

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине  
«Методы оптимизации»

Кафедра прикладной математики  
факультета математики и компьютерных наук

**Образовательная программа бакалавриата:**  
02.03.01 – Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) программы:  
Математический анализ и приложения

Форма обучения  
**Очная**

Статус дисциплины: *входит в часть ОПОП, формируемую  
участниками образовательных отношений*

Махачкала, 2022

Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы оптимизации» составлен в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки от 23 августа 2017 г. N 807 (Редакция с изменениями N 1456 от 26.11.2020)

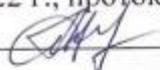
Разработчики:

кафедра прикладной математики, Лугуева А.С. к.ф.-м. н., доцент

Фонд оценочных средств по дисциплине «Методы оптимизации» одобрен: на заседании кафедры Прикладной математики от 25.02.2022 г., протокол № 6

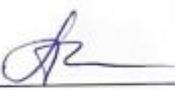
Зав. кафедрой  Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета МиКН от 24 марта 2022 г., протокол № 4

Председатель  Ризаев М.К.

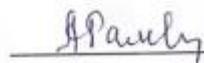
Фонд оценочных средств «Методы оптимизации» согласован с учебно-методическим управлением

«31» марта 2022 г.



Рецензент (эксперт):

Зав. кафедрой матем.  
ст. преподаватель Р.М.КН, д.р.м.и.



Рамазанов А.К.

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Методы оптимизации»

## 1.1. Основные сведения о дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

### Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр		всего
Общая трудоёмкость	108		108
Контактная работа:	64		64
Лекции (Л)	32		32
Практические занятия (ПЗ)	32		32
Лабораторные занятия (ЛЗ)			
Консультации			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	<i>зачет</i>		
<b>Самостоятельная работа</b>	44		44
1. работа с лекционным материалом, с учебной литературой	6		6
2. опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	6		6
3. выполнение домашних заданий	6		6
4. подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям	6		6
5. подготовка к коллоквиуму	6		6
6. подготовка к контрольным работам	6		6
7. подготовка к рубежному контролю	8		8

## 1.2. Требования к результатам обучения по дисциплине, формы их контроля и виды оценочных средств

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине «Методы оптимизации»

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства		Способ контроля
			наименование	№№ заданий	
1	<b>Модуль 1. Математическое программирование</b>	УК-1, ОПК-1, ПК-1	Вопросы для собеседования	Темы 1-5	устно
		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Контрольные работы	1	письменно
		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Темы рефератов	1-35	письменно
2	<b>Модуль 2. Элементы выпуклого анализа. Линейное программирование</b>	УК-1, ОПК-1, ПК-1	Вопросы для собеседования	Темы 6-10	устно
		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Контрольные работы	2,3	письменно

		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Темы рефератов	36-70	письменно
3	<b>Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования</b>	УК-1, ОПК-1, ПК-1	Вопросы для собеседования	Темы 11-13	устно
		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Контрольные работы	10-12	письменно
		УК-1, ОПК-1, ПК-1	Тестовые задания	71-104	письменно

### 1.3. Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций

№ п/п	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции			
		Недостаточный	Удовлетворительный (достаточный)	Базовый	Повышенный
		Отсутствие признаков удовлетворительного уровня	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:	Знать: Уметь: Владеть:
1	<b>УК-1</b>	<i>Не знает на достаточном уровне:</i> структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. <i>Не умеет на достаточном уровне:</i> анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. <i>Не владеет на достаточном уровне:</i> навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин..	<i>Знает на достаточном уровне:</i> структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. <i>Умеет на достаточном уровне:</i> анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. <i>Владеет на достаточном уровне:</i> навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин.	<i>Знает на хорошем уровне:</i> структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. <i>Умеет на хорошем уровне:</i> анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. <i>Владеет на хорошем уровне:</i> навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин.	<i>Знает в совершенстве уровне:</i> структуру задач в области математики, теоретической механики и физики, а также базовые составляющие таких задач. <i>Умеет в совершенстве:</i> анализировать постановку данной математической задачи, необходимость и (или) достаточность информации для ее решения. <i>Владеет в совершенстве:</i> навыками сбора, отбора и обобщения научной информации в области математических дисциплин.
2	<b>ОПК-1</b>	<i>Не знает на достаточном</i>	<i>Знает на достаточном</i>	<i>Знает на хорошем</i>	<i>Знает в совершенстве</i>

		<p><i>уровне:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.</p> <p><i>Не умеет на достаточном уровне:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.</p> <p><i>Не владеет на достаточном уровне:</i> базовыми методами современного</p>	<p><i>уровне:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.</p> <p><i>Умеет на достаточном уровне:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическими уравнениями и их системами.</p> <p><i>Владеет на</i></p>	<p><i>уровне:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.</p> <p><i>Умеет на хорошем уровне:</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с алгебраическим и уравнениями и их системами.</p>	<p><i>:</i> теоретические основы базовых математических дисциплин (математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов), а также теоретической механики, физики.</p> <p><i>Умеет в совершенстве :</i> решать задачи, связанные с исследованием свойств функций и их производных, с интегрированием, с изучением функциональных рядов, с дифференциальными уравнениями, с численным решением дифференциальных уравнений, с</p>
--	--	--	---	---	--

		математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач	<i>достаточном уровне:</i> базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач	<i>Владеет на хорошем уровне:</i> базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач	алгебраически ми уравнениями и их системами. <i>Владеет в совершенстве</i> базовыми методами современного математического анализа по исследованию математических и естественнонаучных задач
3	<b>ПК-1</b>	<p><i>Не знает на достаточном уровне:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии.</p> <p><i>Не умеет на достаточном уровне:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий.</p> <p><i>Не владеет на достаточном уровне:</i> навыками решения задач численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального</p>	<p><i>Знает на достаточном уровне:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии.</p> <p><i>Умеет на достаточном уровне:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий.</p> <p><i>Владеет на достаточном уровне:</i> навыками решения задач численного анализа с использованием</p>	<p><i>Знает на хорошем уровне:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии.</p> <p><i>Умеет на хорошем уровне:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий.</p> <p><i>Владеет на хорошем уровне:</i> навыками решения задач численного анализа с</p>	<p><i>Знает в совершенстве:</i> методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов; методы исследования сходимости рядов; численные методы анализа; современные информационные технологии.</p> <p><i>Умеет в совершенстве:</i> применять методы исследования функций с помощью производных, вычисления интегралов и методы исследования сходимости рядов в численном анализе с использованием современных информационных технологий.</p> <p><i>Владеет в совершенстве:</i> навыками решения задач</p>

		исчислений.	методов дифференциального и интегрального исчислений.	использованием методов дифференциального и интегрального исчислений.	численного анализа с использованием методов дифференциального и интегрального исчислений.
--	--	-------------	---	--	---

**2. КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Методы оптимизации»**

**Контрольные работы**

**Контрольная работа № 1**

Найти производную функционала, если  $X = C[0,1]$ :

1.  $f(x) = \left( \int_0^1 x^2(t) \sin \pi t dt \right)^3$ ;

2.  $f(x) = \int_0^1 x^3(t) dt$ ;

3.  $f(x) = \left( \int_0^1 x^2(t) dt \right)^3$ ;

4.  $f(x) = x(0)$ ;

5.  $f(x) = \sin x(1)$ .

**Контрольная работа № 2**

1. Решить задачу без ограничений

$$2x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 - x_1 x_2 + x_1 - 2x_3 \rightarrow \text{extr};$$

2. Решить задачу с ограничениями – равенствами

$$x_1 x_2 x_3 \rightarrow \text{extr}, x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1, x_1 + x_2 + x_3 = 1.$$

3. Решить задачу с ограничениями типа неравенств

$$x_1^2 + 2x_1 + 4x_2 - 3x_3 \rightarrow \min,$$

$$8x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 40; -2x_1 + x_2 - x_3 = -3, x_2 \geq 0$$

**Контрольная работа № 3**

Следующую задачу решить графическим и симплексным методами

$$\begin{aligned}
2x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max, \\
x_1 - x_2 &\leq 4, \\
x_1 + x_2 &\geq 8, \\
x_2 &\leq 6.
\end{aligned}$$

### Контрольная работа № 4

$$1. \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\dot{x}^2 - x^2 + 4x \cos t) dt \rightarrow \text{extr}, x(0) = 0, x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

$$2. \int_0^1 (\dot{x}_1 \dot{x}_2 + x_1 x_2) dt + x_1(0)x_2(1) + x_1(1)x_2(0) \rightarrow \text{extr}.$$

$$3. \int_0^{\frac{\pi}{2}} (\dot{x}^2 - x^2) dt \rightarrow \text{extr}, \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \sin t dt = 1, x(0) = x\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0.$$

$$4. \int_0^2 x dt \rightarrow \min; |\ddot{x}| \leq 2, x(0) + x(2) = 0, \dot{x}(0) = 0$$

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно и правильно выполнено 90%-100% заданий;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если верно и правильно выполнено 70%-80% заданий;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если верно и правильно решено 50%-60% заданий, возможны некоторые исправления при решении;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если верно выполнено менее 50% заданий;

### Вопросы для коллоквиумов, собеседования

#### Модуль 1. Математическое программирование

**Тема 1.** Производная по Фреше. Частные производные и производные высших порядков.

1. Экстремальные задачи для функционалов.
2. Точки локального и глобального экстремума.
3. Дифференцируемость по Фреше операторов, функционалов, функций многих переменных.
4. Производные старших порядков. Примеры.

**Тема 2.** Задачи без ограничений для функционалов.

1. Задача на безусловный экстремум для функционалов.
2. Задачи математического программирования.

**Тема 3. Гладкие задачи с ограничениями типа равенств.**

1. Метод множителей Лагранжа в задачах на условный экстремум.
2. Прямой метод испытания критических точек.

**Тема 4. Правило множителей Лагранжа.**

1. Задача на условный экстремум.
2. Ограничения-равенства.
3. Алгоритм решения задачи без ограничений для функций многих переменных.

**Тема 5. Гладкие задачи с ограничениями типа неравенств.**

1. Алгоритм решения задач с ограничениями типа неравенств.

**Модуль 2. Элементы выпуклого программирования. Линейное программирование.**

**Тема 6. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые функции и их основные свойства.**

2. Определения. Примеры.
3. Операции над выпуклыми объектами.
4. Теоремы отделимости.
5. Выпуклые функции, множества. Их основные свойства.
6. Теоремы отделимости. Теоремы двойственности и компактности. Выпуклое исчисление.
7. Субдифференциал. Основные свойства.
8. Субдифференциал суммы и верхней оболочки функции

**Тема 7. Задачи выпуклого программирования. Примеры.**

1. Особенности задач выпуклого программирования.
2. Регулярные задачи.
3. Необходимое и достаточное условие экстремума.
4. Теорема Куна-Таккера.

