

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине (модулю)

«Исследование операций и методы оптимизации»

для направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность программы: Прикладная информатика в экономике

## 1. Описание показателей (дескрипторов) и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Контроль качества освоения дисциплины (модуля) включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Компетенции	Показатели* (дескрипторы)	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство (промежуточная аттестация)
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
УК-2-	Знать	виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач	основные методы оценки разных способов решения задач; основные аспекты нормативно-правового регулирования экономического развития страны	действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность	Теоретические вопросы
	Уметь	проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения	анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов, работать с нормативно-правовой документацией	планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, исходя из действующих правовых норм и временной перспективы достижения	Практические задания
	Владеть	методиками разработки цели и постановки задач	методами решения поставленных задач навыками работы с нормативно-правовой документацией	навыками выбора метода с учетом условий, средств, исходя из действующих правовых норм и временной перспективы достижения	Практические задания
ОПК-1-	Знать	основные разделы дисциплины исследование операций и методы оптимизации	основные разделы и доказательства теорем дисциплины исследование операций и методы оптимизации	основные разделы и доказательства теорем дисциплины исследование операций и методы оптимизации, примеры использования изучаемых подходов в других дисциплинах	Теоретические вопросы

	Уметь	решать стандартные задачи с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации под контролем преподавателя	решать стандартные задачи с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации	самостоятельно решать нестандартные задачи с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации	Практические задания
	Владеть	навыками решения стандартных задач с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации под контролем преподавателя	навыками решения стандартных задач с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации	навыками решения нестандартных задач с применением методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации	Практические задания
ОПК-6-	Знать	основы дисциплины исследование операций и методы оптимизации, основные связи и приложения изучаемых подходов в дисциплинах математического содержания	основы дисциплины исследование операций и методы оптимизации, примеры математических моделей, основанных на методах дисциплины исследование операций и методы оптимизации	основы дисциплины исследование операций и методы оптимизации, способы построения математических моделей, использующих методы дисциплины исследование операций и методы оптимизации	Теоретические вопросы
	Уметь	применять методы дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения стандартных задач	применять методы дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения задач в конкретных предметных областях	самостоятельно выбирать и применять методы дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения задач в конкретных предметных областях	Практические задания
	Владеть	навыками применения методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения стандартных задач	навыками применения методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения задач в конкретных предметных областях	навыками отбора и применения методов дисциплины исследование операций и методы оптимизации для решения задач в конкретных предметных областях	Практические задания
ПК-5-	Знать	основные приемы и правила использования математических методов в формализации решения прикладных задач экономического содержания	основные приемы и правила использования системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач в экономической сфере	основные приемы и правила использования системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач в различных предметных областях	Теоретические вопросы
	Уметь	применять математические методы в формализации решения прикладных задач экономического содержания с помощью научного руководителя	применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач экономического содержания самостоятельно.	применять системный подход и уметь самостоятельно выбирать математические методы в формализации решения прикладных задач	Практические задания
	Владеть	основами применения математических методов в формализации решения типовых прикладных задач экономического содержания	основами применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач в конкретной предметной области	навыками применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач в конкретной предметной области	Практические задания

\*Показатели (дескрипторы) перечисляются по всей компетенции, если индикаторы компетенции сформулированы в виде «действия».

## **2. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

### **2.1. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости**

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением практических занятий, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных, периодическим опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины, компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции и/или индикаторы компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Математические модели, используемые в экономической теории	УК-2, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5	Индивидуальные практические задания Реферат (доклад)
2.	Математическая теория потребления и производства	УК-2, ОПК-1, ОПК-6, ПК-5	Индивидуальные практические задания Реферат (доклад)

\* Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

#### **Критерии и шкала оценивания выполнения индивидуального практического задания**

Оценка	Критерий оценки
«зачтено»	<i>Обучающийся понял поставленную задачу и правильно выполнил задание. Хорошо ориентируется в технологии решения задачи и использует для этого инструментарий. Уверенно отвечает на большую часть вопросов преподавателя.</i>
«не зачтено»	<i>Обучающийся не понял поставленной задачи и/или продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при выполнении задания, в рамках усвоенного учебного материала. Задание выполнено с ошибками, обучающийся не может доказать что выполнил задание самостоятельно. В процессе защиты обучающийся плохо ориентируется в технологии решения задачи, не отвечает на большую часть вопросов преподавателя.</i>

#### **Критерии и шкала оценивания рефератов (докладов)**

Оценка	Критерий оценки
«зачтено»	<i>Выставляется обучающемуся, если доклад создан с использованием</i>

	<i>компьютерных технологий (презентация Power Point, Flash–презентация, видео-презентация и др.) Используются дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы, соответствует предъявляемым требованиям. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые)</i>
<i>«не зачтено»</i>	<i>Доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль сообщения не передана.</i>

## **2.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины (модуля). Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется 4 четырехбалльная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Критерии</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>
<i>Отлично</i>	<i>наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы</i>	<i>Эталонный</i>
<i>Хорошо</i>	<i>наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала</i>	<i>Стандартный</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике</i>	<i>Пороговый</i>
<i>Неудовлетворительно</i>	<i>наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.</i>	<i>Компетенции не сформированы</i>

## **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### 3.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

#### Индивидуальные практические задания по разделам (фрагменты)

##### Раздел 1

##### Линейное программирование

1. Составьте математическую модель задачи и решите ее графически. Лечебное предприятие закупает два вида мультивитаминных комплексов «Здоровье» и «Долголетие» с содержанием витаминов трех видов. Количество единиц этих витаминов в одном грамме мультикомплексов, необходимая их норма при профилактическом приеме и стоимость одного грамма комплексов «Здоровье» и «Долголетие» отражены в таблице

Витамины	Количество единиц витаминов в 1 г комплекса		Норма единиц витаминов
	Здоровье	Долголетие	
$V_1$	3	1	9
$V_2$	1	2	8
$V_3$	1	6	12
Стоимость 1 г комплекса, руб.	5	4	

Сколько граммов мультивитаминных комплексов каждого вида требуется на один профилактический прием, чтобы были получены все витамины не меньше требуемой нормы, и при этом их суммарная стоимость была минимальной.

2. Решите симплекс-методом задачу:  $F(X) = 3x_1 - x_2 - 4x_3 \rightarrow \min$  при условиях

$$\begin{cases} -x_2 + x_3 \leq 1, \\ -5x_1 + x_2 + x_3 = 2, \\ -8x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 3 \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

3. Составьте математическую модель задачи. На трех железнодорожных станциях  $A_1, A_2, A_3$  скопилось 120, 110 и 130 незагруженных вагонов. Эти вагоны необходимо перегнать на железнодорожные станции  $B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$ . На каждой из этих станций потребность в вагонах соответственно равна 80, 60, 70, 100 и 50. Стоимости перегона вагонов задаются матрицей

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 & 9 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 8 \end{pmatrix}.$$

Составьте такой план перегона, при котором общая стоимость его является  $\min$ .

4. Составьте математическую модель двойственной задачи и решите ее симплексным методом для следующей задачи:

$$F(X) = 3x_1 - x_2 - 4x_3 \rightarrow \min \text{ при условиях}$$

$$\begin{cases} -x_2 + x_3 \leq 1, \\ -5x_1 + x_2 + x_3 = 2, \\ -8x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 3 \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

### Нелинейное программирование

1. Найти наибольшие значения функции  $Z = 3x_1 + x_2$  при ограничениях

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 40 \\ x_1^2 + x_2^2 \geq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Найти наибольшее и наименьшее значения функции  $z = 9x_1^2 + 4x_2^2 + x_3^2 - (3x_1^2 + 2x_2^2 + x_3^2)$  при условии, что  $x_1, x_2, x_3$  удовлетворяют уравнению  $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1$ .
3. Найти локальный экстремум функции  $Z = x^2 + xy + y^2 + x - y + 1$ .
4. Найти глобальный экстремум функции  $Z = x_1^2 + 2x_2 - 3$  в области решений системы неравенств

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 \leq 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

Дать геометрическое решение.

