>, тогда <math>PY \leq Q</math>, т.е. <math>Y \in B</math>, В силу того, что каждый товар желателен, имеем <math>u(Y) &gt; u(X^*)</math>. Получили противоречие с тем, что <math>X^*</math> – точка максимума функции <math>u</math> на бюджетном множестве.</p>	
2.3	Точка спроса и ее характеристика. Функция спроса.	Таким образом, у потребителя даже нет выбора того, как с наибольшей пользой потратить свои деньги, так как существует единственный набор товаров, максимизирующий полезность. Эта единственная точка максимума называется <b>точкой спроса</b> , или просто <b>спросом</b>	-

**потребителя.** Будем обозначать эту точку  $X^*$ . Решением задачи выбора потребителя является **точка спроса**, которая может быть определена с использованием **метода множителей Лагранжа**.

Составим функцию Лагранжа  $L(X, \lambda) = u(X) + \lambda(Q - PX)$ , найдем частные производные и приравняем их к нулю

$$\begin{cases} \partial L / \partial X = 0, \\ \partial L / \partial \lambda = 0, \\ \partial u / \partial X - \lambda P = 0, \\ Q - PX = 0, \\ \partial u / \partial X = \lambda P, \\ X \in G. \end{cases}$$

Получаем следующий вывод: точка спроса лежит на границе бюджетного множества и характеризуется тем, что в ней вектор предельных полезностей пропорционален вектору цен (в точке спроса отношение предельной полезности товара к его цене есть величина постоянная), т.е.

$$(\partial u / \partial x_i) / p_i = \lambda^* \quad \text{для любого } i = 1, \dots, n, \quad (1)$$

или, другими словами: в точке спроса предельная норма замещения  $j$ -го товара  $i$ -м равна обратному отношению цен

$$M_j^i = (\partial u / \partial x_j) / (\partial u / \partial x_i) = p_j / p_i. \quad (2)$$

Следовательно, взаимозаменяемы такие количества товаров, которые стоят одинаково, т.е. индивиду невыгодно потреблять одно благо вместо другого, стоящего столько же, и вообще изменять структуру потребления, поскольку всякое такое изменение только ухудшит его благосостояние. В этом заключается смысл **второго закона Госсена**.

Соотношение (1) показывает, что предельная полезность товара в точке спроса, приходящаяся на одну единицу его цены, т.е. на одну денежную единицу, одна и та же для всех товаров. Другими словами, оптимальный множитель Лагранжа  $\lambda^*$ , равный отношению предельной полезности к цене, измеряется в полезности единицы любого товара, деленной на цену этого товара, что сводится к полезности на рубль. Следовательно,  $\lambda^*$  необходимо интерпретировать как **предельную полезность добавочного дохода**  $\partial u^* / \partial Q$ , которая называется иногда **предельной полезностью денег**.

Точка спроса  $X^*$  зависит от цен  $P$  и дохода  $Q$  (поскольку рассматривается данный, конкретный потребитель, то его функция

		<p>полезности считается неизменной), т.е. является функцией цен и дохода. Эта функция называется <b>функцией спроса</b>, которая является это вектор-функция своих <math>n + 1</math> аргументов: <math>n</math> цен <math>P_1, \dots, P_n</math> и дохода <math>Q</math>. Рассматривая компоненты вектора <math>X^*</math>, т.е. количества товаров <math>X_i^*</math>, можно сказать, что функция спроса — это набор <math>n</math> функций</p> $x_1^* = x_1^*(P_1, \dots, P_n, Q)$ <p style="text-align: center;">...</p> $x_n^* = x_n^*(P_1, \dots, P_n, Q)$ <p>Функции <math>x_i^* = x_i^*(P_1, \dots, P_n, Q)</math> — это обычные функции от <math>n+1</math> переменных: <math>n</math> цен <math>P_1, \dots, P_n</math> и дохода <math>Q</math>. Они называются <b>функциями спроса соответствующих товаров</b>.</p> <p>При некоторых исходных предположениях функции спроса непрерывно зависят от своих аргументов и дифференцируемы по ним, т.е., имеют все производные.</p> <p>Под производной функции спроса (вектор-функции <math>X^*</math>) понимается вектор — набор соответствующих производных от функций спроса на отдельные товары, например,</p> $\frac{\partial X^*}{\partial Q} = (\frac{\partial x_1^*}{\partial Q}, \dots, \frac{\partial x_n^*}{\partial Q})$ <p>Найденная функция спроса полностью описывает поведение потребителя.</p>	
3.	<b>Производственные функции</b>		-
3.1	Общая характеристика и классификационные свойства производственных функций. Взаимодополняемость и взаимозаменяемость ресурсов	<p><b>Производственная функция (ПФ)</b> представляет собой <b>функциональную</b> модель сферы производства, позволяющую определить значение конечного результата ее функционирования в зависимости от величины использованных ресурсов, т.е.</p> $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ <p>где <math>Y</math> — "выход" системы (валовая, товарная продукция и т.п.);</p> <p><math>X_1, X_2, \dots, X_n</math> — "вход" системы: производственные факторы (основные фонды, оборотные средства и т.п.).</p> <p>ПФ применяются для анализа влияния различных сочетаний факторов на объем выпуска в определенный момент времени (<i>статический вариант</i>), а также для анализа и прогнозирования соотношения факторов и объемов выпуска в разные моменты времени (<i>динамический вариант</i>) на различных уровнях экономики — от предприятия до народного хозяйства в целом (<i>агрегированная ПФ</i>).</p> <p>Частными случаями ПФ являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– функция выпуска, когда устанавливается зависимость объема производства продукции от наличия или потребления ресурсов;</li> <li>– функция издержек (связь объема</li> </ul>	-