**Тема 8. Задачи линейного программирования. Обоснование симплекс метода.**

1. Различные формы задачи линейного программирования.
2. Основные задачи линейного программирования.
3. Обоснование симплекс метода. Алгоритм симплекс-метода. Задачи.
4. Достаточное условие оптимальности. Прямой симплекс-метод. Геометрическая интерпретация симплекс-метода.

**Тема 9. Нахождение начального базисного решения. Метод исключения базиса**

1. Базис и базисное решение.
2. Критерий разрешимости.
3. Метод искусственного базиса.

**Тема 10. Двойственные задачи линейного программирования. Их экономическая интерпретация.**

1. Двойственность, признак оптимальности, методы решения задач линейного программирования.
2. Теорема двойственности.
3. Некоторые специальные задачи линейного программирования.
4. Линейное программирование и матричные игры.

**Модуль 3. Транспортная задача линейного программирования**

**Тема 11. Первоначальный план перевозок. Постановка транспортной задачи линейного программирования и ее разновидности (закрытая, открытая).**

1. Методы построения опорных планов для решения транспортной задачи ЛП.
2. Условия невырожденности решения транспортной задачи ЛП.
3. Метод северо-западного угла решения транспортной задачи.

4. Метод наименьшей стоимости.

**Тема 12. Вырожденные планы.**

1. Циклы и пополнение плана.

**Тема 13. Проверка оптимальности плана.**

2. Метод потенциалов.

3. Дельта метод решения транспортной задачи

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые учащимися;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправляемые с помощью преподавателя;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя;

**Комплект тестовых заданий**

1. Моделирование - это...

- : процесс построения моделей
- : процесс изучения моделей
- +: процесс построения, изучения и применения моделей
- : конструирование моделей

2: Моделирование в экономике - это.

- +: воспроизведение экономических объектов и процессов в ограниченных, малых, экспериментальных формах, в искусственно созданных условиях
- : построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений
- : воспроизведение экономических объектов и процессов в ограниченных, малых, экспериментальных формах, в реальных условиях

3: Выберите правильное определение модели:

- +: материально или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект - оригинал; при этом отражает его наиболее существенные свойства
- : исследование объектов познания не непосредственно, а косвенным путем, при помощи анализа других вспомогательных объектов
- : способ достижения цели, определенным образом упорядоченная деятельность
- : метод научного познания реально существующих объектов

4: Выберите правильное определение моделирования:

- +: исследование объектов познания не непосредственно, а косвенным путем, при помощи анализа других вспомогательных объектов
- : материально или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает объект - оригинал; при этом отражает его наиболее существенные свойства

- : способ достижения цели, определенным образом упорядоченная деятельность
- : идеальный образ реально существующего объекта, который в процессе исследования замещает объект
- оригинал; при этом отражает его наиболее существенные свойства

5: В зависимости от учета фактора времени выделяют модели:

- + : статические и динамические
- : стохастические и детерминированные
- : статистические и динамические
- : стохастические и динамические

6: Все множество моделей может быть разделено на два класса:

- + : материальные и идеальные
- : знаковые и интуитивные
- : знаковые и идеальные
- : модели геометрического подобия и знаковые модели

7: К классу идеальных моделей относятся:

- + : знаковые и интуитивные
- : знаковые модели и модели - аналоги
- : модели геометрического подобия и модели - аналоги
- : интуитивные модели и модели - аналоги

8: Результаты на выходе однозначно определяются управляющими воздействиями без учета случайных факторов в моделях:

- + : детерминированных
- : имитационных
- : стохастических

9: Описывают экономическую систему в развитии модели:

- + : динамические
- : статические
- : оптимизационные

10: Модели, предназначенные для выбора наилучшего варианта из определенного числа вариантов производства:

- + : оптимизационные балансовые
- : имитационные
- : экономико
- статистические

11: Модели, которые выражают требование соответствия наличия ресурсов и их использования:

- + : балансовые - : оптимизационные - : имитационные - : экономико-статистические

12: В сфере принятия экономических решений критерий оптимальности - это показатель,...

- : выражающий меру экономического эффекта принимаемого управленческого решения
- + : выражающий предельную меру экономического эффекта принимаемого управленческого решения для сравнительной оценки возможных решений и выбора наилучшего из них
- : выражающий качество функционирования оргсистемы

13: Критерий оптимальности носит.

-: качественный характер

+: количественный характер -: переменный характер

14: В роли критерия оптимальности могут выступать.

+: максимум прибыли

+: минимум затрат

-: прибыль

-: издержки

15: Компромиссное решение - это решение, ..

единственно верное решение

+: оптимальное по всем критериям

-: приемлемое решение

16: Основной задачей экономики является...

+: рациональное ведение хозяйства

-: эффективная деятельность предприятий

-: разумное использование ресурсов

17: Задачу математической оптимизации можно сформулировать как

+: определение таких значений некоторых переменных величин, удовлетворяющих ряду ограничений, при которых достигается максимум определенной функции

-: определение значений некоторых переменных величин, удовлетворяющих ряду ограничений

-: определение таких значений некоторых переменных, при которых достигается максимум определенной функции

18: Математически задача рационального ведения хозяйства является задачей.

-: отбора из возможных вариантов таких значений инструментальных величин, при которых целевая функция не достигает максимума

-: отбора из множества возможных вариантов таких значений и инструментальных величин, при которых целевая функция достигает нулевого значения

+: отбора из множества возможных вариантов таких значений

инструментальных величин, при которых целевая функция достигает максимума

19: Статистическая задача рационального ведения хозяйства (рациональной деятельности) связана с .

