Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.10.2026 20:28:26
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9926

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Экономико - математические методы и моделирование»

Уровень образования	**бакалавриат** (бакалавриат/магистратура/специалитет)
Направление подготовки бакалавриата/магистратуры/специальность	21.03.02 Землеустройство и кадастры (код, наименование направления подготовки/специальности)
Профиль направления подготовки/специализация	Кадастр недвижимости (наименование)

г. Махачкала 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)
2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП
2.1.2. Этапы формирования компетенций
2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания
2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования
2.2.2. Описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП
3.1. Задания и вопросы для входного контроля
3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций
3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета и (или) экзамена)

1. Область применения, цели и задачи фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины Экономико - математические методы и моделирование и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся (в т.ч. по самостоятельной работе студентов, далее – СРС), освоивших программу данной дисциплины.

Целью фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 21.03.02 Землеустройство и кадастры, профиль «Кадастр недвижимости»

Рабочей программой дисциплины Экономико - математические методы и моделирование предусмотрено формирование следующих компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины (модуля), и используемые оценочные средства приведены в таблице 1.

2.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

Таблица 1

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	Критерии оценивания	Наименование контролируемых разделов и тем[1]
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа УК-1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников УК-1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для ре-	- знает общие понятия об экономико-математических моделях и моделировании в землеустройстве - умеет применять методы экономико-математического моделирования при исследовании и решении задач в землеустройстве и кадастрах - владеет методами экономико-математического моделирования и применения их при решении землеустроительных задач	Тема 1. Общие сведения об экономико-математических моделях и моделировании в землеустройстве Тема 2. Численное решение систем линейных уравнений. Тема 13. Экономико-статистическое моделирование. Тема 4. . Корреляционно-регрессионное моделирование в землеустройстве. Тема 5. 5. Применение производственных функций для решения землеустроительных задач Тема 6. Применение симплекс-метода в землеустройстве Тема 7. Распределительная (транспортная) модель в землеустройстве Тема 8. Методы принятия решения в условиях неопределенности и их применения для экономико-математического моделирования Тема 9. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.

	шения поставленных задач управления в кадастре недвижимости		
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.	ОПК-1.1 Знает теоретические положения общенаучных и естественно-научных дисциплин; принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных производственно-технологических процессов. ОПК -1.4 Владеет навыками построения технических схем и чертежей, навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа и естественнонаучные знания.	- знает общие понятия об экономико-математических моделях и моделировании в землеустройстве - владеет навыками применения экономико-математических методов и моделей при решении в области землеустройства и кадастров	Пз 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10,11,12,13,14,15,16,17

2.1.3. Этапы формирования компетенций

Сформированность компетенций по дисциплине «”Экономико-математические методы и моделирование» определяется на следующих двух этапах:

1. **Этап текущих аттестаций** (текущие аттестации 1-3; СРС; КР)
2. **Этап промежуточных аттестаций** (зачет)

Таблица 2 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование формируемой компетенции	Код и наименование индикатора достижения формируемой компетенции	**Этапы формирования компетенций по дисциплине «ИСУНК»**					
		Этап текущих аттестаций				**Этап промеж. аттест.**	
		1-5 нед.	**6-10 нед.**	**11-15 нед.**	**1-17 нед.**	**18-20 нед.**	
		Текущая аттест.1 (контр.раб. 1)	Текущая аттест.2 (контр.раб.2)	Текущая аттест.3 (контр.раб.3)	СРС (творч.отчет)	КР (поясн.зап., ГМ)	Промеж.аттест. (зачет
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Контрольная работа №1	контрольная работа№2,	Устный опрос	Устный опрос	Устный опрос	Тест для проведения зачёта
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.	Устный опрос	Реферат	контрольная работа№2	Устный опрос	Устный опрос	Контрольная работа для проведения зачёта

СРС – самостоятельная работа студентов;
КР– курсовая работа;
ГМ – графический материал;

2.2. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования, описание шкал оценивания

2.2.1. Показатели уровней сформированности компетенций на этапах их формирования

Результатом освоения дисциплины «Экономико - математические методы и моделирование» является установление одного из уровней сформированности компетенций: высокий, повышенный, базовый, низкий.

Таблица 3

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
Высокий (оценка «отлично», «зачтено»)	Сформированы четкие системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные и верные. Даны развернутые ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции	Обучающимся усвоена взаимосвязь основных понятий дисциплины, в том числе для решения профессиональных задач. Ответы на вопросы оценочных средств самостоятельны, исчерпывающие, содержание вопроса/задания оценочного средства раскрыто полно, профессионально, грамотно. Даны ответы на дополнительные вопросы. Обучающимся продемонстрирован высокий уровень освоения компетенции
Повышенный (оценка «хорошо», «зачтено»)	Знания и представления по дисциплине сформированы на повышенном уровне. В ответах на вопросы/задания оценочных средств изложено понимание вопроса, дано достаточно подробное описание ответа, приведены и раскрыты в тезисной форме основные понятия. Ответ отражает полное знание материала, а также наличие, с незначительными пробелами, умений и навыков по изучаемой дисциплине. Допустимы единичные негрубые ошибки. Обучающимся продемонстрирован повышенный уровень освоения компетенции	Сформированы в целом системные знания и представления по дисциплине. Ответы на вопросы оценочных средств полные, грамотные. Продемонстрирован повышенный уровень владения практическими умениями и навыками. Допустимы единичные негрубые ошибки по ходу ответа, в применении умений и навыков
Базовый (оценка «удовлетворительно», «зачтено»)	Ответ отражает теоретические знания основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП. Обучающийся допускает неточности в ответе, но	Обучающийся владеет знаниями основного материал на базовом уровне. Ответы на вопросы оценочных средств неполные, допущены существенные ошибки. Продемонстрирован