5. Используя метод Лагранжа, найти условный экстремум функции  $Z = x_1 x_2$  при  $x_1^2 + x_2^2 = 2$ .

### Динамическое программирование

1. На железнодорожную станцию прибыло 8 контейнеров, которые необходимо развезти по 5 складам. Емкость  $i$ -го склада –  $v_i$  контейнеров, затраты на транспортировку одного контейнера на этот склад –  $g_i$ , а стоимость хранения  $x$  контейнеров –  $c_i(x)$ . Требуется развезти все прибывшие контейнеры по складам, чтобы суммарные затраты на транспортировку и хранение были минимальны. Исходные данные задачи приведены в таблицах:

	Склады				
	1	2	3	4	5
$g_i$	0,5	1	1,2	1,5	2
$v_i$	2	3	3	5	5

$x$	$c_1(x)$	$c_2(x)$	$c_3(x)$	$c_4(x)$	$c_5(x)$
1	2	1,5	1	0,5	0,3
2	4	2	2	1	0,5
3	–	3	3	1,5	1
4	–	–	–	2	1,5
5	–	–	–	2,5	2

2. Имеется 8 предметов, каждый из которых характеризуется своей ценностью и весом. Определить набор предметов максимальной ценности, общий вес которых не превосходит 55, если исходные данные заданы следующей таблицей:

Номер предмета	1	2	3	4	5	6	7	8
Вес предмета	2	8	17	4	26	2	23	9
Стоимость предмета	4	2	3	1	5	2	10	8

### *Неотрицательные матрицы и линейные экономические модели*

1. Рассмотрим две отрасли производства. Данные о межотраслевых поставках  $X_{ij}$  и векторе объемов конечного использования  $Y_0$  за отчетный период представлены в таблице:

Отрасли	Отрасли-потребители		$Y_0$	$X$	$Y_n$	$\Delta Y \%$	Ресурсы	Нормы расхода	
	1	2						1	2
1	66	46	106	256	156	+16	1	1.8	1.3
2	36	16	66	306	206	-4	2	2.3	1.6
	12	10					3	1.3	0.6

Требуется:

- Определить матрицу коэффициентов прямых материальных затрат  $A$ , матрицу «затраты-выпуск»  $E-A$  и вектор конечного потребления для вектора валовых выпусков  $X$ .
- Определить матрицу коэффициентов полных материальных затрат  $B$  и валовые объемы выпуска  $X_n$  для вектора конечного использования  $Y_n$ .
- Определить приросты валовых объемов выпуска, если конечное потребление должно измениться на  $\Delta Y \%$  по сравнению с  $Y_n$ .
- Определить матрицу полных затрат ресурсов  $S$  для матрицы  $M$  ее прямых затрат и суммарную потребность  $m$  в ресурсах для вектора конечного использования (отчетного и планового).
- Определить матрицы коэффициентов косвенных затрат первого  $A^{(1)}$ , второго  $A^{(2)}$  и третьего порядка  $A^{(3)}$ , сравнить сумму затрат  $E+A+A^{(1)}+A^{(2)}+A^{(3)}$  с полными затратами  $B$ , найти абсолютные погрешности.
- Найти потребность в продукции всех отраслей материального производства для получения единицы конечного продукта  $i$ -го вида.

Указание: При вычислениях производить округление с точностью до тысячных.

### *Раздел 2*

#### *Математическая теория потребления*

2. Какой из нижеследующих наборов товаров купит потребитель при доходе  $I = 30$ , векторе цен  $p = (2, 3)$ , если его функция полезности имеет вид  $u(x_1, x_2) = x_1 + 2x_2$ ?
3. Пусть функция полезности потребителя имеет вид

$$u(x_1, x_2) = 4\sqrt{x_1} + x_2,$$

где  $x_1, x_2$  – два взаимозаменяемых товара. Обычно потребитель потребляет эти товары в количестве  $x_1 = 9, x_2 = 10$ . Найдите предельную норму замещения в этой точке. Допустим, потребление первого товара сократилось до 4 ед. Как должно измениться потребление второго товара, чтобы значение функции полезности не изменилось?

