

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт экономики

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Экономико-математическое моделирование экономических систем

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
38.04.04 - Государственное и муниципальное управление

---

Направленность образовательной программы  
Стратегическое планирование и управление

---

Форма обучения  
очная, заочная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 Экономико-математическое моделирование экономических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-5: Способен применять методы диагностики, анализа и решения социально-экономических проблем	<p>ПК-5.1: Выявляет и оценивает социально-экономические проблемы</p> <p>ПК-5.2: Вырабатывает альтернативные решения социально-экономических проблем</p>	<p>ПК-5.1:</p> <p>Знать: Выявление и оценивание социально-экономических проблем</p> <p>Уметь: Выявлять и оценивать социально-экономические проблемы</p> <p>Владеть: Выявлением и оценкой социально-экономических проблем</p> <p>ПК-5.2:</p> <p>Знать: Выработку альтернативных решений социально-экономических проблем</p> <p>Уметь: Вырабатывать альтернативные решения социально-экономических проблем</p> <p>Владеть: Выработкой альтернативных решений социально-экономических проблем</p>	Контрольная работа	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p> <p>Тест</p>

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная	заочная
Общая трудоемкость, з.е.	4	4
Часов по учебному плану	144	144

в том числе		
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>		
- занятия лекционного типа	<b>16</b>	<b>4</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>24</b>	<b>12</b>
- КСР	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>66</b>	<b>117</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> Экзамен	<b>9</b> Экзамен

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)		в том числе									
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы			
	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы		Всего							
0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0	0 Ф 0	3 Ф 0			
Тема 1. Линейное программирование	22	30	2	2	6	4	8	6	14	24		
Тема 2. Частично целочисленное программирование	20	26	0	0	6	2	6	2	14	24		
Тема 3. Целочисленное программирование	12	22	0	0	2	2	2	2	10	20		
Тема 4. Матричные игры с нулевой суммой	28	29	8	2	6	2	14	4	14	25		
Тема 5. Статистические игры (игры с природой)	24	26	6	0	4	2	10	2	14	24		
Аттестация	36	9										
КСР	2	2							2	2		
Итого	144	144	16	4	24	12	42	18	66	117		

### Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Оптимизационные модели управления

Тема 1.1. Линейное программирование

Задача 1

Инвестор имеет плановый период года и намеревается максимизировать свое остаточное имущество в конце горизонта планирования. Кроме того, он хочет осуществлять постоянные изъятия из предприятий на уровне млн руб., которые начинаются в момент времени и ежегодно растут на 5 процентных пунктов, т. е. структура изъятий составляет вектор . Инвестору известны четыре реальных инновационных проекта, порождающих денежные потоки, приведенные в таблице (млн руб.).

Момент времени  $t$  0 1 2 3 4

Проект 1

Проект 2

Проект 3

Проект 4  
- 800  
- 700  
- 300 - 500  
80  
500  
700 - 900  
160  
300  
350 1 250  
320  
- 200  
170 350  
520  
220  
- 1 090

Кроме того, на протяжении всего планового периода он может осуществлять финансовые инвестиции по остающейся постоянной ставке процента, равной 6%. Инновационные проекты 1, 2 и 3 включаются в программу лишь по одному разу. Но проект 4 можно было бы осуществить и два раза. Инвестор в момент времени имеет ликвидные средства величиной в 500 млн руб. Дальнейшие базовые выплаты учитывать не нужно. Кроме того, он может осуществить два проекта финансирования 1 и 2. Первый кредит позволяет получить финансирование по ставке 8%, при этом в первый год не выплачивается основная сумма, а после этого в течение трех лет возвращается равными годовыми платежами. Предлагаемая кредитором сумма кредита равна 1 000 млн руб. При втором кредите речь идет о сумме, не превышающей 600 млн руб., которая должна быть возвращена вместе с начисленными процентами по ставке 8,5% по истечении четырех лет. Кроме того, инвестор может получить любую сумму по ставке 10%. Все финансовые проекты бесконечно делимы и совершенно независимы между собой. Нужно найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

#### Задача 2

Используем условия задачи 1. Только теперь цель инвестора состоит в том, чтобы максимизировать свой уровень доходов и при этом одновременно достичь остаточного имущества в объеме 500 млн руб. (т. е. добиться того, чтобы оно было идентично начальному запасу ликвидных средств).

#### Задача 3

Инвестор рассматривает плановый период лет и желает при фиксированном остаточном имуществе 1 000 млн руб. максимизировать уровень своих ежегодных изъятий. Они должны оставаться одинаковыми в течение планового периода. Инвестор может получить деньги под 16% и вложить их под 5% без количественных ограничений. Он учитывает фиксированные базовые платежи. Он выбирает между пятью бесконечно делимыми проектами модернизации с денежными потоками, представленными в таблице (млн руб.).

Момент времени  $t$  0 1 2 3 4 5

Проект 1

Проект 2

Проект 3

Проект 4

Проект 5 - 800

- 400

- 1 200

- 750

- 200 40  
- 300  
1 800  
- 250  
120 - 200  
600  
- 200  
120  
20 700  
150  
60  
880  
80 300  
210  
- 450  
300  
30 300  
100  
  
300  
40

Инвестор имеет следующие три возможности финансирования при следующих условиях. Первый кредит имеет срок погашения 5 лет и не может превышать 1 000 млн руб. Ставка процентов составляет 10%, причем промежуточные выплаты процентов осуществлять не нужно. Это означает, что весь долг с процентами подлежит возврату по истечении 5 лет. Второй кредит имеет похожие условия. Ставка процентов составляет 7%, срок погашения - 3 года, и кредит можно получить лишь в начале следующего года, т. е. в момент времени  $t=1$ . При третьем кредите речь идет о ссуде, которую нужно возвращать методом аннуитета, ее величина не превышает 600 млн руб. Ставка процентов составляет 8%, срок погашения – 3 года. Ни один из проектов модернизации не имеет смысла осуществлять более одного раза.

1. Составить денежные потоки этих трех предположений финансирования. При этом округлить платежи должника до целых чисел.
2. Сформулировать проблему принятия решения как задачу линейной оптимизации и составить базовую таблицу.
3. Определить приносящую максимальные доходы программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

Тема 1.2. Частично целочисленное программирование

Задача 4

Используем условия задачи 1. Только теперь инновационные проекты с 1 по 4 и проект финансирования 1 неделимы. При этом инновационные проекты 1 и 2 взаимно исключают друг друга. Далее, кредит 1 можно получить лишь тогда, когда осуществляется инновационный проект 2. Найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

Задача 5

Какие дополнительные связи необходимы для обеспечения следующих связей между инновационными проектами?