Уровень	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные/ профессиональные компетенции
	обладает необходимыми знаниями для их устранения. Обучающимся продемонстрирован базовый уровень освоения компетенции	базовый уровень владения практическими умениями и навыками, соответствующий минимально необходимому уровню для решения профессиональных задач
Низкий (оценка «неудовлетворительно», «не зачтено»)	Демонстрирует полное отсутствие теоретических знаний материала дисциплины, отсутствие практических умений и навыков	

2.2.2. Описание шкал оценивания

В ФГБОУ ВО «ДГТУ» внедрена модульно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. В соответствии с этой системой применяются пятибальная, двадцатибальная и стобальная шкалы знаний, умений, навыков.

Шкалы оценивания			**Критерии оценивания**
пятибальная	двадцатибальная	стобальная	
«Отлично» - 5 баллов	«Отлично» - 18-20 баллов	«Отлично» - 85 – 100 баллов	Показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е.: – продемонстрирует глубокое и прочное усвоение материала; – исчерпывающе, четко, последовательно, грамотно и логически стройно излагает теоретический материал; – правильно формирует определения; – демонстрирует умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; – умеет делать выводы по излагаемому материалу.
«Хорошо» - 4 баллов	«Хорошо» - 15 - 17 баллов	«Хорошо» - 70 - 84 баллов	Показывает достаточный уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует достаточно полное знание материала, основных теоретических положений; – достаточно последовательно, грамотно логически стройно излагает материал; – демонстрирует умения ориентироваться в нормальной литературе; – умеет делать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
«Удовлетворительно» - 3 баллов	«Удовлетворительно» - 12 - 14 баллов	«Удовлетворительно» - 56 – 69 баллов	Показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.: – демонстрирует общее знание изучаемого материала; – испытывает серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы; – знает основную рекомендуемую литературу; – умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого материала.
«Неудовлетворительно» - 2 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-11 баллов	«Неудовлетворительно» - 1-55 баллов	Ставится в случае: – незнания значительной части программного материала; – не владения понятийным аппаратом дисциплины; – допущения существенных ошибок при изложении учебного материала; – неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; – неумение делать выводы по излагаемому материалу.

3. Типовые контрольные задания, иные материалы и методические рекомендации, необходимые для оценки сформированности компетенций в процессе освоения ОПОП

3.1. Задания и вопросы для входного контроля

Задача 1.

Нарисовать на одном чертеже области, образованные следующими неравенствами:

1) $y \geq |x|$; $y \leq 2$.
2) $Y \geq x^2 - 2$; $y \leq x$.

Задача 2

Найти геометрическое изображение множеств: A, B, $A \cup B$, $A \cap B$, $A \setminus B$, где:

1) $A=\{(x,y): 2x+3y \leq 6x+1\}$,
   $B=\{(x,y): x^2+y^2>1\}$.
2) $A=\{(x,y): |x+y| \leq 2\}$,
   $B=\{(x,y): x^2 \leq 1, y \leq 1\}$.

Задача 3.

1). Найти произведение ненулевых элементов в двумерном числовом массиве. Написать блок-схему алгоритма и программу.

2). Вычислить в двумерном числовом массиве суммы положительных и отрицательных элементов. Написать блок-схему алгоритма и программу.

Задача 4.

1). Вычислить диагональ и площадь прямоугольника, вписанного в окружность радиуса R, если отношение его сторон равно n.

2). В шар радиуса R вписан конус с углом α при вершине в осевом сечении конуса. Определить объем и полную поверхность конуса.

Критерии оценки результатов входной контрольной работы:

- оценка «отлично»: продемонстрировано грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Даны верные ответы на все вопросы и условия задач (заданий). При необходимости сделаны пояснения и выводы (содержательные, достаточно полные, правильные, учитывающие специфику проблемной ситуации в задаче или с незначительными ошибками);
- оценка «хорошо»: грамотное последовательное решение задач (заданий) при правильно выбранном алгоритме. Однако, ответы на вопросы и условия задач (заданий) содержат незначительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «удовлетворительно»: обучающийся ориентируется в материале, но применяет его неверно, выбирает неправильный алгоритм решения задач (неверные исходные данные, неверная последовательность решения и др. ошибки), допускает вычислительные ошибки. Пояснения и выводы отсутствуют или даны неверно;
- оценка «неудовлетворительно»: обучающийся слабо ориентируется в материале, выбирает неправильный алгоритм решения, допускает значительное количество вычислительных ошибок. Пояснения и выводы отсутствуют.