		<p>продукции и издержек производства);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>функция капитальных затрат</i> (зависимость потребных капиталовложений от производственной мощности будущего предприятия) и др.</li> </ul> <p>Математически ПФ могут быть представлены в различных формах – от достаточно простых, как <i>линейная</i> зависимость результата производства от одного исследуемого фактора, до сложных систем <i>уравнений</i>, включающих <i>рекуррентные соотношения</i>, которыми связываются состояния изучаемого объекта в разные периоды времени.</p> <p><b>Взаимодополняемость</b> – способность некоторых ресурсов использоваться обязательно в комплекте в определённой фиксированной пропорции. Причём эффективность их использования определяется «узким местом», т.е. количеством того ресурса, который обеспечивает наименьший объём производства (например, детали из которых собираются готовые изделия, – взаимодополняемы). Взаимодополняемые ресурсы характеризуются <i>нулевой эластичностью замещения</i>.</p> <p><b>Взаимозаменяемость</b> – возможность использования различных ресурсов для сохранения (достижения) заданного объёма производства или для достижения <i>оптимума</i>. Возможности замещения характеризуют ПФ с точки зрения различных комбинаций затрат, порождающих одинаковые уровни выпуска продукции.</p> <p>Например, производство определенного количества зерна требует 10 рабочих и 2 т. удобрений, а при внесении в почву только тонны удобрений требуется уже 12 рабочих, чтобы получить тот же урожай. Тонна удобрений заменяется трудом двух рабочих. При этом учитывается следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при оптимальном сочетании ресурсов всякая замена ухудшает его (теорема заменяемости П. Сэмюэльсона);</li> <li>– чем дефицитнее ресурс, тем выше относительная стоимость его замены, т.е. большим количеством другого ресурса можно пожертвовать ради сохранения того же производственного результата;</li> <li>– в динамических моделях возможности взаимной замены факторов возрастают во времени.</li> </ul> <p>Различают <i>технологическую</i> и <i>экономическую</i> взаимозаменяемость. Не всякие ресурсы, взаимозаменяемые технически, позволяют производить замену с точки зрения экономической. Выделяют три типа технологического замещения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– один ресурс – разные способы использования;</li> </ul>	
--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– разные ресурсы – одно целевое назначение;</li> <li>– разное во времени использование ресурсов.</li> </ul>	
3.2	<p>Числовые характеристики производственных функций. Формальные свойства производственных функций. Графическая интерпретация основных свойств производственных функций</p>	<p>ПФ могут использоваться в экономическом анализе, т.к. на их основе могут быть рассчитаны характеристики эффективности моделируемых процессов, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>средняя эффективность</b> ресурса в точке <math>X = (X_1, X_2, \dots, X_n)</math>, характеризующая среднюю отдачу каждой единицы <math>i</math>-го ресурса (при условии использования ресурсов в количествах <math>X_1, X_2, \dots, X_n</math>) определяется как <math display="block">L_i = \frac{f(X)}{X_i};</math> </li> <li>– <b>предельная эффективность</b> (производительность), приближенно показывающая, на сколько изменится объем выпуска продукции при изменении <math>i</math>-го ресурса на единицу (при условии, что в производстве участвуют ресурсы в размерах <math>X_1, X_2, \dots, X_n</math>) составляет величину <math display="block">B_i = \frac{\partial f(X)}{\partial X_i};</math> </li> <li>– <b>предельная норма замещения</b> <math>i</math>-го ресурса <math>j</math>-ым ресурсом, характеризующая относительную эффективность поддающихся взаимной замене факторов <math display="block">H_{ij} = \frac{\partial f(X)}{\partial X_i} : \frac{\partial f(X)}{\partial X_j};</math> </li> <li>– <b>эластичность выпуска</b> по <math>i</math>-му ресурсу. Ее значение в точке <math>X_1, X_2, \dots, X_n</math> приближенно показывает, на сколько пунктов (процентов) изменится объем выпуска продукции при увеличении размера <math>i</math>-го ресурса на один пункт (процент), если в производстве участвуют ресурсы в размерах <math>X_1, X_2, \dots, X_n</math> <math display="block">E_i = \frac{\partial f(X)}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{Y};</math> </li> <li>– <b>эластичность замещения</b> ресурсов, приближенно позволяющая оценить, на сколько пунктов (процентов) должно измениться соотношение между <math>i</math>-ым и <math>j</math>-ым фактором производства, чтобы при этом предельная норма замещения ресурсов увеличилась на один пункт (процент) <math display="block">U_{ij} = \frac{\partial \left( \frac{X_i}{X_j} \right)}{\frac{X_i}{X_j}} : \frac{\partial H_{ij}}{H_{ij}}.</math> </li> </ul> <p>ПФ как формальная конструкция определена в неотрицательном октанте двумерной плоскости, в частности, двухфакторная модель определена при <math>x_1 \geq 0</math> и <math>x_2 \geq 0</math>. ПФ должна удовлетворять ряду свойств, которые для двухфакторной однородной модели можно</p>	Компьютерная презентация, 4ч.

представить и интерпретировать следующим образом.

1)  $f(0,0) = 0$  – без ресурсов нет выпуска;

2)  $f(0, x_2) = f(x_1, 0) = 0$   
– при отсутствии хотя бы одного из ресурсов нет выпуска;

3) если  $x(1) > x(0)$ , то  $f(x(1)) > f(x(0))$  – с увеличением затрат ресурсов выпуск продукции растет;

4)  $\frac{\partial f}{\partial X_i} \geq 0$  – с ростом затрат одного ресурса при неизменном количестве другого ресурса объем выпуска продукции растет;

5)  $\frac{\partial^2 f}{\partial X_i^2} \leq 0$  – ростом затрат одного (*i*-го) ресурса при неизменном количестве другого ресурса величина прироста выпуска на каждую дополнительную единицу *i*-го ресурса не увеличивается;

6)  $\frac{\partial^2 f}{\partial X_i \partial X_j} \geq 0$  – при росте одного ресурса предельная эффективность второго ресурса увеличивается.

Геометрическое место точек, в которых различные сочетания факторов производства дают одно и то же количество продукции, называется **изоквантой** или **кривой безразличия** (рисунок 3). В пространстве двух ресурсов предельная норма их замещения численно равна абсолютной величине тангенса угла между касательной к изокванте и соответствующей осью координат. Кривизна изоквант характеризует эластичность замещения факторов производства, т.е. скорость изменения предельной нормы замещения при движении вдоль изокванты – чем более выпуклы кривые к началу координат, тем меньше коэффициенты их эластичности.