+: распределением ограниченных ресурсов на различные цели в определенный момент времени

-: нахождением оптимального решения

-: целевой функцией, позволяющей найти оптимальное решение

20: Статистическая задача рационального ведения хозяйства в математической форме состоит в нахождении значений переменных, максимизирующих заданную функцию и удовлетворяющих системам ограничений и называется...

+: задачей математического программирования задачей линейного программирования

-: задачей нелинейного программирования

-: задачей динамического программирования

21: Оптимизационная модель состоит из:

- : целевой функции; системы ограничений, определяющими эту область
- : уравнений и неравенств
- : уравнений, тождеств и неравенств
- +: целевой функции; области допустимых решений; системы ограничений , определяющими эту область

22: Область допустимых решений - это область, в пределах которой осуществляется:

- : выбор целевой функции
- +: выбор решений
- : решение системы уравнений
- : решение системы неравенств

23: Оптимизационные задачи решаются методами:

- : линейного программирования
- : динамического программирования
- +: математического программирования
- : целочисленного программирования

24: Целевая функция - это.

- : краткое математическое изложение решения данной задачи
- +: краткое математическое изложение цели данной задачи
- : подробное математическое изложение цели данной задачи

25: В оптимизационных задачах на  $\min$  обычно коэффициенты при искусственных переменных:

- +: в 1000 раз должны быть больше, чем значения коэффициентов при основных переменных
- : в 100 раз должны быть больше, чем значения коэффициентов при основных переменных
- : в 10 раз должны быть меньше, чем значения коэффициентов при основных переменных

26: В оптимальном решении задачи все искусственные переменные должны быть:

- +: равными нулю
- : больше нуля
- : не равными нулю

27: В оптимизационных задачах на  $\max$  искусственные переменные в целевой функции задачи должны иметь:

- : небольшие отрицательные коэффициенты (-M)
- + -: большие отрицательные коэффициенты (-M)
- : большие положительные коэффициенты (+M)
- : небольшие положительные коэффициенты (+M)

28: Какое из следующих утверждений истинно? В методах прямого поиска при поиске экстремума целевой функции

А) используются значения целевой функции и ее производной

В) используются только значения целевой функции

-: А - нет, В - нет

-: А - да, В - да

-: А - да, В - нет

+: А - нет, В - да

29: Какое из следующих утверждений истинно? Выпуклая область обладает следующим свойством

А) вместе с любыми двумя своими точками содержит и соединяющий их отрезок

В) является связной

+: А - да, В - да

-: А - нет, В - нет

-: А - да, В - нет

-: А - нет, В - да

30: Какое из следующих утверждений истинно?

Задача математического программирования называется задачей стохастического программирования, когда

А) только коэффициенты целевой функции могут принимать случайные значения,

В) коэффициенты целевой функции и коэффициенты ограничений могут принимать случайные значения

- А- да, В— да

- А- да, В— нет

+: А - нет, В - да

-: А- нет, В- нет

31: Подавляющее большинство методов оптимизации позволяет находить

-: только глобальные экстремумы...

-: локальные экстремумы и глобальные экстремумы

+: только локальные экстремумы

-: нули целевой функции

32: По типу используемого математического аппарата выделяют модели (отметить два правильных варианта ответа):

+: матричные

+: оптимального программирования (линейного и нелинейного)

-: равновесные

-: нормативные

33: Количество ограничений СУММ  $(a_{hj}X_{hj}) \leq B_h$ ,  $h=(1,H)$ ,  $j=(1,n)$  в числовой модели оптимальной загрузки взаимозаменяемого оборудования равно:

+: количеству видов оборудования

-: количеству видов материалов

-: количеству видов продукции

34: Количество ограничений СУММ  $(X_{hj}) \geq A_j$ ,  $h=(1,H)$ ,  $j=(1,n)$  в числовой модели оптимальной загрузки взаимозаменяемого оборудования равно:

- + : количеству видов продукции
- : количеству видов материалов
- : количеству видов оборудования

35: Левая часть ограничения СУММ  $(a_{hj}x_j) \leq B_h$ ,  $h=(1,H)$ ,  $j=(1,n)$  числовой модели оптимальной загрузки невзаимозаменяемого оборудования означает время, которое необходимо для производства:

- + : всех видов продукции на  $h$ -том виде оборудования единицы  $j$ -той продукции на  $h$ -том виде оборудования
- :  $j$ -той продукции на  $h$ -том виде оборудования

36: Величина  $(a_{hj})$  в ограничении СУММ  $(a_{hj}x_j) \leq B_h$ ,  $h=(1,H)$ ,  $j=(1,n)$  числовой модели оптимальной загрузки невзаимозаменяемого оборудования означает время, которое необходимо для производства:

- + : единицы  $j$ -той продукции на  $h$ -том виде оборудования
- :  $j$ -той продукции на  $h$ -том виде оборудования
- : всех видов продукции на  $h$ -том виде оборудования

37: Ограничение по объему производимой продукции в обязательном порядке присутствует:

- + : в моделях оптимальной загрузки взаимозаменяемого оборудования
- : в моделях оптимальной загрузки невзаимозаменяемого оборудования

38: В моделях смесевых задач в качестве заданных исходных параметров рассматривается (отметить два правильных варианта ответа)

- + : содержание качественных характеристик в единице исходных компонентов
- + : цена исходных компонентов
- : количество исходных компонентов, которое входит в готовую смесь
- : объем (количество) получаемой смеси

39: В моделях смесевых задач в качестве искомым переменных выступает:

- + : количество исходных компонентов, которое входит в готовую смесь
- : содержание качественных характеристик в единице исходных компонентов
- : цена исходных компонентов
- : объем (количество) получаемой смеси

40: В моделях смесевых задач любого типа в обязательном порядке присутствует ограничение:

- + : по качественным характеристикам
- : по объему ресурсов
- : по объему выпускаемой продукции (смеси)

41: В качестве критерия оптимальности в моделях смесевых задач выступает:

- + : стоимость смеси максимальная загрузка оборудования по смешиванию максимальный объем продаж смеси в натуральном выражении

42: В моделях оптимального раскроя материалов в качестве заданных исходных параметров рассматривается:

- + : количество готовых изделий, которое необходимо получить в результате раскроя
- : количество исходного сырья, которое требуется раскроить по каждому варианту раскроя
- : количество исходного сырья, которое требуется получить в результате раскроя

43: В моделях оптимального раскроя материалов в качестве искоемых переменных выступает:

- + : количество исходного сырья, которое требуется раскроить по каждому варианту раскроя
- : количество готовых изделий, которое необходимо получить в результате раскроя
- : отходы сырья, получаемые в результате раскроя

44: Максимальный объем продаж - это критерий оптимальности:

- + : локальный
- : глобальный

45: Наиболее дефицитным является ресурс, который имеет двойственную оценку:

- + : наибольшую
- : наименьшую
- : нулевую

46: Для рассмотрения целесообразности включения в план нового изделия используются: (отметить три правильных варианта ответа)

- + : прибыль на единицу изделия
- + : двойственные оценки
- + : нормы затрат ресурсов на единицу изделия
- : целевая функция
- : количество ресурса

47: Ресурс недоиспользуется, если его двойственная оценка:

- + : равна нулю
- : больше нуля
- : является наибольшей по сравнению с двойственными оценками других ресурсов

48: Критерий оптимальности - это показатель, который выражает:

- + : предельную меру экономического эффекта решения
- : суммарную меру экономического эффекта решения
- : среднюю меру экономического эффекта решения

49: Двойственные оценки используемых в производстве трех видов ресурсов равны 2, 0, 4. Рассматривается вариант начала производства нового вида продукции. Затраты ресурсов на производство единицы нового вида продукции равны соответственно 15, 12, 7 ед.; прибыль от реализации единицы продукции - 63 ед. В этом случае производство нового вида продукции является:

- + : обоснованным, выгодным
- : убыточным
- : необходимы дополнительные данные

50: Основная цель решения транспортной задачи (в том числе задачи оптимального развития и размещения производств):

- + : минимизация затрат на производство и перевозки продукции
- : уменьшение количества пунктов назначения
- : увеличение количества пунктов отправления
- : минимизация количества перевозимого груза

51: Объемные ограничения в модели оптимизации производственной программы (отметить два правильных варианта ответа) - это ограничения:

- + : по объемам продукции на основе заключенных договоров
- + : по предполагаемому спросу на продукцию по имеющимся объемам ресурсов
- : по качеству продукции

52: Заданные исходные параметры ресурсов модели оптимизации производственной программы (отметить два правильных варианта ответа):

- + : располагаемый фонд времени работы оборудования
- + : производительность работающего оборудования
- : степень износа числящегося на балансе оборудования
- : простой оборудования

53: Заданные исходные параметры ресурсов модели оптимизации производственной программы (отметить два правильных варианта ответа):

- + : установленный лимит сырья (материалов)
- + : норма расхода сырья (материалов) на производство единицы продукции - : среднесписочная численность работающих
- : тарифная ставка

54: Левая часть ограничения  $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq R_i$ ,  $i = (1, m)$ ,  $j = (1, n)$  числовой модели формирования оптимальной производственной программы означает:

- + : количество материала  $i$ -того вида, которое необходимо для производства всех  $j$ -тых видов продукции
- : количество материала  $i$ -того вида, которое необходимо для производства  $j$ -того вида продукции
- : количество материала  $i$ -того вида, которое необходимо для производства единицы  $j$ -того вида продукции

55: В качестве критерия оптимальности используется максимум выпуска продукции в условно-натуральном выражении в отраслях (отметить два правильных варианта ответа):

- + : пищевой
- + : перерабатывающих
- : машиностроении

56: Путем применения экономико-математических моделей рационального использования ресурсов могут быть решены задачи (отметить три правильных варианта ответа):

- + : загрузки оборудования
- + : составления смесей

- + : рационального раскроя материалов
- : оптимизации производственной программы
- : размещения производства

57: Путем применения экономико-математических моделей рационального использования производственной мощности могут быть решены задачи (отметить два правильных варианта ответа):

- + : загрузки невзаимозаменяемого оборудования
- + : загрузки взаимозаменяемого оборудования
- : рационального раскроя материалов
- : рационального составления смесей

60: Путем применения экономико-математических моделей рационального использования материальных ресурсов могут быть решены задачи (отметить два правильных варианта ответа):

- + : рационального раскроя материалов
- + : рационального составления смесей
- : загрузки взаимозаменяемого оборудования
- : формирования производственной программы

61: Множество  $n$  - мерного арифметического точечного пространства называется выпуклым, если:

- + : вместе с любыми двумя точками  $A$  и  $B$  оно содержит и весь отрезок  $AB$
- : счетно и замкнуто
- : равно объединению нескольких конечных множеств

62: Какая задача является задачей линейного программирования:

- : управления запасами
- + : составление диеты
- : формирование календарного плана реализации проекта

63: Задача линейного программирования называется канонической, если система ограничений включает в себя:

- : только неравенства
- : равенства и неравенства
- + : только равенства

64: Тривиальными ограничениями задачи линейного программирования называются условия:

- : ограниченности и монотонности целевой функции
- + : не отрицательности всех переменных
- : не пустоты допустимого множества

65: Если в задаче линейного программирования допустимое множество не пусто и целевая функция ограничена, то:

- : допустимое множество не ограничено - : оптимальное решение не существует
- + : существует хотя бы одно оптимальное решение

66: Какое из следующих утверждений истинно?