3.2. Оценочные средства и критерии сформированности компетенций

Задания для текущих аттестаций

Текущие аттестации проводятся в виде контрольных работ, состоящих из двух частей: устного опроса (коллоквиума) для теоретических вопросов и непосредственно письменной работы (контрольной работы) для практических заданий. Допускается вариант объединения обеих частей и проведение одной письменной контрольной работы с теоретическими вопросами и практическими заданиями (задачами). В последнем случае критерии оценки уровня сформированности компетенций при проведении коллоквиума и контрольной работы рассматриваются вместе.

3.2.1. *Контрольная работа № 1*

Задание 1. Для приведенной ниже задачи составить математическую модель, подставив данные своего варианта из таблицы 1. Решить задачу симплекс методом и графически, показать соответствие опорных решений и вершин допустимой области.
Предприятие выпускает продукцию двух разновидностей. Каждый вид продукции проходит обработку на трех станках. При обработке 1т продукции А первый станок используется tA1 ч, второй станок – tA2 ч, третий станок - tA3 ч. При обработке 1 т продукции В первый станок используется tB1 ч, второй станок – tB2 ч, третий станок - tB3 ч.

Задание 2. Решить методом потенциалов транспортную задачу:
На станции A1, A2, A3, A4, A5 поступил однородный груз, который надо отвезти пяти заказчикам B1, B2, B3, B4, B5.
Потребности заказчиков (в условных единицах), количество грузов на каждой станции (в тех же единицах) и тарифы (стоимость перевозки единицы груза с данной станции данному заказчику в денежных единицах) указаны в таблице.
Требуется спланировать перевозки так, чтобы общая сумма стоимости перевозок была наименьшей.
2.1

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	1	5	7	9	3	10
A_2	4	6	4	7	13	20
A_3	1	5	3	4	9	10
A_4	2	4	2	10	3	30
A_5	3	2	5	6	4	10
	10	10	25	25	30	

2. 2

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	4	3	5	2	3	100
A_2	7	1	2	3	1	200
A_3	9	2	4	5	6	300
A_4	1	3	6	4	10	100
A_5	5	8	15	6	15	200
	100	200	200	300	200	

2.3

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	3	4	5	4	1	50
A_2	1	2	7	1	5	100
A_3	4	6	6	3	7	150
A_4	2	7	4	7	2	100
A_5	3	8	9	4	5	200
	100	150	150	100	300	

2.4.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	1	2	3	1	2	400
A_2	3	4	2	4	5	500
A_3	5	7	6	3	9	600
A_4	4	10	15	4	8	400
A_5	3	4	5	3	7	200
	400	600	500	400	500	

2.5.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	4	5	2	4	3	20
A_2	3	1	3	5	2	40
A_3	2	7	6	8	6	80
A_4	3	3	1	4	9	40
A_5	1	6	9	2	7	20
	20	20	40	40	40	

2.6.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	3	4	6	5	13	50
A_2	6	3	7	6	10	50
A_3	10	5	2	2	6	100
A_4	9	4	4	9	5	150
A_5	3	2	4	2	3	100
	50	50	100	100	50	

2.7.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	1	7	12	2	5	200
A_2	2	3	8	4	7	100
A_3	3	5	4	6	9	200
A_4	4	4	3	8	2	400
A_5	5	3	7	10	1	400
	200	400	100	200	100	

2.8.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	2	5	5	6	7	10
A_2	4	3	4	4	3	5
A_3	5	2	3	6	2	5
A_4	3	6	5	7	8	10
A_5	1	9	7	6	4	15
	5	10	15	15	15	

2.9.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	3	1	3	4	3	10
A_2	5	1	2	2	6	30
A_3	2	3	4	1	1	60
A_4	6	2	5	3	2	10
A_5	3	7	4	4	1	60
	10	30	30	30	40	

2.10.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	3	1	8	1	4	250
A_2	2	5	2	3	5	500
A_3	9	4	6	5	7	750
A_4	7	3	10	3	2	250
A_5	6	6	4	7	8	500
	500	250	500	750	500	

3.2.2. *Контрольная работа № 2*

Задание 1. Составить математическую модель в виде задачи целочисленного линейного программирования. Предварительно указать все возможные способы распила доски на заготовки нужной длины.

Решить задачу методом отсечений (метод Гомори).

Доски длиной L, имеющиеся в достаточном количестве, следует распилить на заготовки двух видов:

длиной $l1$ и длиной $l2$ Заготовок первого вида должно быть получено не менее $n1$ штук, заготовок второго вида – не менее $n2$ штук. Каждая доска может быть распилена на указанные заготовки несколькими способами. Определить, сколько досок надо распилить каждым способом, чтобы необходимое количество заготовок было получено из наименьшего числа досок.

Решить задачу методом ветвей и границ

Варианты числовых данных приведены в таблице 3.