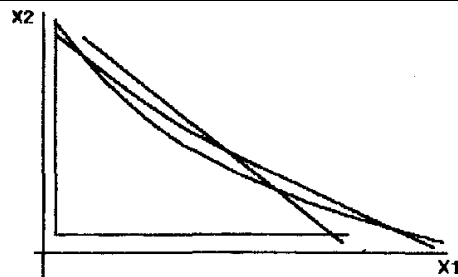


Рисунок 3– Изокванты

производственных функций

На рисунке 3 изображены изокванты двухфакторных ПФ с различными коэффициентами эластичности замены ресурсов. Две изокванты имеют положительные эластичности (более выпуклой к началу координат изокванте соответствует меньший коэффициент эластичности). Прямая линия представляет собой изокванту ПФ с бесконечной эластичностью замены ресурсов, график пропорциональной ПФ иллюстрирует возможность полного взаимодополнения ресурсов.

Среди других свойств изоквант можно выделить следующие:

- изокванты, соответствующие одной ПФ, никогда не пересекаются друг с другом;
- большему объёму выпуска продукции соответствует более удалённая от начала координат изокванта;
- если оба ресурса абсолютно необходимы для производства продукции, то изокванты не имеют точек пересечения с осями координат (последние в этом случае являются *асимптотами*);
- так как при увеличении затрат одного ресурса объём производства можно сохранить на одном и том же уровне при меньших затратах другого ресурса, то изокванты имеют отрицательный наклон, т. е. представляют из себя убывающие функции по отношению к каждой оси.

**4. Линейные модели экономических систем**

4.1 Линейная модель. Планирование выпуска продукции с применением компьютерных программ

Математическое программирование представляет собой совокупность математических методов, изучающих теорию решения задач нахождение экстремума функции (как показателя качества решения) при ограничениях в форме неравенств или уравнений.

Целевая функция – это функция, максимум или минимум которой нужно найти. Оптимальным называют решение, удовлетворяющее экстремуму функции и принадлежащее области допустимых решений, т.е. такой части плоскости, в пределах которой осуществляется поиск решений. Решение модели образуют управляемые переменные (изменяемые, внутренние), которые входят в

Компьютерная презентация, 2ч.



		<p>Примерами конфликтной ситуации являются ситуации, складывающиеся во взаимоотношениях покупателя и продавца; в условиях конкуренции различных фирм; в ходе боевых действий и др. Примерами игр являются и обычные игры: шахматы, шашки, карточные, салонные и др. (отсюда и название “теория игр” и ее терминология).</p> <p>В большинстве игр, возникающих из анализа финансово-экономических управленческих ситуаций, интересы игроков (сторон) не являются строго антагонистическими, ни абсолютно совпадающими. Покупатель и продавец согласны, что в их общих интересах договориться о купле-продаже, однако они энергично торгуются при выборе конкретной цены в пределах взаимной выгоды.</p> <p><b>Теория игр</b> - это математическая теория конфликтных ситуаций. <b>Цель теории игр</b> - выработка рекомендаций по разумному поведению участников конфликта (определение оптимальных стратегий поведения игроков).</p> <p>От реального конфликта игра отличается тем, что ведется по определенным правилам. Эти правила устанавливают последовательность ходов, объем информации каждой стороны о поведении другой и результат игры в зависимости от сложившейся ситуации. Правилами устанавливаются также конец игры, когда некоторая последовательность ходов уже сделана, и больше ходов делать не разрешается. Теория игр, как и всякая математическая модель, имеет свои ограничения. Одним из них является предположение о полной (“идеальной”) разумности противников. В реальном конфликте зачастую оптимальная стратегия состоит в том, чтобы угадать, в чем противник “глуп” и воспользоваться этой глупостью в свою пользу. Еще одним недостатком теории игр является то, что каждому из игроков должны быть известны все возможные действия (стратегии) противника, неизвестно лишь то, каким именно из них он воспользуется в данной партии. В реальном конфликте это обычно не так: перечень всех возможных стратегий противника как раз и неизвестен, а наилучшим решением в конфликтной ситуации нередко будет именно выход за пределы известных противнику стратегий, “ошарашивает” его чем-то совершенно новым, непредвиденным.</p> <p>Теория игр не включает элементов риска, неизбежно сопровождающего разумные решения в реальных конфликтах. Она определяет наиболее осторожное, “перестраховочное” поведение участников конфликта. Кроме того, в теории игр находятся оптимальные стратегии по одному показателю</p>	
--	--	---	--

		<p>(критерию). В практических ситуациях часто приходится принимать во внимание не один, а несколько числовых критериев. Стратегия, оптимальная по одному показателю, может быть неоптимальной по другим.</p> <p>Сознавая эти ограничения и потому, не придерживаясь слепо рекомендаций, даваемых теорий игр, можно все же выработать вполне приемлемую стратегию для многих реальных конфликтных ситуаций.</p> <p>В настоящее время ведутся научные исследования, направленные на расширение областей применения теории игр.</p> <p><b>Игра</b> представляет собой формализованное описание конфликтной ситуации, в которой заранее определены правила поведения ее участников (игроков). <b>Исход игры</b> – ее результат (выигрыш или проигрыш). <b>Стратегия</b> – способ использования ресурсов игроков. Цель моделирования конфликтных ситуаций заключается в выработке рекомендаций игрокам по выбору своих оптимальных стратегий.</p> <p>Различают следующие виды математических моделей принятия решений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>в условиях определенности</b> – заранее известен результат применения любой стратегии поведения, причем он единственен;</li> <li>– <b>в условиях риска</b> – известен закон распределения исходов игры <math>x</math> (<math>p(x)</math> – функция плотности вероятности);</li> <li>– <b>в условиях неопределенности</b> (<math>p(x)</math> – неизвестна, но известны все возможные значения исходов).</li> </ul> <p>В составе последней группы выделяют игровые модели и игры с «природой» (один из участников игры не оказывает активного противодействия другому).</p> <p>Игровые модели классифицируют по ряду признаков.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фактор неопределенности: <ul style="list-style-type: none"> <li>– комбинаторные (очень большое количество вариантов поведения участников);</li> <li>– стратегические (полное отсутствие информации о поведении конкурентов);</li> <li>– азартные (случайный характер поведения игроков).</li> </ul> </li> <li>2. Количество участников: <ul style="list-style-type: none"> <li>– парные;</li> <li>– множественные.</li> </ul> </li> <li>3. Характер взаимоотношений игроков (для множественных игр): <ul style="list-style-type: none"> <li>– бескоалиционные;</li> <li>– коалиционные (все коалиции заранее известны и не меняются в течение игры);</li> <li>– кооперативные (коалиции меняются в зависимости от промежуточных исходов игры).</li> </ul> </li> <li>4. Способ задания исходов игры (для парных</li> </ol>	
--	--	---	--

игр):

– матричные (одна матрица для двух игроков);

– биматричные (две матрицы соответствуют исходам игры каждого игрока).