4. Фермер выращивает яблоки и другие культуры на площади 500 кв. футов. Каждая яблоня занимает 1 кв. фут, а другие культуры - по 4 кв. фута. Функция полезности имеет вид  $u(x_1, x_2) = x_1 + 100x_2 - x_2^2$ , где  $x_1$  - число яблонь,  $x_2$  - число других культур. Сколько яблонь и других деревьев посадит фермер, чтобы максимизировать полезность? Если площадь сада увеличится на 100 кв. футов, насколько изменятся посадки яблонь и других культур?
5. Функция спроса на газ имеет вид  $Q^D = 3.75p_n - 5p_g$ , а функция его предложения  $Q^S = 14 + 0.25p_n + 2p_g$ , где  $p_n$ ,  $p_g$  - цены на нефть и газ, соответственно. При каких ценах на данные энергоносители объемы спроса и предложения газа будут равны 20 единицам?
6. Решите задачу потребительского выбора, найдя функции спроса при ценах благ  $p_1 = 10$ ,  $p_2 = 2$  и доходе  $K = 60$ , со следующими функциями предпочтения:
- 1)  $u = x_1x_2 \rightarrow \max$
  - 2)  $u = x_1^{1/2}x_2^{2/3} \rightarrow \max$
  - 3)  $u = (x_1 - 1)^{1/4}(x_2 - 3)^{3/4} \rightarrow \max$
  - 4)  $u = 5(4 - x_1)^2 + (20 - x_2)^2 \rightarrow \max$

### **Математическая теория производства**

1. Рассмотрим ПФ вида  $X = 2.248K^{0.404}L^{0.803}$  и показатели экономики некоторой страны: валовой продукт возрос с 1960 по 1965 годы в 2,82 раза, основные производственные фонды за этот же период увеличились в 2,88 раза, а число занятых - в 1,93 раза. Вычислить по ней масштаб и эффективность производства.

### **Методы решения задач многокритериальной оптимизации**

1. Предприниматель намерен взять в аренду отель сроком на один год. Имеются отели 4-х типов: на 20, 30, 40 или 50 комнат. По условиям аренды предприниматель должен оплатить все расходы, связанные с содержанием отеля:

*А. Расходы, не зависящие от выбора типа отеля:*

- а) благоустройство территории - 100 тыс. ден. единиц;
- б) затраты на текущий ремонт и содержание - 1,5 тыс. ден. ед.;
- в) один ночной дежурный - 60 тыс. ден. ед.;
- г) один уборщик территории - 80 тыс. ден. ед.;

*Итого:* 255 тыс. ден. ед.

*Б. Расходы, зависящие от числа комнат отеля:*

- а) меблировка 1-й комнаты - 20 тыс. ден. ед.;
- б) горничная на 10 комнат - 60 тыс. ден. ед.;
- в) содержание 1-й комнаты - 1,5 тыс. ден. ед.;
- г) страхование 1-й комнаты - 250 ден. ед.

*Итого:* 27,75 тыс. ден. ед.

*В. Расходы, зависящие от числа занятых комнат:*

- а) стирка, уборка - 250 ден. ед.

б) электричество, газ, вода – 250 ден. ед.

Итого: 500 ден. ед. в день

Доход предпринимателя должен составлять 2000 ден. единиц в день с каждой занятой комнаты.

Составьте и решите математическую модель задачи.