Таблица 3

№	L	l1	l2	n1	n2
1	4,0	1,5	1,1	92	55
2	4,6	1,9	1,3	60	65
3	4,5	1,7	1,3	94	55
4	3,8	1,5	1,1	70	67
5	4,0	1,6	1,1	32	57
6	3,7	1,4	1,1	45	65
7	4,8	1,9	1,3	42	47
8	4,0	1,5	1,2	87	67
9	4,1	1,6	1,1	50	51
10	3,3	1,4	0,9	88	61

3.2.3. *Контрольная работа № 3*

Задание 1. Предприятие может выпускать три вида продукции $A1$, $A2$, $A3$, получая прибыль, зависящую от спроса на эту продукцию. Спрос, в свою очередь, может принимать одно из четырех состояний $B1$, $B2$, $B3$, $B4$. В матрице элементы aij характеризуют прибыль, которую получает предприятие при выпуске продукции Ai и состоянии спроса Bj:

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

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

Указание. Представить задачу как матричную игру двух лиц (предприятие - спрос) с нулевой суммой, исключить заведомо невыгодные стратегии игроков, найти оптимальные стратегии и цену игры сведением игры к паре симметричных двойственных задач линейного программирования, определить оптимальные пропорции в выпускаемой продукции. Числовые данные помещены в таблице 1.

Талица 1

№	a11	a12	a13	a14	a21	a22	a23	a24	a31	a32	a33	a34
1	1	7	7	6	5	3	4	2	4	3	1	2
2	7	2	4	6	5	7	5	4	3	1	2	6
3	1	2	4	4	8	5	9	2	1	3	7	6
4	9	7	5	7	1	2	6	4	9	2	3	6
5	2	3	1	5	1	2	3	2	6	4	5	2
6	3	3	4	2	2	8	1	5	1	7	1	4
7	1	2	4	2	8	9	6	7	1	3	7	2
8	5	3	5	6	3	4	7	1	2	1	5	4
9	2	1	3	3	1	8	2	9	9	1	3	7
10	5	3	7	5	5	8	6	4	4	1	2	3
11	3	8	4	9	6	2	3	7	2	6	4	5
12	5	5	1	6	3	4	8	2	7	9	1	9
13	3	1	6	4	4	7	5	3	6	2	6	8
14	8	2	3	5	2	4	8	4	9	7	3	6
15	1	5	3	3	6	2	6	4	1	2	1	3
16	4	2	7	3	4	6	1	5	5	3	8	5
17	9	8	1	8	4	7	6	5	9	8	1	2
18	3	2	1	6	4	4	7	3	5	9	2	9
19	2	7	6	5	8	3	9	6	2	1	5	5
20	6	2	3	7	5	4	8	3	7	9	4	9

Решить данную игру в условиях неопределенности.

Перечень вопросов для реализации компьютерного тестирования по дисциплине «Экономико-математические методы и модели»

1.Основная цель оптимизации заключается
в нахождении всех возможных решений
в нахождении оптимального решения кратчайшим способом
в нахождении оптимального решения ни один из перечисленных

2.Решение задач оптимизации сводится к отысканию
только минимума целевой функции
только максимума целевой функции
любой из перечисленных
правильного варианта нет
3.В задаче “о производстве” требуется найти
объем выпускаемой продукции
максимальную прибыль
то и другое
правильного варианта нет
4.В любой задаче линейного программирования переменные
положительные
не отрицательные
не положительные
произвольные
5.Обязательным условием для неравенств в задачах линейного программирования является
линейность
однородность
не отрицательность
нечто иное
6.Целью транспортной задачи является
найти объем перевозимого товара
найти максимальную прибыль
найти оптимальный план перевозки
правильного варианта нет
7.Ответ задачи “о распиле” содержит значения
целые
натуральные
положительные
любые
8.Одна из теорем двойственности звучит
экстремумы отличаются знаком
экстремумы совпадают
равенство переменных
правильного варианта нет
9.Для разрешимости транспортной задачи количество занятых клеток должно быть равно
количество потребителей плюс поставщиков минус 1
количество потребителей плюс поставщиков
количество потребителей плюс поставщиков плюс 1
всегда по разному
10.Количество решений системы линейных уравнений может быть
одно

ни одного
бесконечно
любое из перечисленных

11.Матрицы взаимодвойственных задач

взаимообратные
одинаковыетранспонированные
любое из перечисленных

12.С продукцией в задаче динамического программирования выполняют

выпуск
перераспределение
закупку
нечто иное

13.Одна из теорем двойственности звучит: неотрицательность одной переменной вызывает

положительность двойственной

да
нет
не полностью

14.В задаче о коммивояжере речь идет о

продукции
графах (путь)
сырье
иное

15.Какая из задач записана в каноническом виде

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\min \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \end{cases}$$

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y = 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y \ge 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

16.Графически мы можем решить задачу линейного программирования с числом переменных

2

1

число свободных переменных равно 2

любой из перечисленных

17.

$$\max F(x) = 2x_1 + 2x_2$$

Найдите $\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \geq -6 \\ 3x_1 + x_2 \geq 3 \\ x_1 \geq 3 \end{cases}$

11

21

6

4

18.