5. Характер выигрыша:

– с нулевой суммой выигрыша (матричные игры);

– с ненулевой суммой выигрыша.

6. Количество возможных стратегий игроков:

– конечные;

– бесконечные.

Исходы матричной игры двух игроков с нулевой суммой выигрыша описываются платежной матрицей, строки которой соответствуют выигрышам игрока  $A_i$  ( $i=1, \dots, m$ ), столбцы – стратегиям игрока  $B_j$  ( $j=1, \dots, n$ ).

Матрица игры имеет следующий вид:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} j \\ \hline \end{matrix} \\ \begin{matrix} i \\ \hline \end{matrix} & \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \end{matrix},$$

где элементы  $a_{ij}$  представляют собой в общем случае функции, зависящие от сочетания стратегий игроков. Каждый элемент  $a_{ij}$  определяется расчетным путем в зависимости от сущности используемых стратегий, которые могут быть либо «чистыми», т.е. когда каждый игрок принимает решения независимо от решения другого, при этом, рекомендуемый набор стратегий не может быть улучшен и игра в этом случае считается стабильной; либо «смешанными».

Бескоалиционная игра нескольких  $r$  лиц состоит в следующем: каждый из  $r$  игроков выбирает свою чистую стратегию и выигрывает (проигрывает) определенную сумму в зависимости от того, какие чистые стратегии выбрали все игроки.

Обозначим через  $S_k$  ( $k=1, \dots, r$ ) множество всех чистых стратегий  $k$ -го игрока в бескоалиционной игре  $\Gamma$ . Вектор  $S = (S_1, \dots, S_k, \dots, S_r)$ , где  $S_k \in S_k$  называется ситуацией в игре  $\Gamma$ . Предположим, что функция  $H_k(S)$  – выигрыш  $k$ -го игрока в ситуации  $S_k \in S_k$ . Если  $H_k > 0$ , то  $k$ -тый игрок выигрывает сумму, равную  $|H_k(S)|$ . Любая бескоалиционная игра задается множеством чистых стратегий игроков и функциями выигрыша этих игроков, т.е.

$$\Gamma = \{S_1, \dots, S_k, \dots, S_r, H_1(s), \dots, H_k(s), \dots, H_r(s)\}.$$

Эта игра может быть конечной, если



		<p>множества всех чистых стратегий игроков <math>S_1, \dots, S_r</math> конечны, и <i>бесконечной</i>, если хотя бы одно из этих множеств является бесконечным. Бескоалиционная игра называется игрой с <i>постоянной суммой выигрыша</i>, если существует такое число <math>d</math>, что для всех ситуаций <math>s \in S</math> в этой игре выполняется равенство</p> $\sum_{k=1}^r H_k(s) = d.$ <p>В частности, если <math>d=0</math> то игра является игрой с <i>нулевой суммой выигрыша</i>.</p> <p>Методы решения независимо от вида стратегии основаны на критерии <b>минимакса-максимина</b>, который моделирует самую неблагоприятную обстановку для лица, принимающего решения (ЛПР).</p> <p>Результат игры в этих условиях для игрока <math>A</math> оценивается как <math>\min_j a_{ij}</math>, для игрока <math>B</math> – как <math>\max_i a_{ij}</math>. Цель игрока <math>A</math> – максимизировать свой минимально возможный выигрыш, а игрока <math>B</math> – минимизировать свой максимально возможный проигрыш. Поэтому в общем случае значение игры <math>V \in [\alpha; \beta]</math>. Причем</p> $\alpha = \max_i \min_j a_{ij},$ $\beta = \min_j \max_i a_{ij},$ <p>где <math>\alpha</math> является нижней «чистой» ценой игры, <math>\beta</math> – верхней «чистой» ценой игры.</p> <p>Если <math>\alpha = \beta = V</math>, то игра имеет «седловую точку» и должна решаться в «чистых» стратегиях.</p> <p><b>Седловая точка</b> представляет собой элемент платежной матрицы, находящийся на пересечении строки и столбца, соответствующих оптимальным стратегиям игроков.</p> <p>В случае использования игроками «смешанных» стратегий игра нестабильна и существует возможность увеличения выигрыша путем изменения набора стратегий.</p> <p>При отсутствии седловой точки следует найти среднее значение игры (математическое ожидание)</p> $V = M(a_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot x_i^o \cdot y_j^o,$	
5.2	Ситуация равновесия в смешанных стратегиях. Теорема Нэша	<p>Дана бескоалиционная игра <math>r</math> лиц</p> $\Gamma = \{S_1, \dots, S_k, \dots, S_r, H_1(s), \dots, H_k(s), \dots, H_r(s)\}.$ <p>Рассматривается некоторая ситуация <math>s = (s_1, \dots, s_{k-1}, \dots, s_k, s_{k+1}, \dots, s_r)</math>.</p> <p>Если игрок <math>k</math> вместо чистой стратегии <math>S_k</math>, будет применять чистую стратегию <math>S'_k</math>, а все остальные игроки оставят свои стратегии без</p>	-



#### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	3.	Использование производственных функций в комплексном экономическом анализе	16	Разбор конкретной ситуации, 1
2	4.	Линейное программирование	8	Разбор конкретной ситуации, 1
3	5.	Игровые модели	6	Разбор конкретной ситуации, 1
4	5.	Принятие решение в условиях неопределенности: транспортные задачи	2	Разбор конкретной ситуации, 1
5	5.	Принятие решение в условиях неопределенности: задачи о назначениях	2	Разбор конкретной ситуации, 2
<b>ИТОГО</b>			<b>34</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	2	3	4	5
1	4.	Линейное программирование	3	Разбор конкретной ситуации (2 часа)
2	5.	Транспортные задачи	3	-
3	5.	Задачи о назначениях	3	-
<b>ИТОГО</b>			<b>9</b>	<b>2</b>