1. Если мы реализуем проект 1, то должен быть реализован и проект 2.
2. Если мы отказываемся от проекта 1, то тогда проект 2 должен быть обязательно реализован.
3. Проект 1 допускается к реализации лишь в том случае, если будут реализованы также проекты 2 и 3.
4. Проект 1 нельзя осуществить, если осуществляется либо проект 2, либо проект 3.

## Задача 6

Инвестор имеет плановый период года и намерен максимизировать свое остаточное имущество к этому моменту времени. Кроме того, он хочет, чтобы, начиная с момента времени, его изъятия, равные 6 000 ден. ед., ежегодно увеличивались на 10 процентных пунктов, значит, составляли в первом году 6 000 ден. ед., во втором – 6 600 ден. ед., в третьем – 7 200 ден. ед. В конце третьего года предприятие продается.

В настоящее время (в) инвестор имеет три функционирующих комплекта оборудования типа 1 с мощностью в объеме 720 единиц времени, а также два функционирующих комплекта оборудования типа 2 с мощностью в объеме 840 единиц времени в каждом из периодов.

В каждый последующий момент времени ( ) существует возможность расширения мощности посредством покупки оборудования типа 1 или типа 2. При этом необходимо учитывать выплаты в ден. ед. за приобретение объектов в соответствии с таблицей.

Момент времени приобретения  $t_0$  1 2

Тип оборудования 1

Тип оборудования 2 900

750 850

800 820

850

С помощью названных типов объектов (однофазовое многопродуктовое оборудование) инвестор может производить два разных вида продукта (А или В). Производственное время и переменные производственные выплаты на единицу продукции различаются в зависимости от вида продукта и используемого типа оборудования. Конкретно их можно увидеть в таблице.

Продукт А Продукт В

Произведен на Произведен на

оборудовании 1 оборудовании 2 оборудовании 1 оборудовании 2

Время обработки одной единицы 10 12 8 7

Переменные производственные выплаты за единицу 18 16 10 13

Инвестор предполагает, что чистые цены продажи и верхняя граница объема сбыта для продуктов А и В с течением времени изменяются. Конкретно он учитывает цифры, приведенные в таблице.

Момент времени  $t_0$  1 2

Продукт А

Чистая цена продажи

Верхняя граница сбыта

40

200

37,5

300

35

400

Продукт В

Чистая цена продажи

Верхняя граница сбыта

25

400

26

420

28

450

Так как инвестор намерен продать все свое предприятие в момент времени , он учитывает приведенные в таблице в ден. ед. значения чистой выручки от ликвидации приобретенных в течение планового периода комплектов оборудования.

Момент времени приобретения t 0 1 2

Тип оборудования 1

Тип оборудования 2 450

350 480

450 580

600

Финансовые решения (ликвидные средства, получение кредитов, возврат кредитов) были приняты инвестором заранее. В соответствии с этими решениями ему нужно учитывать базовые платежи в ден. ед., приведенные в таблице.

Момент времени t 0 1 2 3

Базовые платежи 9 000 - 1 000 0 - 4 000

В эти платежи, относящиеся к моменту времени , включаются поступления от продажи продукции, произведенной в момент времени . Базовые же платежи в момент времени рассчитаны с учетом выручки от ликвидации уже существовавших комплектов оборудования предприятия.

Требуется найти оптимальную при описанных условиях инвестиционную и производственную программу.

Тема 1.3. Целочисленное программирование

Задача 7

Руководство завода предполагает провести комплекс организационно-технических мероприятий с целью модернизации производства. Мероприятия предполагают соответствующие затраты производственных, трудовых и финансовых ресурсов с их экономической отдачей (см. таблицу).

Мероприятие Трудовые ресурсы (чел.-дней) Финансовые ресурсы (млн руб.) Производ-ственные площади (м<sup>2</sup>) Экономический эффект (млн руб.)

Закупка станков с ЧПУ

Текущий ремонт

Монтаж транспортного конвейера

Установка рельсового крана

Ввод системы контроля качества

Разработка АСУП 350

250

100

200

130

800 400

90

60

300

-

500 130

-

300

150

150

100 13 000

3 000  
8 000  
12 000  
2 500  
15 000

На реализацию всех мероприятий завод может выделить трудовых ресурсов – 1 300 чел.-дней, финансовых ресурсов - 1 млрд руб., производственных площадей - 700 м<sup>2</sup>.

Какие мероприятия следует провести, чтобы общий экономический эффект был максимальным, и какова тогда его величина?

Раздел 2. Элементы теории матричных игр

Тема 2.1. Матричные игры с нулевой суммой

Задача 8

Два сельскохозяйственных предприятия А и В выделяют денежные средства на строительство 3-х объектов. С учетом особенностей вкладов и местных условий прибыль предприятия А в зависимости от объема финансирования выражается элементами матрицы

.

Будем предполагать, что убыток предприятия В при этом равен прибыли предприятия А. Требуется найти оптимальные стратегии предприятий А и В.

Задача 9

Каждый из игроков А и В записывает одно из чисел 1, 4, 6 или 9, затем они одновременно показывают написанное. Если оба числа оказались одинаковой четности, то игрок А выигрывает столько очков, какова сумма этих чисел, если разной четности – выигрывает игрок В. Составить платежную матрицу, найти нижнюю и верхнюю чистые цены игры, максиминную и минимаксную стратегии игроков.

Задача 10

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы:

.

Задача 11

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы и найти цену игры:

.

Тема 2.2. Статистические игры (игры с природой)

Задача 12

В соответствии со спросом на продукцию -й номенклатуры в городе планируется построить предприятие по производству этой продукции. Неопределенность спроса в период  $t$  приводит к тому, что необходимо рассчитать объем выпускаемой продукции, который должен быть не меньше уровня спроса, чтобы не потерять потенциально возможный доход от реализации продукции, а также не должен превышать уровень спроса, т. к. предприятие будет нести убытки, связанные в основном с уценкой. Предположим, что в течение года (по кварталам) спрос на продукцию -й номенклатуры выражается величинами 10, 20, 30, 40 тыс. шт. В таком случае и планирующий орган предприятия может принять одно из следующих решений: построить предприятие, которое могло бы удовлетворить спрос потребителей в 10, 20, 30, 40 тыс. шт. -й продукции. Работа подобных предприятий показывает, что предприятие терпит издержки от нереализованной единицы -й продукции 5 ден. ед., а доход от реализации единицы продукции составляет 15 ден. ед. Функцию платежей можно записать в виде кусочно-линейной функции потерь:

, где

Требуется:

- 1) придать описанной ситуации игровую схему; установить характер игры и выявить ее участников;
- 2) вычислить элементы платежной матрицы и составить ее;
- 3) дать обоснованные рекомендации планирующему органу на строительство предприятия, которое

могло бы обеспечить спрос потребителей на -ю продукцию.