2. Решить методом последовательных уступок многокритериальную задачу:

$$f_1(x) = 7x_1 + 2x_3 - x_4 + x_5 \rightarrow \max,$$

$$f_2(x) = x_1 - 5x_2 - 4x_3 + x_4 \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$-x_1 + x_2 + x_3 = 2;$$

$$3x_1 - x_2 + x_4 = 3;$$

$$5x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 11$$

$$x_i \geq 0 \text{ для } i=1,2,\dots,5.$$

3. Используя равномерную метрику, методом идеальной точки найти решение следующей двухкритериальной задачи:

$$f_1 = -x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$f_2 = 4x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$-x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$x_1 + x_2 \geq 3,$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 0,$$

$$x_1 \leq 4,$$

$$x_2 \leq 3.$$

### ***Примерные темы рефератов (докладов)***

1. ТЗ. Метод Фогеля
2. Распределительные задачи.
3. Задачи выпуклого программирования.
4. Теорема Куна-Таккера.
5. Градиентный метод оптимизации с постоянным шагом.
6. Анализ модели на чувствительность.
7. Экономическая интерпретация двойственной задачи.
8. Третья теорема двойственности (об оценках).
9. Открытые транспортные задачи и их решение.
10. Транспортные задачи с ограничениями на пропускную способность.

### **3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

#### ***Перечень вопросов, выносимых на зачет***

1. Дайте определение линейного программирования.
2. Что называется математической моделью экономической задачи и как она строится?

3. Какие виды ограничений могут содержаться в задаче линейного программирования? Как перейти от неравенств к уравнениям? Какие переменные называются дополнительными, и какой коэффициент соответствует им в линейной функции задачи линейного программирования?
4. В чем состоит геометрический смысл вырождения?
5. Когда система векторов является линейно зависимой, а когда линейно независимой?
6. Какие преобразования матрицы системы векторов называются элементарными?
7. Сформулируйте общую задачу линейного программирования.
8. Напишите в различных формах (векторной, матричной, с помощью сумм) математическую модель общей задачи линейного программирования.
9. Дайте определение плана, невырожденного и вырожденного опорного плана, оптимального плана.
10. На чем основан графический метод решения задач линейного программирования?
11. Как определить по рисунку, имеет ли задача линейного программирования решение или ее оптимум находится в  $\pm\infty$ ?
12. Как построить первоначальный опорный план задачи линейного программирования и проверить его на оптимальность?
13. Зачем в системе ограничений обходим единичный базис?
14. Сформируйте задачу использования ресурсов и напишите ее математическую модель.
15. Сформируйте задачу составления диеты и напишите ее математическую модель.
16. В чем заключается сущность двойственности в линейном программировании?
17. Какие задачи линейного программирования относятся к несимметричным и симметричным, в чем их отличие?
18. Сформулируйте задачу целочисленного программирования.
19. В каком случае поставленная задача не имеет целочисленного решения?
20. Сформулируйте транспортную задачу линейного программирования и напишите ее математическую модель.
21. Какие методы построения первоначального опорного плана существуют? Постройте опорный план с помощью этих методов. Сколько положительных перевозок должен содержать невырожденный опорный план и почему?
22. В каком случае опорный план транспортной задачи является оптимальным? Какая модель транспортной задачи называется открытой, а какая – закрытой?
23. Что составляет предмет параметрического линейного программирования?
24. В чем состоит метод Жордана-Гаусса?
25. В каком случае базисное решение называется вырожденным, а в каком – невырожденным?
26. Какое множество называется выпуклым? Приведите примеры выпуклых множеств.
27. Перечислите условия оптимальности опорного плана задачи линейного программирования на отыскание минимального и максимального значений линейной функции.
28. Как определяется вектор для включения в базис, если первоначальный план не является оптимальным?
29. Как определить вектор, подлежащий исключению из базиса? Какой элемент называют разрешающим?
30. В чем состоит метод Гомори?

***Перечень теоретических вопросов (для оценки знаний):***

1. Предмет и объект исследования операций. Применение исследования операций в различных областях деятельности.
2. Основные понятия исследования операций: операция, решение, критерий эффективности.
3. Модель операции. Этапы построения модели задачи.

4. Классификация задач исследования операций. Примеры.
5. Транспортная логистика. Задача коммивояжера. Задача о назначениях.
6. Общая постановка задачи исследования операции.
7. Математическое программирование. Линейное программирование.
8. Общая постановка задачи линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования.
9. Геометрический метод решения задачи линейного программирования.
10. Общая постановка транспортной задачи.
11. Методы определения первоначального плана транспортной задачи.
12. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
13. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
14. Правила составления симплекс-таблиц.
15. Двойственность в линейном программировании.
16. Экономическая интерпретация двойственной задачи и ее оптимального плана.
17. Теорема двойственности.
18. Объективно обусловленные оценки и их смысл.
19. Общая постановка задачи нелинейного программирования.
20. Графический метод решения задач нелинейного программирования
21. Метод множителей Лагранжа для решения задач нелинейного программирования.