#### 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<b>ОК-3</b>	<b>ОПК-2</b>	<b>ПК-23</b>				
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>1.</b> Предмет и основные задачи курса		22	+	-	-	1	22	Лк, СР	Зачет
<b>2.</b> Модели потребления		23	+	-	-	1	23	Лк, СР	Зачет
<b>3.</b> Производственные функции		25	-	+	-	1	25	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>4.</b> Линейные модели экономических систем		16	-	-	+	1	16	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>5.</b> Игровые модели		22	-	-	+	1	22	Лк, ЛР, СР	Зачет
<b>всего часов</b>		<b>108</b>	<b>45</b>	<b>25</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>108</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Боярчук, Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	<i>Наименование издания</i>	<i>Вид занятия</i>	<i>Количество экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность, (экз./ чел.)</i>
1	2	3	4	5
1.	Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.	Лк, ЛР, СР	15	0,6
<b>Дополнительная литература</b>				
2.	Боярчук, Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.	ЛР, СР	50	1,0
3.	Боярчук, Н.Я. Экономико-математические методы: методические указания по выполнению практических заданий и лабораторных работ / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2014. – 98 с.	ЛР, СР	45	1,0
4.	Колемаев, В.А. Математическая экономика: учебник для вузов / В.А. Колемаев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 399 с.;	СР	17	0,7
6.	Муращенко, Д.Д. Математические методы и моделирование в расчетах на ЭВМ: учебное пособие для вузов / Д.Д. Муращенко. – М.: МГУЛ, 2004. – Ч.2. – 295 с.	СР	10	0,4
7.	Боярчук, Н.Я. Математические методы моделирования экономических процессов: учебное пособие / Н.Я. Боярчук. – Братск: БрГУ, 2008. – 83 с.	СР	131	1,0
8.	Нуралиев, С.У. Экономика : учебник / С.У. Нуралиев, Д.С. Нуралиева. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. - 431 с. : ил. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02412-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495807">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495807</a>	Лк, СР	ЭР	1,0
9.	Кулешова, Е.В. Макроэкономическое планирование и прогнозирование : учебное пособие / Е.В. Кулешова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2013. - 178 с. : ил. - Библиогр.: с.167 - ISBN 978-5-4332-0080-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480537">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480537</a>	Лк, СР	ЭР	1,0
10.	Сорокин, А.В. Общая экономика: бакалавриат, магистратура, аспирантура : учебник / А.В. Сорокин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 640 с. : ил.,схем., табл. - ISBN 978-5-4475-6597-8 ; То же	Лк, СР	ЭР	1,0

	[Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437304">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437304</a>			
11.	Кундышева, Е.С. Математические методы и модели в экономике : учебник / Е.С. Кундышева ; под науч. ред. Б.А. Сулакова. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 286 с. : табл., граф., схем. - (Учебные издания для бакалавров). - ISBN 978-5-394-02488-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450755">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450755</a>	СР	ЭР	1,0
12.	Шапкин, А.С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. - 398 с. : табл., схем., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-02736-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=452649">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=452649</a>	СР	ЭР	1,0
13.	Шандра, И.Г. Математическая экономика : учебник / И.Г. Шандра. - Москва : Прометей, 2018. - 176 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-907003-04-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494930">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494930</a>	Лк, СР	ЭР	1,0
14.	Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2018. - 186 с. : ил. - (Учебные издания для бакалавров). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-394-01575-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496107">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496107</a>	Лк, СР	ЭР	1,0

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания раскрывают рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (проработка лекционного материала), выполнению лабораторных работ (оформление отчетов), по применению изучаемого материала для выполнения заданий по самостоятельной работе.

Методические указания содержат рекомендации по работе с рекомендуемой литературой, информационными ресурсами и др.

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

#### Лабораторная работа №1

##### **Использование производственных функций в комплексном экономическом анализе**

**(1 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов расчета основных числовых характеристик производственных функций.

Задание: таблицы с исходными данными представлены в прил.А. методических указаний по выполнению лабораторных работ. По результатам расчетов (представленных с точностью до трех десятичных знаков) сделать соответствующие выводы. Построить две изокванты по каждой ПФ, варианты которых даются преподавателем. Далее представлены задания конкретно для каждого варианта. На основе ПФ рассчитать показатели объемов производства товарной продукции, средней эффективности (фондоотдачи и производительности труда), предельной эффективности ресурсов, предельной нормы замещения ресурсов, эластичности выпуска. Провести сравнительный анализ совокупного использования ресурсов.

В заданиях предусмотрены следующие обозначения:

$Y$  – объем выпуска товарной продукции, тыс.руб.;

$x_1$  – среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.;

$x_2$  – среднесписочная численность работающих, тыс. человек;

$x_3$  – среднегодовые остатки оборотных средств, тыс. руб.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel путем построения соответствующих таблиц для расчета необходимых показателей. В завершении делаются обоснованные экономические выводы.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

#### Задания для самостоятельной работы:

1.Какая из числовых характеристик производственных функций может быть отрицательным числом?

2. На основе какого показателя рассчитывается эластичность выпуска?

3. Сколько составит эластичность замещения  $y$  функции  $y = 0,6x_1^{0,3}x_2^{0,7}$  ?

4. Какой эффект масштаба имеет функция  $y = 0,6x_1^{0,4}x_2^{0,7}$  ?

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, ответить на задания для самостоятельной работы, разобраться с примером, представленном на занятии преподавателем.

#### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

1. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какому показателю соответствует кривизна изоквант?
2. По какой формуле может быть рассчитана средняя эффективность использования ресурсов  $x_1$  и  $x_2$ , обеспечивающих выпуск продукции  $y$  ?
3. Почему изокванты представляют собой убывающие функции по отношению к координатным осям?

### Лабораторная работа №2

#### Линейное программирование

**(1 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов решения задач линейного программирования.

#### Задание:

1. Решить ЗЛП графическим способом.
2. Решить ЗЛП симплекс-методом с использованием ППП «Microsoft Excel».
3. Выполнить анализ оптимального решения исходной задачи на чувствительность на основе отчетов.

Варианты заданий приведены в прил. Б методических указаний по выполнению лабораторных работ. В каждом задании необходимо определить допустимое решение, т.е. система ограничений включает в себя тривиальные ограничения:  $x \geq 0, y \geq 0$ .

Порядок выполнения: ЗЛП могут быть решены графическим способом с использованием следующего алгоритма.

5. Определяются индивидуальные области допустимых решений по каждому из неравенств.