При изучении работы аналогичных предприятий планирующий орган располагает некоторой дополнительной информацией, снижающей неопределенность ситуации:

- 1) известны вероятности спроса на данную продукцию по кварталам года: 0,3; 0,2; 0,4; 0,1;
- 2) спрос на продукцию в каждом квартале равновероятен;
- 3) о вероятностях спроса на указанную продукцию по кварталам ничего определенного сказать нельзя.

#### Задача 13

После лет эксплуатации промышленное оборудование может оказаться в одном из следующих состояний:

- 1) требуется незначительный ремонт;
- 2) необходимо заменить отдельные детали;
- 3) дальнейшая эксплуатация возможна лишь после капитального ремонта.

Накопленный на предприятии опыт свидетельствует, что вероятности указанных состояний оборудования составляют соответственно 0,3, 0,6, 0,1. В зависимости от сложившейся ситуации руководство предприятия может принять такие решения:

- 1) произвести ремонт своими силами, что потребует затрат, равных 2, 6 или 10 ден. ед. в зависимости от состояния оборудования (затраты включены стоимость ремонта и заменяемых деталей, убытки, связанные с ухудшением качества выпускаемой продукции, простоем неисправного оборудования);
- 2) произвести ремонт при помощи специалистов-ремонтников, что вызовет затраты, равные 10, 4 или 8 ден. ед.;
- 3) заменить оборудование новым, на что будет израсходовано соответственно 14, 12 или 6 ден. ед.

Используя игровой подход, высказать рекомендации по оптимальному образу действий руководства предприятия.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Экономико-математическое моделирование экономических систем,  
<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4002>.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

Экономико-математическое моделирование экономических систем,  
<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=4002>.

Иные учебно-методические материалы:

Раздел 1. Оптимизационные модели управления

Тема 1.1. Линейное программирование

Задача 1

Инвестор имеет плановый период года и намеревается максимизировать свое остаточное имущество в конце горизонта планирования. Кроме того, он хочет осуществлять

постоянные изъятия из предприятий на уровне млн руб., которые начинаются в момент времени  $t$  и ежегодно растут на 5 процентных пунктов, т. е. структура изъятий составляет вектор  $\mathbf{v}$ . Инвестору известны четыре реальных инновационных проекта, порождающих денежные потоки, приведенные в таблице (млн руб.).

Момент времени  $t$     0        1        2        3        4

Проект 1

Проект 2

Проект 3

Проект 4

- 800

- 700

- 300    - 500

80

500

700    - 900

160

300

350    1 250

320

- 200

170    350

520

220

- 1 090

Кроме того, на протяжении всего планового периода он может осуществлять финансовые инвестиции по остающейся постоянной ставке процента, равной 6%. Инновационные проекты 1, 2 и 3 включаются в программу лишь по одному разу. Но проект 4 можно было бы осуществить и два раза. Инвестор в момент времени  $t$  имеет ликвидные средства величиной в 500 млн руб. Дальнейшие базовые выплаты учитывать не нужно. Кроме того, он может осуществить два проекта финансирования 1 и 2. Первый кредит позволяет получить финансирование по ставке 8%, при этом в первый год не выплачивается основная сумма, а после этого в течение трех лет возвращается равными годовыми платежами. Предлагаемая кредитором сумма кредита равна 1 000 млн руб. При втором кредите речь идет о сумме, не превышающей 600 млн руб., которая должна быть возвращена вместе с начисленными процентами по ставке 8,5% по истечении четырех лет. Кроме того, инвестор может получить любую сумму по ставке 10%. Все финансовые проекты бесконечно делимы и совершенно независимы между собой. Нужно найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

Задача 2

Используем условия задачи 1. Только теперь цель инвестора состоит в том, чтобы максимизировать свой уровень доходов и при этом одновременно достичь остаточного имущества в объеме 500 млн руб. (т. е. добиться того, чтобы оно было идентично начальному запасу ликвидных средств).

Задача 3

Инвестор рассматривает плановый период  $T$  лет и желает при фиксированном остаточном

имуществе 1 000 млн руб. максимизировать уровень своих ежегодных изъятий. Они должны оставаться одинаковыми в течение планового периода. Инвестор может получить деньги под 16% и вложить их под 5% без количественных ограничений. Он учитывает фиксированные базовые платежи . Он выбирает между пятью бесконечно делимыми проектами модернизации с денежными потоками, представленными в таблице (млн руб.).

Момент времени t 0 1 2 3 4 5

Проект 1

Проект 2

Проект 3

Проект 4

Проект 5 - 800

- 400

- 1 200

- 750

- 200 40

- 300

1 800

- 250

120 - 200

600

- 200

120

20 700

150

60

880

80 300

210

- 450

300

30 300

100

300

40

Инвестор имеет следующие три возможности финансирования при следующих условиях. Первый кредит имеет срок погашения 5 лет и не может превышать 1 000 млн руб. Ставка процентов составляет 10%, причем промежуточные выплаты процентов осуществлять не нужно. Это означает, что весь долг с процентами подлежит возврату по истечении 5 лет. Второй кредит имеет похожие условия. Ставка процентов составляет 7%, срок погашения - 3 года, и кредит можно получить лишь в начале следующего года, т. е. в момент времени . При третьем кредите речь идет о ссуде, которую нужно возвращать методом аннуитета, ее величина не превышает 600 млн руб. Ставка процентов составляет 8%, срок погашения – 3 года. Ни один из проектов модернизации не имеет смысла осуществлять более одного раза.

1. Составить денежные потоки этих трех предположений финансирования. При этом округлить

платежи должника до целых чисел.

2. Сформулировать проблему принятия решения как задачу линейной оптимизации и составить базовую таблицу.