A) существуют задачи целочисленного линейного программирования, не имеющие допустимых решений даже в тех случаях, когда множество допустимых решений соответствующей линейной задачи не пусто

B) не существует задач целочисленного линейного программирования, не имеющих допустимых решений в случаях, когда множество допустимых решений соответствующей линейной задачи не пусто

-: A- нет, B- нет

-: A- да, B— да

-: A- нет, B- да

+: A - да, B - нет

67: Булево программирование - это целочисленное ...

+: линейное программирование, где переменные могут принимать всего лишь два значения - 0 и 1

-: нелинейное программирование, где переменные могут принимать всего лишь два значения - 0 и 1

-: квадратичное программирование, где переменные могут принимать всего лишь два значения - 0 и 1

-: линейное программирование, где переменные могут принимать всего лишь два значения - -1 и +1

68: Задача линейного программирования может рассматриваться как.

+: частный случай задачи выпуклого программирования

-: частный случай задачи дискретного программирования

69: Задача коммивояжера относится к задачам

-: квадратичного программирования

-: выпуклого программирования -: математического анализа

+: Булево программирования

70: Вектор-градиент в некоторой точке определяется как вектор, компонентами которого являются...

-: прямые производные этой функции в точке

+: частные производные первого порядка этой функции в точке

-: частные производные второго порядка этой функции в точке

-: частные производные третьего порядка этой функции в точке

71: Выделяются две группы методов нулевого порядка:

+: детерминированные и случайные

-: однопараметрические и многопараметрические

-: конечные и асимптотические

-: однокритериальные и многокритериальные

72: Градиентом функции  $n$  переменных  $z(X)$  называется вектор, компонентами которого являются...

-: прямые производные первого порядка этой функции в точке

- : частные производные третьего порядка этой функции в точке
- +: частные производные первого порядка этой функции в точке
- : частные производные второго порядка этой функции в точке

73: Направление градиента в точке  $X$  совпадает с направлением

- : знакопостоянства целевой функции в этой точке
- : постоянства целевой функции в этой точке
- +: наискорейшего возрастания целевой функции в этой точке
- : наискорейшего убывания целевой функции в этой точке

74: Симплекс-метод предназначен для решения задачи линейного программирования

- : в стандартном виде
- +: в каноническом виде
- : в тривиальном виде

75: Неизвестные в допустимом виде системы ограничений задачи линейного программирования, которые выражены через остальные неизвестные, называются :

- : свободными
- +: базисными небазисными

76: Симплексный метод - это вычислительная процедура, основанная на принципе последовательного улучшения решений при переходе от одной базисной точки (базисного решения) к другой. При этом значение целевой функции:

- +: улучшается
- : уменьшается
- : ухудшается
- : увеличивается

77: Базисным решением является одно из возможных решений, находящихся:

- : в пределах области допустимых значений
- +: в вершинах области допустимых значений
- : на границах области допустимых значений
- : за пределами области допустимых значений

78: Симплекс-метод основан на проверке на оптимальность:

- : ограничений симплекса
- : области допустимых решений симплекса
- : сторон симплекса
- +: вершины за вершиной симплекса

79: Симплекс это:

- : выпуклый многоугольник в  $n$ - мерном пространстве с  $n$  вершинами не лежащими в одной гиперплоскости
- +: выпуклый многоугольник в  $n$ - мерном пространстве с  $n+1$  вершинами не лежащими в одной гиперплоскости
- : выпуклый многоугольник в  $n$ - мерном пространстве с  $n+1$  вершинами лежащими в одной гиперплоскости
- : выпуклый многоугольник в  $n$ - мерном пространстве с  $n$  вершинами не лежащими в одной гиперплоскости

80: Множество переменных, образующих единичную подматрицу, принимается за начальное базисное решение:

-: значения этих переменных равны свободным членам. Все остальные вне базисные переменные не равны нулю.

-: значения этих переменных равны нулю. Все остальные вне базис Но переменные равны свободным членам.

-: значения этих переменных равны нулю. Все остальные вне базисные переменные не равны нулю.

+: значения этих переменных равны свободным членам. Все остальные вне базисные переменные равны нулю.

81: Как называются переменные двойственной задачи?

-: дополнительными переменными

+: объективно обусловленными переменными

-: объективно обусловленными оценками

-: искусственными переменными

82: Транспортная задача формулируется следующим образом: Найти такие объемы перевозок для каждой пары «поставщик-потребитель», чтобы 1) мощности всех поставщиков были использованы полностью; 2) спрос всех потребителей был удовлетворен:

-: 3) суммарные затраты на перевозки были минимальные

+: 3) суммарные затраты на перевозки были максимальные

-: 3) мощности всех поставщиков и мощности всех потребителей должны быть равны

-: 3) мощности всех поставщиков должны быть больше мощностей всех потребителей

83: Целевая функция транспортной задачи обычно записывается так, что бы:

-: суммарные затраты стремились к нулю

+: суммарные затраты стремились к минимуму

-: суммарные затраты стремились к максимуму

-: суммарная прибыль стремилась к максимуму нулю

84: Ограничения транспортной задачи представляет собой:

-: систему неравенств

-: систему неравенств и уравнений

-: область допустимых решений

+: систему уравнений

85: Коэффициенты в системе ограничений транспортной задачи представляет собой:

- равны единице

- : большие нуля

+: равны единице или нулю

-: меньше или равны нулю

86: Метод северо-западного угла предполагает планирование поставок в:

+: верхнюю левую ячейку

-: верхнюю правую ячейку

- : нижнюю левую ячейку
- : нижнюю правую ячейку

87: Пусть имеется два поставщика мощностью 80 и 90 и три потребителя мощностью 40; 50 и 60. Затраты на перевозки от первого поставщика к потребителям соответственно равны 2, 5, 6; от второго 4, 7, 3. Определите суммарные затраты на перевозки методом наименьших затрат.