6. Определяется общая область допустимых решений для системы неравенств.
7. Строится линия уровня по целевой функции.
8. Перемещение этой линии соответствует построению множества параллельных друг другу прямых, т.к. как не меняется угловой коэффициент прямых. Направление перемещения определяется градиентом целевой функции.

5. Одна из угловых точек области допустимых решений, которой в последнюю очередь касается линия уровня, выходя за пределы этой области (при решении задач на максимум целевой функции), и определяет оптимальное решение ЗЛП.

Универсальным и более точным методом решения ЗЛП является **симплекс-метод**, который представляет собой многоэтапную процедуру последовательного улучшения допустимых **базисных** решений (образуемых переменными, коэффициенты при которых представляют собой систему линейно независимых единичных векторов) до тех пор, пока не будет найдено оптимальное решение. Если при переходе от этапа к этапу не будет найдено оптимальное решение, то значение функции в любом случае приблизится к экстремуму.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

#### Рекомендуемые источники

1 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

1. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Определить общее количество базисных решений следующей ЗЛП:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 6; \\ x_1 + x_2 \leq 4; \\ x_1 \leq 7. \end{cases}$$

$$F = x_1 - 2x_2 \rightarrow \max.$$

2. Определите направление возрастания целевой функции  $F$  в следующих случаях:

а)  $F = x_1 - x_2$ ;

б)  $F = -5x_1 - 6x_2$

3. Какие ЗЛП можно решать графическим способом?

4. Докажите выпуклость области допустимых решений.

5. В каких точках области допустимых решений может находиться оптимальное решение?

6. Как с экономической точки зрения трактуются теневые цены? В каких отчетах они содержатся?

7. Что означает статус ресурса «привязка» и каким образом он определяется по результатам решения ЗЛП?

### Лабораторная работа №3

#### **Игровые модели**

**(1 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов нахождения оптимальных решений в игровых моделях

#### Задание:

1. Составить матрицу игры любой размерности.
2. Доказать отсутствие в ней седловой точки.
3. Найти оптимальное решение игровой модели путем ее приведения к ОЗЛП с использованием ППП «Microsoft Excel».
4. Сделать выводы по результатам решения.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel с применением всех знаний, необходимых для получения экономического результата.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

#### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

1. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какими методами решаются игровые модели?

2. Определить неизвестные элементы векторов оптимальных стратегий двух игроков  $X_0$  и  $Y_0$ , соответствующих вероятностям применения игроками своих стратегий, если задана следующая матрица игры

$$\begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 6 & 2 \end{pmatrix}$$

а)  $\bar{X}_0 = (0,3;0,2)$  б)  $\bar{X}_0 = (0,4;0,6)$ .

3. С какой вероятностью применяются активные «чистые» стратегии?

4. Сколько неравенств содержат системы ограничений ЗЛП, соответствующей игровой модели размерности  $4 \times 6$ ?

5. Сколько седловых точек может содержать игровая матрица?

#### **Лабораторная работа №4**

##### **Принятие решений в условиях неопределенности: транспортные задачи**

**(1 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов решения транспортных задач линейного программирования.

Задание: составить оптимальный план перевозок. Матрицы стоимостей приведены в прил.В. методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel с соблюдением последовательности построения транспортных задач.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

##### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

##### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

1. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие методы используются для составления исходного плана перевозок?
2. Какой метод используется для проверки плана перевозок на оптимальность?
3. Каким образом осуществляется преобразование несбалансированной ТЗЛП в сбалансированную?

### **Лабораторная работа №5**

#### **Принятие решений в условиях неопределенности: задачи о назначениях**

**(2 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов нахождения оптимальных назначений.

Задание: определить оптимальное назначение, указав соответствующую ему величину суммарных затрат. Матрицы стоимостей приведены в прил. В методических рекомендациях по выполнению лабораторных работ.

Порядок выполнения: лабораторная работа выполняется в Ms Excel с соблюдением последовательности построения транспортных задач.

Форма отчетности: отчет по лабораторной работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

#### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

1. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к матрице стоимостей в задаче о назначениях?
2. В чем проявляется сбалансированность матрицы стоимостей?
3. Какой вид имеет система ограничений в задаче о назначениях?
4. Каким образом определить базисные и свободные переменные по итогам решения задачи?
5. Почему преобразовывать исходную матрицу стоимостей необходимо путем вычитания наименьшего элемента в строке или столбце из элементов соответствующей строки или столбца?
6. Какие требования предъявляются к результатам решения задачи о назначениях?

## **Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ**

### **Практическая работа №1**

#### **Линейное программирование**

**(2 ч. занятия проводится в виде интерактивной формы обучения – разбор конкретной ситуации. Данный метод обучения использует описание реальных ситуаций, предлагаемых преподавателем. Обучающиеся совместно с преподавателем анализируют ситуацию, разбираются в сути проблемы, предлагают возможные решения и выбирают лучшие из них с применением экономико-математического моделирования. Обучающиеся должны легко соотносить полученный теоретический багаж знаний с реальной практической ситуацией. Все ситуации разбираются гипотетически и не связаны ни с каким личным риском ни для одного из участников).**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов решения задач линейного программирования.

#### Задание:

1. Решить ЗЛП графическим способом.
2. Решить ЗЛП симплекс-методом с использованием ППП «Microsoft Excel».
3. Выполнить анализ оптимального решения исходной задачи на чувствительность на основе отчетов.

Варианты заданий приведены в прил. Б методических указаний по выполнению лабораторных работ. В каждом задании необходимо определить допустимое решение, т.е. система ограничений включает в себя тривиальные ограничения:  $x \geq 0, y \geq 0$ .

Порядок выполнения: ЗЛП могут быть решены графическим способом с использованием следующего алгоритма.

1. Определяются индивидуальные области допустимых решений по каждому из неравенств.
2. Определяется общая область допустимых решений для системы неравенств.
3. Строится линия уровня по целевой функции.
4. Перемещение этой линии соответствует построению множества параллельных друг другу прямых, т.к. как не меняется угловой коэффициент прямых. Направление перемещения определяется градиентом целевой функции.
5. Одна из угловых точек области допустимых решений, которой в последнюю очередь касается линия уровня, выходя за пределы этой области (при решении задач на максимум целевой функции), и определяет оптимальное решение ЗЛП.