$$\max F(x) = 3x_1 + x_2$$

Двойственная задача к данной ЗЛП $\begin{cases} x_1 - 2x_2 \leq 2 \\ -x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + x_2 \geq 1 \\ x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1, x_2 \geq 0 \end{cases}$ **имеет вид**

$$\min F(y) = 3y_1 + y_2$$

$$\begin{cases} y_1 - 2y_2 \geq 2 \\ -y_1 + y_2 \geq 2 \\ y_1 + y_2 \leq 1 \\ y_1 + y_2 \geq 5 \\ y_1, y_2 \geq 0 \end{cases}$$

$$\min F(x) = 2y_1 + 2y_2 - y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 - y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

$$\max F(y) = 2y_1 + 2y_2 - y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 - y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 - y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

$$\min F(y) = 2y_1 + 2y_2 + y_3 + 5y_4$$

$$\begin{cases} y_1 - y_2 + y_3 + y_4 \geq 3 \\ -2y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \geq 1 \\ y_i \geq 0, i = \overline{1;4} \end{cases}$$

19.Решение транспортной задачи заключается в методе

перебора

симплексном

потенциалов

Монте –Карло

20.При открытой модели транспортной задачи, когда потребности превышают запасы

необходимо ввести мнимого

поставщика

потребителя

любого из перечисленных

нечто иное

21.Пусть m- число переменных, n – число неравенств, тогда при приведении к каноническому

виду необходимо ввести число свободных переменных

m

n

m-n

n-m

22.Транспортная задача может быть

открытой

закрытой

любой из перечисленных

нечто иное

23.Если в канонической форме ЗЛП число переменных равно числу уравнений, то система

ограничений

обязательно имеет только одно решение

имеет одно решение, если оно существует

имеет множество решений

любое из перечисленных

24.Задача оптимального использования сырья требует экстремум функции в виде

max

min

любой из перечисленных

ни один из перечисленных

25.Какая из ЗЛП записана в общем виде

$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y \le 3 \\ x - y \le 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$
$$\min \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \ge 5 \\ x + 2y \ge 3 \\ x - y \ge 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$
$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y = 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y = 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$
$$\max \quad F(x) = 3x + 2y$$
$$\begin{cases} 2x + y \le 5 \\ x + 2y = 3 \\ x - y \ge 1 \\ x, y \ge 0 \end{cases}$$

26.Графически мы можем решить задачу моделей и методов оптимизации» с числом переменных

1
2
3
любой из перечисленных

27.В симплексном методе знак свободного элемента в ограничениях

больше нуля
не больше нуля
не меньше нуля
любое из перечисленных

28.Методом нахождения начального опорного плана транспортной задачи является метод

северо-восточного угла
северо-западного угла
юго-восточного угла
юго-западного угла

29.При открытой модели транспортной задачи, когда запасы превышают потребности

необходимо ввести мнимого

поставщика
потребителя
любого из перечисленных
нечто иное

30.Количество решений транспортной задачи может быть

только одно
два

множество
любое из перечисленных

31.Если в канонической форме ЗЛП число переменных больше числа уравнений, то система
ограничений

обязательно имеет только одно решение
имеет одно решение, если оно существует
имеет множество решений
любое из перечисленных

32.Задачи целочисленного программирования можно решить методом

потенциалов
ветвей и границ
Монте-Карло
ни один из перечисленных

33.К задаче линейного программирования поставлена двойственная задача. Выберите ситуацию,
возможную при данном условии

оптимальное значение целевой функции прямой задачи больше, чем оптимальное значение целевой
функции двойственной задачи
оптимальные планы прямой и двойственной задач различныоптимальные значения целевых функций планы прямой и двойственной задач достигаются в одной
и той же точке
ни одна из перечисленных

34.Задача линейного программирования не имеет допустимых решений. Выберите ситуацию,возможную при данном условии

приведением к каноническому виду можно добиться не пустоты допустимого множества
применяя метод искусственного базиса можно найти оптимальный опорный план
в базисе опорного плана, отвечающего критерию оптимальности, присутствуют искусственные
переменные
ни одна из перечисленных

35.Задача математического программирования не имеет допустимых решений. Выберите
ситуацию, возможную при данном условии

в задаче отсутствуют ограничения
система ограничений задачи несовместна
целевая функция неограниченна на допустимой области
ни одна из перечисленных

36.Какие функции, уравнения и неравенства используются в линейном программировании

только линейные
любые
в зависимости от решаемой задачи
только нелинейные

37.Методы линейного программирования позволяют определить оптимальное экономическое
решение

нет
всегда
да, если оно существует
линейное программирование предназначено для других целей

38.Как представляется конкретный план в линейном программировании
датами
числовыми значениями
интегральной кривой возможных потерь
ни один из перечисленных
39.Допустимым планом задачи линейного программирования называется
любой план
любой, удовлетворяющий системе ограничений
любой, с положительными значениями
ни один из перечисленных
40.Оптимальным планом задачи линейного программирования называется
любой план
любой допустимый план
допустимый план, которой достигает максимум или минимум целевой функции
ни один из перечисленных
41.Система ограничений задачи линейного программирования это система
нестрогих неравенств
только строгих неравенств
только равенств
любой из перечисленных
42.Система ограничений ЗЛП является системойтолько линейных ограничений
линейных и нелинейных ограничений
только нелинейных ограничений
различна, в зависимости от условий решаемой задачи
43.Целевая функция в ЗЛП должна быть
нелинейной
линейной
любой
различна, в зависимости от условий решаемой задачи
44.Математическая модель ЗЛП это
целевая функция
целевая функция и набор ограничений
набор ограничений
нечто иное
45.Какие задачи решаются методом линейного программирования
поиск экстремума нелинейной функции при линейных ограничениях
поиск экстремума линейной функции при нелинейных ограничениях
поиск экстремума линейной функции при линейных ограничениях
любые из перечисленных
46.Какое количество ограничений допустимо в ЗЛП
не более числа переменных
равное числу переменных
не менее числа переменных
любое
47.План модели транспортной задачи удобнее представлять
вектором
матрицей
числом
графиком
48.В каком случае модель транспортной задачи является закрытой моделью
всегда если общий объем груза у поставщиков не меньше суммарной потребности потребителей