3. Определить приносящую максимальные доходы программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

Тема 1.2. Частично целочисленное программирование

Задача 4

Используем условия задачи 1. Только теперь инновационные проекты с 1 по 4 и проект финансирования 1 неделимы. При этом инновационные проекты 1 и 2 взаимно исключают друг друга. Далее, кредит 1 можно получить лишь тогда, когда осуществляется инновационный проект 2. Найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

Задача 5

Какие дополнительные связи необходимы для обеспечения следующих связей между инновационными проектами?

1. Если мы реализуем проект 1, то должен быть реализован и проект 2.

2. Если мы отказываемся от проекта 1, то тогда проект 2 должен быть обязательно реализован.

3. Проект 1 допускается к реализации лишь в том случае, если будут реализованы также проекты 2 и 3.

4. Проект 1 нельзя осуществить, если осуществляется либо проект 2, либо проект 3.

Задача 6

Инвестор имеет плановый период  $t$  года и намерен максимизировать свое остаточное имущество к этому моменту времени. Кроме того, он хочет, чтобы, начиная с момента времени  $t_0$ , его изъятия, равные 6 000 ден. ед., ежегодно увеличивались на 10 процентных пунктов, значит, составляли в первом году 6 000 ден. ед., во втором – 6 600 ден. ед., в третьем – 7 200 ден. ед. В конце третьего года предприятие продается.

В настоящее время ( $t_0$ ) инвестор имеет три функционирующих комплекта оборудования типа 1 с мощностью в объеме 720 единиц времени, а также два функционирующих комплекта оборудования типа 2 с мощностью в объеме 840 единиц времени в каждом из периодов.

В каждый последующий момент времени ( $t$ ) существует возможность расширения мощности посредством покупки оборудования типа 1 или типа 2. При этом необходимо учитывать выплаты в ден. ед. за приобретение объектов в соответствии с таблицей.

Момент времени приобретения  $t$  0 1 2

Тип оборудования 1

Тип оборудования 2 900

750 850

800 820

850

С помощью названных типов объектов (однофазовое многопродуктовое оборудование) инвестор может производить два разных вида продукта (А или В). Производственное время и переменные производственные выплаты на единицу продукции различаются в зависимости от вида продукта и используемого типа оборудования. Конкретно их можно увидеть в таблице.

Продукт А    Продукт В

Произведен на    Произведен на

оборудовании 1    оборудовании 2    оборудовании 1    оборудовании 2

Время обработки одной единицы	10	12	8	7
Переменные производственные выплаты за единицу	18	16	10	13

Инвестор предполагает, что чистые цены продажи и верхняя граница объема сбыта для продуктов А и В с течением времени изменяются. Конкретно он учитывает цифры, приведенные в таблице.

Момент времени t 0 1 2

Продукт А

Чистая цена продажи

Верхняя граница сбыта

40

200

37,5

300

35

400

Продукт В

Чистая цена продажи

Верхняя граница сбыта

25

400

26

420

28

450

Так как инвестор намерен продать все свое предприятие в момент времени , он учитывает приведенные в таблице в ден. ед. значения чистой выручки от ликвидации приобретенных в течение планового периода комплектов оборудования.

Момент времени приобретения t 0 1 2

Тип оборудования 1

Тип оборудования 2 450

350 480

450 580

600

Финансовые решения (ликвидные средства, получение кредитов, возврат кредитов) были приняты инвестором заранее. В соответствии с этими решениями ему нужно учитывать базовые платежи в ден. ед., приведенные в таблице.

Момент времени t 0 1 2 3

Базовые платежи 9 000 - 1 000 0 - 4 000

В эти платежи, относящиеся к моменту времени , включаются поступления от продажи продукции, произведенной в момент времени . Базовые же платежи в момент времени рассчитаны с учетом выручки от ликвидации уже существовавших комплектов оборудования предприятия.

Требуется найти оптимальную при описанных условиях инвестиционную и производственную программу.

### Тема 1.3. Целочисленное программирование

#### Задача 7

Руководство завода предполагает провести комплекс организационно-технических мероприятий с целью модернизации производства. Мероприятия предполагают соответствующие затраты производственных, трудовых и финансовых ресурсов с их экономической отдачей (см. таблицу).

Мероприятие	Трудовые ресурсы (чел.-дней)	Финансовые ресурсы (млн руб.)	Производственные площади (м <sup>2</sup> )	Экономический эффект (млн руб.)
-------------	------------------------------	-------------------------------	--	---------------------------------

Закупка станков с ЧПУ				
-----------------------	--	--	--	--

Текущий ремонт				
----------------	--	--	--	--

Монтаж транспортного конвейера				
--------------------------------	--	--	--	--

Установка рельсового крана				
----------------------------	--	--	--	--

Ввод системы контроля качества				
--------------------------------	--	--	--	--

Разработка АСУП	350			
-----------------	-----	--	--	--

	250			
--	-----	--	--	--

	100			
--	-----	--	--	--

	200			
--	-----	--	--	--

	130			
--	-----	--	--	--

	800	400		
--	-----	-----	--	--

	90			
--	----	--	--	--

	60			
--	----	--	--	--

	300			
--	-----	--	--	--

	-			
--	---	--	--	--

	500	130		
--	-----	-----	--	--

	-			
--	---	--	--	--

	300			
--	-----	--	--	--

	150			
--	-----	--	--	--

	150			
--	-----	--	--	--

	100	13 000		
--	-----	--------	--	--

	3 000			
--	-------	--	--	--

	8 000			
--	-------	--	--	--

	12 000			
--	--------	--	--	--

	2 500			
--	-------	--	--	--

	15 000			
--	--------	--	--	--

На реализацию всех мероприятий завод может выделить трудовых ресурсов – 1 300 чел.-дней, финансовых ресурсов - 1 млрд руб., производственных площадей - 700 м<sup>2</sup>.

Какие мероприятия следует провести, чтобы общий экономический эффект был максимальным, и какова тогда его величина?

### Раздел 2. Элементы теории матричных игр

#### Тема 2.1. Матричные игры с нулевой суммой

#### Задача 8

Два сельскохозяйственных предприятия А и В выделяют денежные средства на строительство 3-х объектов. С учетом особенностей вкладов и местных условий прибыль

предприятия А в зависимости от объема финансирования выражается элементами матрицы

Будем предполагать, что убыток предприятия В при этом равен прибыли предприятия А. Требуется найти оптимальные стратегии предприятий А и В.