**Примеры типовых практических заданий (для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности):**

1. Приведите к каноническому виду  $z = 3x_1 - 2x_2 + x_3 \rightarrow \max$  при  $2x_1 - 3x_3 \leq -1, 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \geq 6, x_1 + 2x_2 - x_3 \geq 2, x_j \geq 0, j = 1, 2, 3$ .
2. Решите графически задачу  $z = 3x_1 + 7x_2 \rightarrow \min(\max)$  при  $5x_1 - x_2 \geq 0, x_1 + x_2 \geq 5, x_2 \geq 3, 2x_1 - 3x_2 \leq 0$ .
3. Составьте двойственную задачу к задаче  $z = 2x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \min$  при  $2x_1 + x_2 - x_3 \geq 5, x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 7, x_1 - x_2 + x_3 \geq 1, x_j \geq 0, j = 1, 2, 3$ .
4. Составить математическую модель прямой и двойственной задачи линейного программирования.

Кондитерская фабрика для производства трех видов карамели *A*, *B* и *C* использует три вида основного сырья: сахарный песок, патоку и фруктовое пюре. Нормы расхода сырья каждого вида на производство 1 т карамели данного вида приведены в таблице. В ней же указано общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано фабрикой, а также приведена прибыль от реализации 1 т карамели данного вида.

Вид сырья	Нормы расхода сырья (т) на 1 т карамели			Общее количество сырья (т)
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	
Сахарный песок	0,8	0,5	0,6	600
Патока	0,4	0,4	0,3	600
Фруктовое пюре	–	0,1	0,1	120
Прибыль от реализации 1 т продукции (руб.)	108	112	126	

Найти план производства карамели, обеспечивающий максимальную прибыль от ее реализации.

5. Решить транспортную задачу, минимизирующую стоимость перевозки

Пункты отправления	Пункты назначения				Запасы
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
A <sub>1</sub>	4	1	2	5	40
A <sub>2</sub>	3	2	3	7	60
A <sub>3</sub>	4	4	5	2	90
Потребности	45	35	55	65	

6. Для транспортной задачи подберите  $c$  и  $d$  так, чтобы модель была закрытой.

a \ b	20	40 + c	200
100	3	2	7
20	2	4	5
30 + d	2	2	5

7. Составьте математическую модель задачи. На трех складах оптовой базы сосредоточен однородный груз в количествах 180, 60, 80 ед. Этот груз необходимо перевезти в четыре магазина. Каждый из магазинов должен получить соответственно 120, 40, 80 и 80 ед. груза. Тарифы перевозок единицы груза из складов во все магазины задаются матрицей

$$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 3 \\ 5 & 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

8. Составьте первый опорный план ТЗ методом минимального тарифа и найдите его стоимость. Три завода производят однородную продукцию в количестве 650, 850 и 700 единиц соответственно. Эта продукция требуется четырем потребителям в количестве 500, 800, 300 и 600 единиц каждому. Требуется спланировать перевозку груза так, чтобы суммарные транспортные затраты были минимальными. Затраты на перевозку единицы продукции (тыс. руб.) от каждого завода к каждому потребителю заданы матрицей:

$$\begin{pmatrix} 30 & 50 & 62 & 10 \\ 40 & 50 & 80 & 20 \\ 50 & 10 & 30 & 30 \end{pmatrix}.$$