если общий объем груза у поставщиков равен суммарной потребности потребителей
модель транспортной задачи не может быть закрытой

49.В общем виде задачи линейного программирования оптимальный план доставляет

максимум целевой функции
минимум целевой функции
экстремум целевой функции
ни один из перечисленных

50.Оптимуму при решении ЗЛП графическим способом соответствует

любое положение линии уровня в области допустимых планов
положение линии уровня проходящей через точку с координатами C1,C2 (C1,C2 - коэффициенты
целевой функции)
крайнее положение линии уровня в области допустимых планов
ни один из перечисленных

51.Симплекс-метод предназначен для

решения системы нелинейных уравнений
решения задачи линейного программированиярешения системы трансцендентных уравнений
решения транспортной задачи

52.Метод Гомори используется для решения задачи

целочисленного программирования
динамического программирования
линейного программирования
транспортной

53.Метод множителей Лагранжа используется

для решения систем линейных уравнений
для решения транспортной задачи
для определения условного экстремума
для решения задач целочисленного программирования

54.Если целевая функция является строго выпуклой (строго вогнутой) и если область решений системы ограничений не пуста и ограничена, то задача выпуклого программирования

всегда имеет бесконечно много решений
не имеет решений
всегда имеет единственное решение
всегда имеет более одного решения

55.Метод спуска используется

для решения систем линейных уравнений
для решения транспортной задачи
для решения задач выпуклого программирования
для решения задач целочисленного программирования

56.Параметрическое программирование рассматривает

экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, зависящими от параметров
экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, линейно зависящими от переменных
экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, не зависящими от параметров
любые из перечисленных

57.Динамическое программирование – это

метод оптимизации, с помощью которого решаются экстремальные задачи с целевыми функциями и ограничениями, зависящими от параметров

метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения может быть разбит на этапы

метод оптимизации, приспособленный к операциям, в которых процесс принятия решения не может быть разбит на этапы

состоит в нахождении экстремального значения линейной функции многих переменных при
наличии линейных ограничений, связывающих эти переменные

58.Основоположником динамического программирования является

Г. Данциг
Дж. Нейман
А. Кофман
Р. Э. Беллман

59.Задача о распределении средств между предприятиями относится к задаче

линейного программирования
динамического программирования
целочисленного программирования
выпуклого программирования

60.Транспортная задача является задачей с открытой моделью, если выполняется условие

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \neq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \geq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \leq \sum_{j=1}^{n} b_j$$

61.

Дана транспортная задача:

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	*Запасы*
A_1	5	7	1	2	3	300
A_2	4	3	1	6	8	205
A_3	1	8	4	3	2	95
Потребности	100	130	120	100	200	

Определить к закрытой или открытой модели она относится

открытая с фиктивным поставщиком
закрытая
открытая с фиктивным потребителем

62.

Дана задача линейного программирования

$$\min F(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2$$

$$\begin{cases} a_{11} x_1 + a_{12} x_2 \geq b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22} x_2 \geq b_2 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

63.Чтобы привести ее к каноническому виду, необходимо
заменить в условиях ограничениях знаки неравенств на знак =
добавить в каждое ограничение добавочную переменную со знаком +
добавить в каждое ограничение добавочную переменную со знаком –
эта задача итак представлена в каноническом виде

64.Когда возникает необходимость использования симплекс-метода с искусственным базисом
если число уравнений равно числу переменных
если в системе ограничений все коэффициенты перед переменными отрицательные
если в системе ограничений есть равенства

65.Более точным методом построения первоначального опорного плана в транспортной задаче является
метод северо-западного угла
метод потенциалов
метод наилучшего элемента

66.Переменные двойственной задачи *yi* называются
свободные переменные
двойственные оценки
двойственные функции

67.Метод Лагранжа применяется при решении задач
сетевого планирования
линейного программирования
нелинейного программирования
динамического программирования

68.Какие задачи линейного программирования можно решить графическим методом
задачи, в которых число переменных не менее четырех
задачи, в которых число переменных не более двух
задачи, в которых число переменных не более трех
задачи, в которых число переменных не менее пяти

69.Какие переменные в задачах линейного программирования называются искусственными
переменные, которые вводятся в целевую функцию
переменные в системе ограничений задачи ЛП, которые преобразуют неравенства в равенства
переменные, которые вводятся в систему ограничений задачи ЛП и определяющие искусственный базис

70.Какую точку называют стационарной точкой функции f(x)
точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным больше нуля
точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным равны нулю
точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным не равны нулю
точка, в которой частные производные функции f(x) по всем переменным меньше нуля