- : 620
- +: 530
- : 760
- : 480

88: Пусть имеется два поставщика мощностью 80 и 90 и три потребителя мощностью 40; 50 и 60. Затраты на перевозки от первого поставщика к потребителям соответственно равны 2, 5, 6; от второго 4, 7, 3. Определите суммарные затраты на перевозки при оптимальном плане перевозок.

- : 420
- : 500
- +: 530
- : 570

89: Пусть имеется два поставщика мощностью 80 и 90 и три потребителя мощностью 40; 50 и 60. Затраты на перевозки от первого поставщика к потребителям соответственно равны 2, 5, 6; от второго 4, 7, 3. Сколько продукции останется для фиктивных потребителей при оптимальном плане перевозок.

- + : 1-го - 0; 2 - го 20
- 1-го - 20; 2 - го 0
- : 1-го - 10; 2 - го 10
- : 1-го - 5; 2 - го 15

90: Пусть имеется два поставщика мощностью 80 и 90 и три потребителя мощностью 40; 50 и 60. Затраты на перевозки от первого поставщика к потребителям соответственно равны 2, 5, 6; от второго 4, 7, 3. Как изменятся суммарные затраты, если затраты на перевозку единицы груза от второго поставщика ко второму потребителю снизятся на 1?

- : - 1
- +: - 10
- : - 40
- : - 20

91: Транспортная задача решается методом потенциалов.

	20	70	60	$U_i$
50	6 20	4 30	3	0
45	7	2 40	9 5	$U_2$
55	8	1	12 55	$U_3$
A	V1	V2	V3	

Тогда значение потенциала  $v_3$  равно...

- : 24
- : 7
- : 60
- +: 11

92: Правильным отсечением в задаче целочисленного программирования называется дополнительное ограничение, обладающее свойством:

- +: оно должно быть линейным
- : оно должно отсекал хотя бы одно целочисленное решение
- : оно не должно отсекал найденный оптимальный нецелочисленный план

93: Какой из методов целочисленного программирования является комбинированным

- : симплекс-метод
- : метод Гомори
- +: метод ветвей и границ

94: Какое из следующих утверждений истинно? Задача математического программирования, в которой переменные могут принимать любые целочисленные значения называется...

- A) задачей целочисленного программирования,
- B) задачей Булевого программирования

- +: A - да, B - нет
- : A - да, B - да
- : A - нет, B - нет -: A - нет, B - да

95: Какое из следующих утверждений истинно? Задача о коммивояжере относится к задачам

- A) дискретного программирования
- B) целочисленного программирования

- : A - нет, B - нет
- +: A - да, B - да
- : A - да, B - нет
- : A - нет, B - да

96: Алгоритмы методов отсечения разработаны для решения.

- +: полностью или частично целочисленных и дискретных задач линейного программирования
- : полностью целочисленных задач нелинейного программирования
- : полностью целочисленных задач линейного программирования
- : полностью целочисленных задач выпуклого программирования

97: В алгоритме метода ветвей и границ на 1-м шаге находится решение задачи линейного программирования

- : с учетом целочисленности
- : без учета не целочисленных ограничений
- +: без учета целочисленности
- : без учета всех ограничений

98: В алгоритме метода ветвей и границ на 2-м шаге...

- : находится решение задачи линейного программирования без учета всех ограничений
- : находится решение задачи линейного программирования без учета целочисленности
- +: составляются дополнительные ограничения на дробную компоненту плана -: находится решение задачи нелинейного программирования без учета целочисленности

99: В алгоритме метода ветвей и границ на 3-м шаге.

- : находится решение задачи линейного программирования без учета целочисленности
- : составляются дополнительные ограничения на дробную компоненту плана
- : находится решение задачи линейного программирования без учета всех ограничений
- +: находим решение двух задач с ограничениями на компоненту

100: В алгоритме метода ветвей и границ на 4-м шаге.

- : находится решение задачи нелинейного программирования без учета целочисленности
- : находится решение задачи линейного программирования без учета всех ограничений
- +: строятся в случае необходимости дополнительные ограничения и получаем оптимальный целочисленный план либо устанавливаем неразрешимость задачи
- : находится решение задачи линейного программирования без учета целочисленности

101: В задачах целочисленного программирования неизвестные параметры могут принимать .

- : только положительные значения
- +: только целочисленные значения любые значения -: только отрицательные значения

102: Метод ветвей и границ является...

- +: нерегулярным
- : расходящимся
- : регулярным
- : асимптотическим

103: Правильные отсечения в методах отсечения должны быть...

- : положительно определенными
- +: линейными
- : нелинейными
- отрицательно определенными

104: Для решения задачи линейного программирования с помощью MicrosoftExcel она может быть записана в следующем виде...