Задача 9

Каждый из игроков А и В записывает одно из чисел 1, 4, 6 или 9, затем они одновременно показывают написанное. Если оба числа оказались одинаковой четности, то игрок А выигрывает столько очков, какова сумма этих чисел, если разной четности – выигрывает игрок В. Составить платежную матрицу, найти нижнюю и верхнюю чистые цены игры, максиминную и минимаксную стратегии игроков.

Задача 10

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы:

Задача 11

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы и найти цену игры:

Тема 2.2. Статистические игры (игры с природой)

Задача 12

В соответствии со спросом на продукцию  $i$ -й номенклатуры в городе планируется построить предприятие по производству этой продукции. Неопределенность спроса в период  $t$  приводит к тому, что необходимо рассчитать объем выпускаемой продукции  $x_t$ , который должен быть не меньше уровня спроса  $s_t$ , чтобы не потерять потенциально возможный доход от реализации продукции, а также не должен превышать уровень спроса, т. к. предприятие будет нести убытки, связанные в основном с уценкой. Предположим, что в течение года (по кварталам) спрос на продукцию  $i$ -й номенклатуры выражается величинами 10, 20, 30, 40 тыс. шт. В таком случае и планирующий орган предприятия может принять одно из следующих решений: построить предприятие, которое могло бы удовлетворить спрос потребителей в 10, 20, 30, 40 тыс. шт.  $i$ -й продукции. Работа подобных предприятий показывает, что предприятие терпит издержки от нереализованной единицы  $i$ -й продукции 5 ден. ед., а доход от реализации единицы продукции составляет 15 ден. ед. Функцию платежей можно записать в виде кусочно-линейной функции потерь:

, где

Требуется:

- 1) придать описанной ситуации игровую схему; установить характер игры и выявить ее участников;
- 2) вычислить элементы платежной матрицы и составить ее;
- 3) дать обоснованные рекомендации планирующему органу на строительство предприятия, которое могло бы обеспечить спрос потребителей на  $i$ -ю продукцию.

При изучении работы аналогичных предприятий планирующий орган располагает некоторой дополнительной информацией, снижающей неопределенность ситуации:

- 1) известны вероятности спроса на данную продукцию по кварталам года: 0,3; 0,2; 0,4; 0,1;
- 2) спрос на продукцию в каждом квартале равновероятен;
- 3) о вероятностях спроса на указанную продукцию по кварталам ничего определенного сказать нельзя.

Задача 13

После лет эксплуатации промышленное оборудование может оказаться в одном из следующих состояний:

- 1) требуется незначительный ремонт;
- 2) необходимо заменить отдельные детали;
- 3) дальнейшая эксплуатация возможна лишь после капитального ремонта.

Накопленный на предприятии опыт свидетельствует, что вероятности указанных состояний оборудования составляют соответственно 0,3, 0,6, 0,1. В зависимости от сложившейся ситуации руководство предприятия может принять такие решения:

- 1) произвести ремонт своими силами, что потребует затрат, равных 2, 6 или 10 ден. ед. в зависимости от состояния оборудования (в затраты включены стоимость ремонта и заменяемых деталей, убытки, связанные с ухудшением качества выпускаемой продукции, простоем неисправного оборудования);
- 2) произвести ремонт при помощи специалистов-ремонтников, что вызовет затраты, равные 10, 4 или 8 ден. ед.;
- 3) заменить оборудование новым, на что будет израсходовано соответственно 14, 12 или 6 ден. ед.

Используя игровой подход, высказать рекомендации по оптимальному образу действий руководства предприятия.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-5:**

##### *Вариант 1*

*Задача 1.* При изготовлении изделий и используются токарные и фрезерные станки, а также сталь и цветные металлы. По технологическим нормам на производство единицы изделия требуется 300 и 200 станков-часов соответственно токарного и фрезерного оборудования и 10 и 20 кг стали и цветных металлов. Для производства единицы изделия требуется 400, 100, 70 и 50 соответствующих единиц тех же ресурсов. Цех располагает соответственно 12 400 и 6 800 станко-часами оборудования и 640 и 840 кг материалов. Прибыль от реализации единицы изделия - 6 тыс. ден. ед., а - 16 тыс. ден. ед. Требуется определить план выпуска изделий, обеспечивающий максимальную прибыль при условии, что время работы фрезерных станков должно быть использовано полностью.

*Задача 2.* После лет эксплуатации промышленное оборудование может оказаться в одном из следующих состояний:

1. требуется незначительный ремонт;

2. необходимо заменить отдельные детали;
3. дальнейшая эксплуатация возможна лишь после капитального ремонта.

Накопленный на предприятии опыт свидетельствует, что вероятности указанных состояний оборудования составляют соответственно 0,3, 0,6, 0,1. В зависимости от сложившейся ситуации руководство предприятия может принять такие решения:

1. произвести ремонт своими силами, что потребует затрат, равных 2, 6 или 10 ден. ед. в зависимости от состояния оборудования (в затраты включены стоимость ремонта и заменяемых деталей, убытки, связанные с ухудшением качества выпускаемой продукции, простоем неисправного оборудования);
2. произвести ремонт при помощи специалистов-ремонтников, что вызовет затраты, равные 10, 4 или 8 ден. ед.;
3. заменить оборудование новым, на что будет израсходовано соответственно 14, 12 или 6 ден. ед.

Используя игровой подход, высказать рекомендации по оптимальному образу действий руководства предприятия.

### *Вариант 2*

*Задача 1.* Выполнить заказ по производству 32 изделий и 4 изделий взялись бригады и . Производительность бригады по производству изделий и составляет соответственно 4 и 2 изделия в единицу времени, фонд рабочего времени этой бригады – 9,5 единиц. Производительность бригады - соответственно 1 и 3, а ее фонд рабочего времени – 4 единицы. Затраты, связанные с производством единицы изделия, для бригады равны соответственно 9 и 20 тыс. ден. ед., а для бригады - 15 и 30 тыс. ден. ед. Требуется найти оптимальный план размещения заказа при дополнительном требовании: фонд рабочего времени бригады должен быть полностью использован.