Универсальным и более точным методом решения ЗЛП является **симплекс-метод**, который представляет собой многоэтапную процедуру последовательного улучшения допустимых **базисных** решений (образуемых переменными, коэффициенты при которых представляют собой систему линейно независимых единичных векторов) до тех пор, пока не

будет найдено оптимальное решение. Если при переходе от этапа к этапу не будет найдено оптимальное решение, то значение функции в любом случае приблизится к экстремуму.

Форма отчетности: отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

#### Рекомендуемые источники

1 Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

2. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Определить общее количество базисных решений следующей ЗЛП:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 6; \\ x_1 + x_2 \leq 4; \\ x_1 \leq 7. \end{cases}$$

$$F = x_1 - 2x_2 \rightarrow \max .$$

2. Определите направление возрастания целевой функции  $F$  в следующих случаях:

а)  $F = x_1 - x_2$ ;

б)  $F = -5x_1 - 6x_2$

3. Какие ЗЛП можно решать графическим способом?

4. Докажите выпуклость области допустимых решений.

5. В каких точках области допустимых решений может находиться оптимальное решение?

6. Как с экономической точки зрения трактуются теневые цены? В каких отчетах они содержатся?

7. Что означает статус ресурса «привязка» и каким образом он определяется по результатам решения ЗЛП?

## **Практическая работа №2**

### **Транспортные задачи**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов решения транспортных задач линейного программирования.

Задание: составить оптимальный план перевозок. Матрицы стоимостей приведены в прил.В. методических рекомендаций по выполнению лабораторных работ.

Порядок выполнения: практическая работа выполняется в Ms Excel с соблюдением последовательности построения транспортных задач.

Форма отчетности: отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

#### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

#### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

#### Дополнительная литература

2. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие методы используются для составления исходного плана перевозок?
2. Какой метод используется для проверки плана перевозок на оптимальность?

### **Практическая работа №3**

#### **Задачи о назначениях**

Цель работы: практическое освоение обучающимися алгоритмов нахождения оптимальных назначений.

Задание: определить оптимальное назначение, указав соответствующую ему величину суммарных затрат. Матрицы стоимостей приведены в прил. В методических рекомендациях по выполнению лабораторных работ.

Порядок выполнения: практическая работа выполняется в Ms Excel с соблюдением последовательности построения транспортных задач.

Форма отчетности: отчет по практической работе, скрепленный титульным листом. Отчет должен содержать название работы, цель, задание и результат выполнения задания. Обязательна устная защита работы.

Задания для самостоятельной работы: проанализировать задачу, представленную преподавателем на занятии

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практической работе: изучить лекционный материал по данной теме, провести самостоятельную работу.

### Рекомендуемые источники

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 13.03.2015 № 207.

### Основная литература

1. Костюнин, В.И. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В.И. Костюнин. – Москва: Юрайт, 2015. – 285 с.

### Дополнительная литература

5. Боярчук Н.Я. Модели математической экономики: методические указания и задания к лабораторным работам. – Братск: БрГУ, 2012. – 53 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие требования предъявляются к матрице стоимостей в задаче о назначениях?
2. В чем проявляется сбалансированность матрицы стоимостей?
3. Какой вид имеет система ограничений в задаче о назначениях?

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

- Microsoft Windows Professional Russian
- Microsoft Office Russian
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security
- Архиватор 7-Zip

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска SMART Board 680i2/Unifl, Интерактивный планшет Wacom PL-720, Колонки Microlab Solo-7C, Ноутбук Samsung R610<NP-R610-FS08>, Телевизор плазменный Samsung 63 PS-63A756T1M	Лк № 1-5
ЛР	Дисплейный класс	Системный блок AMD A10-7800 Radeon R7 (12 шт.), Системный блок для слабовидящих пользователей AMD A10-7850K (1 шт.), Монитор Philips233 V5QHABP (13 шт.)	ЛР № 1-5
СР	Читальный зал №1	Оборудование 10 ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОК-3	Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	1. Предмет и основные задачи курса	Цель и задачи курса. Модель. Экономико-математическая модель: свойства и основные элементы. Основные этапы и предпосылки экономико-математического моделирования производства и потребления. Состав экономико-математических методов. Классификация моделей математической экономики	Вопросы к зачету 1.1-1.6
		2. Модели потребления	Товары-заменители, предельные нормы замещения. Постановка задачи оптимизации выбора потребителя. Точка спроса и ее характеристика. Функция спроса. Пространство товаров, цены. Бюджетное множество. Система предпочтений индивидуального потребителя.	Вопросы к зачету 2.1-2.5
ОПК-2	Способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	3. Производственные функции	Числовые характеристики производственных функций. Формальные свойства производственных функций. Графическая интерпретация основных свойств производственных функций. Общая характеристика и классификационные свойства производственных функций. Взаимодополняемость и взаимозаменяемость ресурсов.	Вопросы к зачету 3.1-3.5
ПК-23	Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	5. Игровые модели	Статистические критерии принятия решений в условиях неопределенности. Основные понятия теории игр и принятия решений. Виды игровых моделей. Бескоалиционные игры двух игроков и нескольких лиц. Ситуация равновесия в смешанных стратегиях. Теорема Нэша	Вопросы к зачету 5.1-5.5
		4. Линейные модели экономических систем	Линейная модель. Планирование выпуска продукции с применением компьютерных программ	Вопросы к зачету 4.1-4.2