- +: стандартном
- +: каноническом
- +: общем

-линейном

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если верно и правильно выполнено 90%-100% заданий;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если верно и правильно выполнено 70%-80% заданий;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если верно и правильно решено 50%-60% заданий, возможны некоторые исправления при решении;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если верно выполнено менее 50% заданий;

### **Темы рефератов, сообщений**

1. **Основные понятия оптимизации.** Понятие оптимизации. Задачи и критерии оптимизации режимов. Независимые и зависимые параметры, характеризующие режим СЭНС. Целевая функция.
2. **Принятие управленческих решений.** Условия и факторы качества управленческих решений. Модели процесса принятия решения. Этапы процесса разработки управленческого решения.
3. **Принятие управленческих решений.** Методология разработки управленческого решения. Целевая ориентация управленческих решений. Определение альтернатив действия.
4. **Основные понятия оптимизации.** Основные понятия оптимизации: решение, множество возможных решений, оптимальное решение, показатель эффективности. Разделение общей задачи по временному признаку.
5. **Этапы поиска оптимального решения.** Искомые переменные, значения которых вычисляются в процессе решения задачи. Базисные и свободные переменные. Экстремум целевой функции. Ограничения и граничные условия.
6. **Этапы поиска оптимального решения.** Выбор метода решения: нелинейное и линейное программирование. Выполнение вычислений. Анализ решения задачи.
7. **Линейные оптимизационные задачи.** Линейная математическая модель СЭНС. Формулировка задачи линейного программирования. Графическое решение задачи линейного программирования.
8. **Линейные оптимизационные задачи.** Симплекс-метод. Алгоритм симплекс-метода. Единая математическая модель – «транспортная задача».
9. **Математический аппарат эффективного энергоснабжения.** Оптимизация затрат на схему электрической (тепловой) сети, состоящей из линий передачи, связывающих узлы источников питания с узлами потребителей.
10. **Математический аппарат эффективного энергоснабжения.** Алгоритм решения оптимизационной задачи. Допустимое решение для задачи при заданных (выбранных) исходных данных. Уточнение полученного допустимого решения.
11. **Методы получения эффективного (оптимального) решения.** Распределительный метод. Метод потенциалов. Учет пропускной способности линий.
12. **Методы получения эффективного (оптимального) решения.** Транспортная матрица с учетом пропускной способности линий. Оптимальная схема энергетической сети с учетом ее пропускной способности.
13. **Методы получения эффективного (оптимального) решения.** Комбинаторный метод решения задач целочисленного программирования.

14. **Методы получения эффективного (оптимального) решения.** Метод ветвей и границ решения задач целочисленного программирования.
15. **Методы получения эффективного (оптимального) решения.** Задачи на сетях. Задача о максимальном потоке. Задача о нахождении кратчайшего пути.
16. **Методология системного анализа и исследование операций.** Системный анализ, система, оптимизация. Схема операционного проекта. Особенности математического моделирования операций.
17. **Линейное программирование (ЛП).** Общая и основная задачи ЛП. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Идея симплекс-метода решения задачи ЛП. Алгоритм отыскания оптимального решения задачи ЛП.

**Реферат оценивается следующим образом:**

- соответствие содержания теме- 4 балла;
- глубина проработки материала, 3 балла;
- грамотность и полнота использования источников, 1 балл;
- соответствие оформления реферата требованиям, 2 балла;
- доклад, 5 баллов;
- умение вести дискуссию и ответы на вопросы, 5 баллов.

Максимальное количество баллов: 20.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если набрал 19-20 баллов;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если набрал 15-18 баллов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если набрал 10-14 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если набрал менее 10 баллов

**Вопросы к зачету**

1. Производная по Фреше.
2. Частные производные и производные высших порядков.
3. Теорема суперпозиции. Теорема о среднем.
4. Формула Тейлора. Теорема Ферма.
5. Дифференцируемость операторов и функционалов.
6. Дифференциал суперпозиции.
7. Конечномерная теорема об обратном отображении.
8. Задачи на экстремум. Определение базовых понятий.
9. Необходимое и достаточное условие экстремума функционалов.
10. Основные два этапа решения задач на экстремум.
11. Необходимое условие экстремума функции многих переменных.
12. Достаточное условие экстремума функции многих переменных.
13. Выпуклые множества. Основные свойства.
14. Выпуклые функции.
15. Первая теорема отделимости.
16. Вторая теорема отделимости.

17. Свойства выпуклых функций.
18. Три особенности задачи выпуклого анализа.
19. Задача на безусловный экстремум для выпуклых функций.
20. Субдифференциал. Основные свойства.
21. Теорема Куна-Таккера.
22. Задачи выпуклого программирования. Примеры.
23. Задача линейного программирования. Основные свойства.
24. Симплекс. Метод решения задач линейного программирования.
25. Двойственность в линейном программировании.
26. Графический метод решения экстремальных задач.
27. Задача Больца, Бернулли. Изопериметрическая задача.
28. Пример полного исследования вариационной задачи на экстремум.
29. Лемма Дюбуа-Раймоне.
30. Задача о наименьшей поверхности вращения.
31. Задача о брахистохроне и ее решение.
32. Многомерный случай вариационных задач.
33. Некоторые случаи решения уравнения Эйлера.
34. Задача Лагранжа. Постановка задачи, формулировка теоремы.
35. Задача Дидоны.
36. Задача со старшими производными.
37. Постановка задачи оптимального управления. Связь с задачей Лагранжа.
38. Формулировка теоремы Понтрягина. Пример ее применения.
39. Простейшая задача о быстродействии.

#### **Критерии оценки:**

- «зачтено» выставляется студенту, если изложение полученных знаний в устной форме полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются, отдельные несущественные ошибки, исправляемые учащимися после указания преподавателя на них;
- «не зачтено» выставляется студенту, если изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя.

Рекомендуемые границы оценок:

- «зачтено» - не менее 51% правильных ответов,
- «не зачтено» - менее 51% правильных ответов.