*Задача 2.* Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы и найти цену игры:

### *Вариант 3*

*Задача 1.* Решить задачу линейного программирования графическим способом:

*Задача 2.* Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы:

### *Вариант 4*

*Задача 1.* Решить симплекс-методом задачу линейного программирования:

0

*Задача 2.* Каждый из игроков *A* и *B* записывает одно из чисел 1, 4, 6 или 9, затем они одновременно показывают написанное. Если оба числа оказались одинаковой четности, то игрок *A* выигрывает столько очков, какова сумма этих чисел, если разной четности – выигрывает игрок *B*. Составить платежную матрицу, найти нижнюю и верхнюю чистые цены игры, максиминную и минимаксную стратегии игроков.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	правильно полностью решена задача
отлично	правильно полностью решена задача
очень хорошо	задача решена с вычислительными неточностями
хорошо	задача решена с вычислительными неточностями
удовлетворительно	правильно полностью решена половина задачи
неудовлетворительно	правильно решено меньше половины задачи
плохо	правильно решено меньше половины задачи

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
		не зачтено			зачтено		
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.	Уровень знаний ниже минимальных требований.	Минимальный допустимый уровень	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, соответствующий	Уровень знаний в объеме, превышающий

	Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки	знаний. Допущено много негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	ющем программе подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	ующем программе подготовк и. Ошибок нет.	м программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

<i>вопросы</i>	<i>Код формируемой компетенции</i>
1. Постановка задачи математического программирования.	ПК-5
2. Задача об оптимальном использовании ресурсов.	ПК-5
3. Транспортная задача линейного программирования.	ПК-5
4. Различные формы задачи линейного программирования.	ПК-5
5. Переход от общей формы задачи линейного программирования к канонической.	ПК-5
6. Графический метод решения задачи линейного программирования.	ПК-5
7. Основные теоремы линейного программирования.	ПК-5
8. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.	ПК-5
9. Построение начального опорного плана.	ПК-5
10. Симплексные таблицы.	ПК-5
11. Переход к нехудшему опорному плану.	ПК-5
12. Матричные игры с нулевой суммой.	ПК-5
13. Максиминные и минимаксные стратегии.	ПК-5
14. Чистые и смешанные стратегии.	ПК-5
15. Свойства смешанных стратегий.	ПК-5

16. Теорема об активных стратегиях.	ПК-5
17. Упрощение матричной игры.	ПК-5
18. Понятие двойственности для симметричных задач линейного программирования.	ПК-5
19. Приведение матричной игры к задаче линейного программирования.	ПК-5
20. Статистические игры (игры с природой).	ПК-5
21. Определение оптимальной стратегии статистика.	ПК-5

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-5

#### Задача 1

Инвестор имеет плановый период года и намеревается максимизировать свое остаточное имущество в конце горизонта планирования. Кроме того, он хочет осуществлять постоянные изъятия из предприятий на уровне млн руб., которые начинаются в момент времени  $t$  и ежегодно растут на 5 процентных пунктов, т. е. структура изъятий составляет вектор  $\vec{c}$ . Инвестору известны четыре реальных инновационных проекта, порождающих денежные потоки, приведенные в таблице (млн руб.).

Момент времени $t$	0	1	2	3	4
Проект 1		- 500	- 900	1 250	350
Проект 2	- 800	80	160	320	520
Проект 3	- 700	500	300	- 200	220
Проект 4	- 300	700	350	170	- 1 090

Кроме того, на протяжении всего планового периода он может осуществлять финансовые инвестиции по остающейся постоянной ставке процента, равной 6%. Инновационные проекты 1, 2 и 3 включаются в программу лишь по одному разу. Но проект 4 можно было бы осуществить и два раза. Инвестор в момент времени  $t$  имеет ликвидные средства величиной в 500 млн руб. Дальнейшие базовые выплаты учитывать не нужно. Кроме того, он может осуществить два проекта финансирования 1 и 2. Первый кредит позволяет получить финансирование по ставке 8%, при этом в первый год не выплачивается основная сумма, а после этого в течение трех лет возвращается равными годовыми платежами. Предлагаемая кредитором сумма кредита равна 1 000 млн руб. При втором кредите речь идет о сумме, не превышающей 600 млн руб., которая должна быть возвращена вместе с начисленными процентами по ставке 8,5% по истечении четырех лет. Кроме того, инвестор может получить любую сумму по ставке 10%. Все финансовые проекты бесконечно делимы и совершенно независимы между собой. Нужно найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

#### Задача 2

Используем условия задачи 1. Только теперь цель инвестора состоит в том, чтобы максимизировать свой уровень доходов и при этом одновременно достичь остаточного имущества в объеме 500 млн руб. (т. е. добиться того, чтобы оно было идентично начальному запасу ликвидных средств).

#### Задача 3

Инвестор рассматривает плановый период лет и желает при фиксированном остаточном имуществе 1 000 млн руб. максимизировать уровень своих ежегодных изъятий. Они должны оставаться одинаковыми в течение планового периода. Инвестор может получить деньги под 16% и вложить их под 5% без количественных ограничений. Он учитывает фиксированные базовые платежи. Он выбирает между пятью бесконечно делимыми проектами модернизации с денежными потоками, представленными в таблице (млн руб.).

Момент времени $t$	0	1	2	3	4	5
Проект 1	- 800	40	- 200	700	300	300
Проект 2	- 400	- 300	600	150	210	100
Проект 3	- 1 200	1 800	- 200	60	- 450	
Проект 4	- 750	- 250	120	880	300	300
Проект 5	- 200	120	20	80	30	40

Инвестор имеет следующие три возможности финансирования при следующих условиях. Первый кредит имеет срок погашения 5 лет и не может превышать 1 000 млн руб. Ставка процентов составляет 10%, причем промежуточные выплаты процентов осуществлять не нужно. Это означает, что весь долг с процентами подлежит возврату по истечении 5 лет. Второй кредит имеет похожие условия. Ставка процентов составляет 7%, срок погашения - 3 года, и кредит можно получить лишь в начале следующего года, т. е. в момент времени. При третьем кредите речь идет о ссуде, которую нужно возвращать методом аннуитета, ее величина не превышает 600 млн руб. Ставка процентов составляет 8%, срок погашения – 3 года. Ни один из проектов модернизации не имеет смысла осуществлять более одного раза.

1. Составить денежные потоки этих трех предположений финансирования. При этом округлить платежи должника до целых чисел.

2. Сформулировать проблему принятия решения как задачу линейной оптимизации и составить базовую таблицу.

3. Определить приносящую максимальные доходы программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

#### Задача 4

Используем условия задачи 1. Только теперь инновационные проекты с 1 по 4 и проект финансирования 1 неделимы. При этом инновационные проекты 1 и 2 взаимно исключают друг друга. Далее, кредит 1 можно получить лишь тогда, когда осуществляется инновационный проект 2. Найти оптимальную программу инвестиций и финансирования и составить для нее полный финансовый план.