9. Найти решение следующей двухкритериальной задачи:

$$f_1 = -x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$$

$$f_2 = 4x_1 - x_2 \rightarrow \max$$

при ограничениях

$$-x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$x_1 + x_2 \geq 3,$$

$$x_1 - 2x_2 \leq 0,$$

$$x_1 \leq 4,$$

$$x_2 \leq 3.$$

10. Используя метод Лагранжа, найти условный экстремум функции

$$Z = x_1 x_2 \text{ при } x_1^2 + x_2^2 = 16.$$

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов**

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей программой дисциплины (модуля), и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Индивидуальное практическое задание	<p><i>Очная форма обучения</i></p> <p>Индивидуальные практические задания выдаются на практических занятиях, следующих после изучения темы на лекции. Индивидуальные задания должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей). Выполненные задания в назначенный срок сдаются на проверку</p> <p><i>Заочная форма обучения</i></p> <p>Индивидуальные практические задания выполняются в рамках контрольной работы, которая сдаётся на проверку до сессии и защищается на занятиях.</p>
Реферат (доклад)	<p><i>Очная форма обучения</i></p> <p>Студентам предлагается самостоятельно освоить одну из тем, проанализировать проблему, подготовить доклад и выступить перед студенческой аудиторией с результатами своей работы. В подготовке доклада допускается групповое участие студентов (2-3 человека). Защита докладов проводится во время лекционных или практических занятий. Преподаватель на практическом занятии,</p>

	<p>предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему докладов и требования, предъявляемые к их выполнению и защите</p> <p><i>Заочная форма обучения</i></p> <p>Данное оценочное средство не предусмотрено</p>
--	--

#### 4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации

##### Дифференцированный зачет

Зачет проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и решения типовых контрольных заданий. Перечень теоретических вопросов обучающиеся получают в конце семестра. Критерии, в соответствии с которыми выставляется оценка, представлены в таблице.

<i>Оценка</i>	<i>Критерии</i>
<i>«отлично»</i>	<p>1) студентом дан исчерпывающий ответ на теоретический вопрос, студент показывает хорошие знания изученного учебного материала, отвечая на дополнительные вопросы;</p> <p>2) задача решена правильно, студент уверенно дает ответы на вопросы преподавателя в ходе защиты практического задания;</p> <p><i>или</i></p> <p>1) студентом дан полный ответ на теоретический вопрос, у студента вызывают затруднения не более 1/2 дополнительных вопросов преподавателя;</p> <p>2) задача решена правильно, студент уверенно дает ответы на вопросы преподавателя в ходе защиты практического задания.</p>
<i>«хорошо»</i>	<p>1) студентом дан исчерпывающий ответ на теоретический вопрос, студент показывает хорошие знания изученного учебного материала, отвечая на вопросы;</p> <p>2) задача решена с недочетами, студент дает ответы на вопросы преподавателя в ходе защиты практического задания.</p> <p><i>или</i></p> <p>1) студентом дан исчерпывающий ответ на теоретический вопрос, студент показывает хорошие знания изученного учебного материала, отвечая на вопросы;</p> <p>2) задача решена правильно, но студент не может пояснить ход решения задачи, испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя в процессе защиты практического задания.</p>
<i>«удовлетво-</i>	<p>1) студентом дан полный ответ на теоретический вопрос, но студент затрудняется отвечать более чем на 2/3 дополнительных</p>

<p><i>рительно»</i></p>	<p><i>вопросов преподавателя;</i></p> <p><i>2) задача решена с недочетами, студент дает ответы на вопросы преподавателя в ходе защиты практического задания</i></p> <p><i>или</i></p> <p><i>1) дан частично ответ на теоретический вопрос, студент показывает слабые знания изученного учебного материала, отвечая на вопросы;</i></p> <p><i>2) задача решена верно, студент может пояснить ход решения, не испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя в процессе защиты практического задания</i></p> <p><i>или</i></p> <p><i>1) студент испытывает трудности при ответе на теоретический вопрос, но студент показывает достаточные знания изученного учебного материала, отвечая на другие вопросы из теоретического курса;</i></p> <p><i>2) задача решена правильно, студент уверенно дает ответы на вопросы преподавателя в ходе защиты практического задания</i></p>
<p><i>«неудовлетво- рительно»</i></p>	<p><i>Выполнено менее 2/3 заданий. Студент испытывает затруднения при ответе на вопросы преподавателя.</i></p>