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		Вопросы к зачету	№ и наименование раздела	
	Код	Определение			
1	2	3	4	5	
1.	ОК-3	Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности	1.1 Состав экономико-математических методов.	1. Предмет и основные задачи курса	
			1.2 Классификация моделей математической экономики		
			1.3 Цель и задачи курса «Математическая экономика».		
			1.4 Модель: понятие, сущность, назначение		
			1.5 Экономико-математическая модель: свойства и основные элементы.		
			1.6 Основные этапы и предпосылки экономико-математического моделирования производства и потребления		
			2.1 Товары-заменители, предельные нормы замещения.		2. Модели потребления
			2.2 Постановка задачи оптимизации выбора потребителя.		
			2.3 Точка спроса и ее характеристика. Функция спроса		
			2.4 Пространство товаров, цены. Бюджетное множество.		
			2.5 Система предпочтений индивиду-потребителя.		
2.	ОПК-2	Способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	3.1 Числовые характеристики производственных функций.	3. Производственные функции	
			3.2 Формальные свойства производственных функций.		
			3.3 Графическая интерпретация основных свойств производственных функций		
			3.4 Общая характеристика и классификационные свойства производственных функций.		
			3.5 Взаимодополняемость и взаимозаменяемость ресурсов.		
3.	ПК-23	Способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач	4.1. Линейная модель.	4. Линейные модели экономических систем	
			4.2. Планирование выпуска продукции с применением компьютерных программ		
			5.1 Основные понятия теории игр и принятия решений.	5. Игровые модели	
			5.2 Виды игровых моделей.		
			5.3 Бескоалиционные игры двух игроков и нескольких лиц.		
			5.4 Ситуация равновесия в смешанных стратегиях.		
			5.5 Статистические критерии принятия решений в условиях неопределенности		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы решения задач микро- и макроэкономического моделирования потребления и производства;</li> </ul> <p>(ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения, теоремы, подходы к решению задач из основных разделов математического моделирования и математической статистики;</li> <li>– теоретические основы системного анализа, математического моделирования систем и процессов;</li> <li>– пути обеспечения устойчивости функционирования информационных систем;</li> </ul> <p>(ПК-23):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач;</li> </ul> <p><b>Уметь</b> (ОК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы математического моделирования и математической статистики;</li> </ul> <p>(ОПК-2):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи математического моделирования социально-экономических систем;</li> <li>- прогнозировать возникновение и развитие негативных воздействий и оценивать их последствия;</li> </ul>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он глубоко усвоил материал, исчерпывающе полно, четко и логически последовательно его излагает. Знает методы решения задач микро- и макроэкономического моделирования потребления и производства, определения, термины и подходы к решению основных разделов математического моделирования математической статистики, теоретические основы системного анализа, математического моделирования систем и процессов, а также пути обеспечения устойчивости функционирования информационных систем, а также знает системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач. Умеет применять методы математического моделирования и математической статистики, решать задачи математического моделирования социально-экономических систем, прогнозировать возникновение и развитие негативных воздействий и оценивать их последствия; применять системный подход в формализации решения прикладных задач. Владеет навыками в получении и обработке информации, необходимой для математически-статистического моделирования исследуемой системы, и использовании моделей для подготовки и принятия соответствующих управленческих решений; навыками математического моделирования экономических процессов; принципами построения моделей систем и процессов; владеет навыками системного подхода и математическими методами в формализации решения прикладных задач.</p>

<p>(ПК-23): -применять системный подход в формализации решения прикладных задач; <b>Владеть</b> (ОК-3): - навыками в получении и обработке информации, необходимой для математически-статистического моделирования исследуемой системы, и использовании моделей для подготовки и принятия соответствующих управленческих решений; (ОПК-2): - навыками математического моделирования экономических процессов; - принципами построения моделей систем и процессов; (ПК-23): -навыками системного подхода и математическими методами в формализации решения прикладных задач</p>	<p><b>Не зачтено</b></p>	<p>Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в его изложении. Оценка «не зачтено» ставится тем обучающимся, которые не освоили необходимые компетенции.</p>
---	--------------------------	--

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

После полного изучения дисциплины проводится промежуточная аттестация, которая направлена на оценивание:

- а) уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
- б) степени готовности обучающегося применять теоретические знания и профессионально значимую информацию, уметь принимать управленческие решения;
- в) приобретенных умений и навыков, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности предусматривают необходимость проведения преподавателем следующих действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по выявлению значения предмета учебной дисциплины для достижения конкретной цели, на основе проникновения в суть общественных явлений и процессов;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

Задания носят практико-ориентированный комплексный характер, направлены на

формирование и закрепление общекультурных и профессиональных компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математическая экономика» проводится в форме зачета. Обязательным условием допуска к зачету являются все сданные и защищенные в устной форме лабораторные работы (для студентов очной формы обучения).

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он глубоко усвоил материал, исчерпывающе полно, четко и логически последовательно его излагает. Знает методы решения задач микро- и макроэкономического моделирования потребления и производства, определения, термины и подходы к решению основных разделов математического моделирования математической статистики, теоретические основы системного анализа, математического моделирования систем и процессов, а также пути обеспечения устойчивости функционирования информационных систем, а также знает системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач. Умеет применять методы математического моделирования и математической статистики, решать задачи математического моделирования социально-экономических систем, прогнозировать возникновение и развитие негативных воздействий и оценивать их последствия; применять системный подход в формализации решения прикладных задач. Владеет навыками в получении и обработке информации, необходимой для математически-статистического моделирования исследуемой системы, и использовании моделей для подготовки и принятия соответствующих управленческих решений; навыками математического моделирования экономических процессов; принципами построения моделей систем и процессов; владеет навыками системного подхода и математическими методами в формализации решения прикладных задач.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в его изложении. Оценка «не зачтено» ставится тем обучающимся, которые не освоили необходимые компетенции.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Математическая экономика**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Теоретическая и практическая подготовка в области общенаучных исследований количественной стороны массовых социально-экономических процессов средствами математического и статистического анализа.

Задачей изучения дисциплины является: умение обучающимися использовать навыки моделирования различных процессов в хозяйственной деятельности и принимать на их основе грамотные управленческие решения.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: 17 ч. лекции, 34 ч. лабораторные работы, 57 ч. самостоятельная работа.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Предмет и основные задачи курса
- 2 – Модели потребления
- 3 – Производственные функции
- 4 – Линейные модели экономических систем
- 5 – Игровые модели

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-3 – способность использовать основы экономических знаний в различных сферах деятельности;

ОПК-2 – способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;

ПК-23 - способность применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.

#### **4. Вид промежуточной аттестации: зачет**

**Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год**

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика от «12» марта 2015 г. № 207

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125, заочной формы обучения от «06» марта 2017 г. №125

для набора 2018 года и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130, заочной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130

**Программу составил:**

Харитоновна П.В., доцент баз. каф. МиИТ, к.э.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании базовой кафедры МиИТ от «19» декабря 2018 г., протокол № 8

И.о. заведующего базовой кафедрой МиИТ \_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

**СОГЛАСОВАНО:**

И.о. заведующего выпускающей базовой кафедрой МиИТ \_\_\_\_\_ Е.И. Луковникова

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Т.Ф. Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ФЭиУ

от «28» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_ Е.В. Трапезникова

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник учебно-методического управления \_\_\_\_\_ Г.П. Нежевец

Регистрационный № \_\_\_\_\_