#### Задача 5

Какие дополнительные связи необходимы для обеспечения следующих связей между инновационными проектами?

1. Если мы реализуем проект 1, то должен быть реализован и проект 2.
2. Если мы отказываемся от проекта 1, то тогда проект 2 должен быть обязательно реализован.
3. Проект 1 допускается к реализации лишь в том случае, если будут реализованы также проекты 2 и 3.
4. Проект 1 нельзя осуществить, если осуществляется либо проект 2, либо проект 3.

### Задача 6

Инвестор имеет плановый период года и намерен максимизировать свое остаточное имущество к этому моменту времени. Кроме того, он хочет, чтобы, начиная с момента времени  $t$ , его изъятия, равные 6 000 ден. ед., ежегодно увеличивались на 10 процентных пунктов, значит, составляли в первом году 6 000 ден. ед., во втором – 6 600 ден. ед., в третьем – 7 200 ден. ед. В конце третьего года предприятие продается.

В настоящее время ( $t=0$ ) инвестор имеет три функционирующих комплекта оборудования типа 1 с мощностью в объеме 720 единиц времени, а также два функционирующих комплекта оборудования типа 2 с мощностью в объеме 840 единиц времени в каждом из периодов.

В каждый последующий момент времени ( $t=1, 2$ ) существует возможность расширения мощности посредством покупки оборудования типа 1 или типа 2. При этом необходимо учитывать выплаты в ден. ед. за приобретение объектов в соответствии с таблицей.

Момент времени приобретения $t$	$0$	$1$	$2$
Тип оборудования 1	900	850	820
Тип оборудования 2	750	800	850

С помощью названных типов объектов (однофазовое многопродуктовое оборудование) инвестор может производить два разных вида продукта ( $A$  или  $B$ ). Производственное время и переменные производственные выплаты на единицу продукции различаются в зависимости от вида продукта и используемого типа оборудования. Конкретно их можно увидеть в таблице.

	Продукт $A$		Продукт $B$	
	Произведен на		Произведен на	
	оборудовании 1	оборудовани	оборудовани	оборудовани

		<i>u 2</i>	<i>u 1</i>	<i>u 2</i>
Время обработки одной единицы	10	12	8	7
Переменные производственные выплаты за единицу	18	16	10	13

Инвестор предполагает, что чистые цены продажи и верхняя граница объема сбыта для продуктов *A* и *B* с течением времени изменяются. Конкретно он учитывает цифры, приведенные в таблице.

Момент времени <i>t</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Продукт A</i>			
Чистая цена продажи	40	37,5	35
Верхняя граница сбыта	200	300	400
<i>Продукт B</i>			
Чистая цена продажи	25	26	28
Верхняя граница сбыта	400	420	450

Так как инвестор намерен продать все свое предприятие в момент времени *t*, он учитывает приведенные в таблице в ден. ед. значения чистой выручки от ликвидации приобретенных в течение планового периода комплектов оборудования.

Момент времени приобретения <i>t</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Тип оборудования 1	450	480	580
Тип оборудования 2	350	450	600

Финансовые решения (ликвидные средства, получение кредитов, возврат кредитов) были приняты инвестором заранее. В соответствии с этими решениями ему нужно учитывать базовые платежи в ден. ед., приведенные в таблице.

Момент	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
--------	----------	----------	----------	----------

<i>времени t</i>				
Базовые платежи	9 000	- 1 000	0	- 4 000

В эти платежи, относящиеся к моменту времени , включаются поступления от продажи продукции, произведенной в момент времени . Базовые же платежи в момент времени рассчитаны с учетом выручки от ликвидации уже существовавших комплектов оборудования предприятия.

Требуется найти оптимальную при описанных условиях инвестиционную и производственную программу.

### Задача 7

Руководство завода предполагает провести комплекс организационно-технических мероприятий с целью модернизации производства. Мероприятия предполагают соответствующие затраты производственных, трудовых и финансовых ресурсов с их экономической отдачей (см. таблицу).

<i>Мероприятие</i>	<i>Трудовые ресурсы (чел.-дней)</i>	<i>Финансовые ресурсы (млн руб.)</i>	<i>Производ-ственные площади (м<sup>2</sup>)</i>	<i>Экономи-ческий эффект (млн руб.)</i>
Закупка станков с ЧПУ	350	400	130	13 000
Текущий ремонт	250	90	-	3 000
Монтаж транспортного конвейера	100	60	300	8 000
Установка рельсового крана	200	300	150	12 000
Установка рельсового крана	130	-	150	2 500
Ввод системы контроля качества	800	500	100	15 000
Разработка АСУП				

На реализацию всех мероприятий завод может выделить трудовых ресурсов – 1 300 чел.-дней, финансовых ресурсов - 1 млрд руб., производственных площадей - 700 м<sup>2</sup>.

Какие мероприятия следует провести, чтобы общий экономический эффект был максимальным, и какова тогда его величина?

### Задача 8

Два сельскохозяйственных предприятия  $A$  и  $B$  выделяют денежные средства на строительство 3-х объектов. С учетом особенностей вкладов и местных условий прибыль предприятия  $A$  в зависимости от объема финансирования выражается элементами матрицы

Будем предполагать, что убыток предприятия  $B$  при этом равен прибыли предприятия  $A$ . Требуется найти оптимальные стратегии предприятий  $A$  и  $B$ .

#### Задача 9

Каждый из игроков  $A$  и  $B$  записывает одно из чисел 1, 4, 6 или 9, затем они одновременно показывают написанное. Если оба числа оказались одинаковой четности, то игрок  $A$  выигрывает столько очков, какова сумма этих чисел, если разной четности – выигрывает игрок  $B$ . Составить платежную матрицу, найти нижнюю и верхнюю чистые цены игры, максиминную и минимаксную стратегии игроков.