71.Какой раздел не относится к методам оптимизации
высокоуровневое программирование
динамическое программирование
нелинейное программирование
линейное программирование

72.Какую кривую называют линией уровня целевой функции
кривую, в любой точке которой целевая функция принимает минимальное значение
кривую, в любой точке которой целевая функция принимает постоянное значение
кривую, в любой точке которой целевая функция принимает максимальное значение

73.Что из ниже перечисленного не относится к общим правилам построения двойственной задачи линейного программирования

каждому ограничению-неравенству исходной задачи соответствует условие неотрицательности
двойственной переменной
целевые функции совпадают
каждому ограничению исходной задачи соответствует двойственная переменная
матрицы ограничений взаимно транспонированы

74.Какие задачи можно решать с помощью метода динамического программирования

одношаговые
нелинейные
линейные
многошаговые

75.Что из ниже перечисленного не относится к разделам нелинейного программирования

целочисленное программирование
динамическое программирование
квадратичное программирование
стохастическое программирование

76.К каким методам относится метод деления отрезка пополам

к численным методам минимизации функций многих переменных
к численным методам минимизации функций одной переменной
к методам нелинейного программирования
к методам линейного программирования

77.Что из ниже перечисленного не относится к этапам решения задач линейного программирования графическим методом

строится вектор, координатами которого являются коэффициенты целевой функции
строится базис задачи линейного программирования
строится многогранник решений
строится линия уровня

78.При выполнении каких трех условий задача ЛП считается приведенной к каноническому

виду

1) требуется найти максимум целевой функции; 2) система ограничений содержит только равенства;
3) правые части системы ограничений неотрицательны
1) требуется найти максимум целевой функции; 2) система ограничений не содержит равенства; 3)
правые части системы ограничений неотрицательны
1) требуется найти минимум целевой функции; 2) система ограничений содержит только равенства;
3) правые части системы ограничений неотрицательны

79.Какую функцию в нелинейном программировании называют целевой функцией

любую функцию
экстремум которой требуется найти
любую нелинейную функцию

80.Что показывает разрешающий столбец при решении задачи линейного программирования симплекс-методом

какая переменная останется в новом базисе
какая переменная будет удалена из нового базиса
какая переменная будет введена в новый базис

81.В каком случае можно не вводить искусственные переменные в систему ограничений

исходной задачи линейного программирования
когда среди векторов системы ограничений нельзя выбрать базис
когда система ограничений задачи линейного программирования содержит только неравенства
когда среди векторов системы ограничений можно выбрать базис
82.В чем состоит идея метода штрафных функций
строятся последовательности отрезков, стягивающиеся к точке минимума функции
на каждом шаге задача минимизации заменяется задачей минимизации кусочно-линейной функции
исходная задача поиска условного минимума сводится к последовательности задач безусловной
минимизации
83.В каком случае двойственная оценка в задаче распределения ресурсов равна нулю
когда производство данной продукции убыточно
данный ресурс не полностью используется в оптимальном плане
данный ресурс полностью используется в оптимальном плане
когда производство данной продукции по двойственным оценкам оправдано
84.К какому разделу математического программирования относится транспортная задача
нелинейное программирование
линейное программирование
квадратичное программирование
динамическое программирование
85.Что из ниже перечисленного не относится к численным методам минимизации функций
многих переменных
метод ломанных
градиентный метод
метод Ньютона
метод возможных направлений
86.Какие переменные называют базисными
переменные, которые вводятся в систему ограничений задачи ЛП и преобразующие неравенства в
равенства
переменные, которые вводятся в целевую функцию
переменные в системе ограничений задачи ЛП, которые определяют искусственный базис
87.Какой метод не относится к методам нахождения начального допустимого плана перевозок груза в транспортной задаче
правило "северо-западного угла"
метод потенциалов
метод наименьшей стоимости
88. Что из ниже перечисленного не входит в общую схему построения экономико-математической модели в линейном программировании
выбор переменных
составление системы ограничений
выбор критерия оптимальности
составление алгоритма решения задачи
89.Сформулируйте условие разрешимости транспортной задачи линейного программирование
запасы произведенной продукции равны суммарным потребностям потребителей
запасы произведенной продукции больше суммарных потребностей потребителей
запасы произведенной продукции меньше суммарных потребностей потребителей

90.Что в нелинейном программировании называют допустимым решением
любой вектор, удовлетворяющий системе ограничений задачи
любой вектор, доставляющий целевой функции экстремальное значение
любой вектор
91.Что показывает разрешающая строка при решении задачи линейного программирования
симплекс-методом
какая переменная останется в новом базисе
какая переменная будет удалена из нового базиса
какая переменная будет введена в новый базис
92.Какое из ниже перечисленных условий не относится к условиям, определяющим каноническую форму задачи линейного программирования
требуется найти максимальное значение целевой функции
система ограничений содержит только равенства
на переменные наложено условие неотрицательности
система ограничений содержит только неравенства
93.Как называют расширенную задачу в методе искусственного базиса
K – задачей
M – задачей
P – задачей
N – задачей
94.Как называют математическую запись принципа оптимальности Беллмана
рекуррентным соотношением
оптимальной стратегией
условным оптимальным управлением
мультипликативной функцией
95.Что называют итерацией симплекс-метода
приведение задачи линейного программирования к каноническому виду
последовательное выполнение вычислений нескольких шагов симплекс-метода
определение опорного плана задачи линейного программирования
96.Какой из ниже приведенных методов не относится к методам решения задач линейного
программирования
метод потенциалов
симплексный метод
графический метод
градиентный метод
97.Что из ниже перечисленного не относится к методам минимизации функций одной
переменной
метод деления отрезка пополам
метод ломанных
метод золотого сечения
метод потенциалов
98.Какой план перевозок груза называется допустимым
план, элементы которого удовлетворяют системе ограничений транспортной задачи
план, элементы которого удовлетворяют системе ограничений транспортной задачи и доставляют
минимальное значение целевой функции
план, элементы которого доставляют целевой функции транспортной задачи минимальное значение
99.В каком случае двойственная оценка в задаче распределения ресурсов больше ну-

ля
когда по двойственным оценкам производство продукции не убыточно
когда соответствующий ресурс не полностью используется в оптимальном плане
когда соответствующий ресурс полностью используется в оптимальном плане

Перечень тем докладов

1.Элементы модели линейного программирования.
2. Теория устойчивости. Значение двойственной задачи линейного программирования.
3. Анализ зарубежного опыта применения моделей линейного программирования.
4. Математические модели и проектирование портфелей ценных бумаг.
5. Транспортные модели. Сбалансированные и несбалансированные задачи.
6. Метод северо – западного угла и метод потенциалов. Сравнительные характеристики.

3.3. Задания для промежуточной аттестации (зачета)

3.3.1 Контрольные вопросы и задания для проведения зачета

Теоретические вопросы к зачету

1. Классификация экономико-математических методов и моделей.
2. Примеры построения линейных оптимизационных моделей.
3. Основная задача линейного программирования.
4. Различные виды задач линейного программирования (общий, канонический, с однотипными условиями).
5. Задачи линейного программирования, решаемые геометрическим способом.
6. Задачи линейного программирования, решаемые методом перебора.
7. Задачи линейного программирования, решаемые симплекс-методом (табличный алгоритм).
8. Задачи линейного программирования, решаемые методом штрафных функций (М – метод).
9. Двойственность в задачах линейного программирования.
10. Основные теоремы двойственности.
11. Анализ чувствительности задачи линейной оптимизации. Двойственные оценки, их свойства.
12. Задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.
13. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
14. Транспортная задача. Математическая модель задачи. Открытая и закрытая модели
транспортной задачи.
15. Различные методы нахождения начального опорного плана при решении транспортной задачи.
16. Решение транспортной задачи методом потенциалов.
17. Венгерский метод решения транспортной задачи, задачи о назначениях и кратчайшем пути.
18. Решение задач методом динамического программирования.
19. Решение задач методом нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.
20. Модели сетевого планирования и управления.
21. Предмет, цель и задачи теории массового обслуживания.

22. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО).
23. Теоретико – игровые модели принятия решений.
24. Платежная матрица. Верхняя и нижняя цены игры.
25. Решение игр в смешанных стратегиях.
26. Геометрическая интерпретация игры 2*2.
27. Приведение матричной игры к ЗЛП.
28. Принятие решений в условиях неопределенности и риска.
29. Численные методы оптимизации (метод наискорейшего спуска, метод покоординатного спуска, метод Ньютона – Рафсона и др.)
30. Балансовые модели.
32. Классическая минимизация функции одной переменной.
33. Минимизация многомодальных функций.
34. Минимизация по правильному симплексу.
35. Метод циклического покоординатного спуска.
36. Алгоритм Хука-Дживса.
37. Методы случайного поиска.
38. Метод градиентного спуска.
39. Метод наискорейшего спуска.
40. Метод сопряженных градиентов.
41. Метод Ньютона.
42. Оптимальное управление объектом, описываемым системой обыкновенных дифференциальных
уравнений.

Практические задания к зачету

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

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

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

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

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

Задание 5. Планируется работа двух промышленных предприятий на три года. Количество средств x, вложенное в 1 предприятие в начале года дает за год доход $f(x) = 4x - 0.01x^2$ и остаток $\varphi(x) = 0.6x$. Аналогично, количество средств y, вложенное во второе предприятие, дает за один год доход $g(y) = 3y$ и остаток $\phi(y) = 0.8y$. Произвести распределение ресурсов $Z1 = 200$ между предприятиями на каждый год планируемого периода, так чтобы получить максимальный суммарный доход за весь период.

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

Задание 7. Предприятие может выпускать три вида продукции $A1$, $A2$, $A3$, получая прибыль, зависящую от спроса на эту продукцию. Спрос, в свою очередь, может принимать одно из четырех состояний $B1$, $B2$, $B3$, $B4$. Элементы платежной матрицы aij характеризуют прибыль, которую получает предприятие при выпуске продукции Ai и состоянии спроса Bj:

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

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

Указание. Представить задачу как матричную игру двух лиц (предприятие – спрос) с нулевой суммой, исключить заведомо невыгодные стратегии игроков, найти оптимальные стратегии и цену игры сведением игры к паре симметричных двойственных задач линейного программирования, определить оптимальные пропорции в выпускаемой продукции.