#### Задача 10

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы:

#### Задача 11

Выполнить всевозможные упрощения платежной матрицы и найти цену игры:

#### Задача 12

В соответствии со спросом на продукцию  $i$ -й номенклатуры в городе планируется построить предприятие по производству этой продукции. Неопределенность спроса в период  $t$  приводит к тому, что необходимо рассчитать объем выпускаемой продукции, который должен быть не меньше уровня спроса, чтобы не потерять потенциально возможный доход от реализации продукции, а также не должен превышать уровень спроса, т. к. предприятие будет нести убытки, связанные в основном с уценкой. Предположим, что в течение года (по кварталам) спрос на продукцию  $i$ -й номенклатуры выражается величинами 10, 20, 30, 40 тыс. шт. В таком случае и планирующий орган предприятия может принять одно из следующих решений: построить предприятие, которое могло бы удовлетворить спрос потребителей в 10, 20, 30, 40 тыс. шт.  $i$ -й продукции. Работа подобных предприятий показывает, что предприятие терпит издержки от нереализованной единицы  $i$ -й продукции 5 ден. ед., а доход от реализации единицы продукции составляет 15 ден. ед. Функцию платежей можно записать в виде кусочно-линейной функции потерь:

, где

Требуется:

1. придать описанной ситуации игровую схему;  
установить характер игры и выявить ее участников;

1. вычислить элементы платежной матрицы и составить ее;
2. дать обоснованные рекомендации планирующему органу на строительство предприятия, которое могло бы обеспечить спрос потребителей на -ю продукцию.

При изучении работы аналогичных предприятий планирующий орган располагает некоторой дополнительной информацией, снижающей неопределенность ситуации:

1. известны вероятности спроса на данную продукцию по кварталам года: 0,3; 0,2; 0,4; 0,1;
2. спрос на продукцию в каждом квартале равновероятен;
3. о вероятностях спроса на указанную продукцию по кварталам ничего определенного сказать нельзя.

### Задача 13

После лет эксплуатации промышленное оборудование может оказаться в одном из следующих состояний:

1. требуется незначительный ремонт;
2. необходимо заменить отдельные детали;
3. дальнейшая эксплуатация возможна лишь после капитального ремонта.

Накопленный на предприятии опыт свидетельствует, что вероятности указанных состояний оборудования составляют соответственно 0,3, 0,6, 0,1. В зависимости от сложившейся ситуации руководство предприятия может принять такие решения:

1. произвести ремонт своими силами, что потребует затрат, равных 2, 6 или 10 ден. ед. в зависимости от состояния оборудования (в затраты включены стоимость ремонта и заменяемых деталей, убытки, связанные с ухудшением качества выпускаемой продукции, простоем неисправного оборудования);
2. произвести ремонт при помощи специалистов-ремонтников, что вызовет затраты, равные 10, 4 или 8 ден. ед.;
3. заменить оборудование новым, на что будет израсходовано соответственно 14, 12 или 6 ден. ед.

Используя игровой подход, высказать рекомендации по оптимальному образу действий руководства предприятия.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	правильно полностью решена задача
отлично	правильно полностью решена задача
очень хорошо	задача решена с вычислительными неточностями
хорошо	задача решена с вычислительными неточностями

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	правильно полностью решена половина задачи
неудовлетворительно	правильно решено меньше половины задачи
плохо	правильно решено меньше половины задачи

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Прочитайте текст и выберите один/несколько правильный ответ

1. Какие бывают типы транспортных задач линейного программирования?

- А) Закрытая задача.
- Б) Задача синтеза.
- В) Задача наблюдаемости.
- Г) Открытая задача.

2. Какие бывают формы задачи линейного программирования?

- А) Стандартная.
- Б) Открытая.
- В) Каноническая.
- Г) Общая.

3. Какой денежный поток не зависит от того, осуществляет фирма проект или нет.

- А) Свободный денежный поток.
- Б) Базовый платеж.
- В) Остаточный денежный поток.
- Г) Чистый денежный поток.

4. Какие бывают цели инвестора при составлении полного финансового плана?

- А) Стремление к NPV.
- Б) Стремление к доходу.
- В) Стремление к сроку окупаемости.
- Г) Стремление к остаточному имуществу.

5. Какая задача наиболее соответствует реальным способам ведения бизнеса?

А) Задача линейного программирования.

Б) Задача целочисленного программирования.

В) Задача частично целочисленного программирования.

Г) Задача математического программирования.

6. Выберите правильную формулу верхней чистой цены игры.

А)

Б)

В)

Г)

6. Выберите правильную формулу нижней чистой цены игры.

А)

Б)

В)

Г)

7. Выберите правильное утверждение.

А) В смешанных стратегиях любая конечная матричная игра имеет седловую точку.

Б) В смешанных стратегиях нижняя чистая цена игры не превосходит верхней чистой цены игры.

В) Любая конечная матричная игра имеет седловую точку.

Г) В матричной игре нижняя чистая цена игры не превосходит верхней чистой цены игры.

8. Выберите правильное утверждение для двойственных задач линейного программирования.

А) Прямая задача на максимум, а двойственная на минимум.

Б) Для задачи на минимум система ограничений имеет вид .

В) Для задачи на минимум система ограничений имеет вид .

Г) Прямая задача на минимум, а двойственная на максимум.

9. Как выглядит критерий Сэвиджа?

А) .

Б) .

В) .

Г) .

10. Как выглядит критерий Вальда?

А) .

Б) .

В) .

Г) .

### Ключи к оцениванию

№ задания	Верный ответ	Критерии
1	АГ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
2	АВГ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
3	Б	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
4	БГ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
5	В	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
6	БВ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
7	АГ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
8	АВГ	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
9	В	1 б – полное правильное соответствие 0 б – остальные случаи
10	А	1 б – полное правильное соответствие

	0 б – остальные случаи
--	------------------------

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Экономика и финансовое обеспечение инновационной деятельности : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Инноватика" и специальности "Упр. инновациями" : [в 2 т.]. Т. 2. Финансовое обеспечение / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 709 с. - На обл. кн.: Университет Лобачевского. - ISBN 978-5-91326-348-3 : 261.32., 102 экз.
2. Разработка и принятие решений в управлении инновациями : учеб. по направлению подготовки бакалавриата 27.03.05 "Инноватика" / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 372 с. - ISBN 978-5-91326-351-3 : 200.00., 32 экз.

Дополнительная литература:

1. Трифоненкова Татьяна Юрьевна. Финансирование инноваций : Учебное пособие. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2020. - 141 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-006652-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=631151&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- компьютерная программа Maple ([www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com));
- компьютерная программа Mathematica ([www.wolfram.com](http://www.wolfram.com));
- компьютерная программа Matlab ([www.mathworks.com](http://www.mathworks.com)).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 38.04.04 - Государственное и муниципальное управление.

Автор(ы): Кошелев Егор Викторович, кандидат экономических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Яшин Сергей Николаевич, доктор экономических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.11.2024, протокол № 5.