



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора**

**А.В. Троицкий**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023г.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ СКАЛЯРНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ»**

**Направление подготовки:** 01.03.02. Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование. Математическое моделирование

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

**Автор: Вилисов В.Я. Рабочая программа дисциплины: Методы скалярной и векторной оптимизации. – Королев МО: «Технологический Университет», 2023г.**

Рецензент: д.ф.-м.н. проф. Котонаева Н.Г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 9 от 11.04.2023 г.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В. к.т.н., доцент 			
Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№8 от 15.03.2023			

**Рабочая программа согласована:**

Руководитель ОПОП ВО \_\_\_\_\_  И.В. Бугай, к.т.н., доцент

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переподтверждения)	2023			
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023			

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

**Целью** изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных профессиональных задач;
3. формирование готовности применять методы скалярной и векторной оптимизации в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

### **профессиональные компетенции (ПК):**

- Способность демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий (ПК-2);
- Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ (ПК-3).

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Дать студентам базовые знания по методам скалярной и векторной оптимизации.
2. Научить студентов решать типовые задачи дисциплины.
3. Познакомить студентов с примерами математического моделирования и анализа в области их профессиональной деятельности.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

### **Необходимые знания:**

- Обладать базовыми знаниями, полученными в области математических или естественных наук, программирования или информационных технологий
- Знать методы и приемы формализации задач
- Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов;

### **Необходимые умения:**

- Уметь находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
- Уметь выбирать средства и выработать реализации требований к программному обеспечению
- Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений;

### **Трудовые действия:**

- Иметь практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
- Владеть методами и средствами проектирования баз данных.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Методы скалярной и векторной оптимизации» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 01.03.02. Прикладная математика и информатика.

Изучение данной дисциплины базируется на дисциплинах «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения» и компетенциях: ОПК-1, ОПК-3, ПК-2.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин: «Методы оптимального управления, фильтрации и идентификации», «Математические методы и среды разработки экспертных систем», «Среды и методы имитационного моделирования и планирование вычислительного эксперимента» и выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр пятый	Семестр	Семестр
Общая трудоемкость	108		108		
<b>ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ</b>					
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>		<b>48</b>		
Лекции (Л)	16		16		
Практические занятия (ПЗ)	32		32		
Лабораторные работы (ЛР)	-		-		
Практическая подготовка	-		-		
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>		<b>60</b>		
Курсовые работы (проекты)	-		-		
Расчетно-графические работы	-		-		
Контрольная работа	+		+		
Текущий контроль знаний	Тест		Тест		
Вид итогового контроля	экзамен		экзамен		
<b>ЗАОЧНАЯ ФОРМА НЕ ПРЕДУСМОТРЕНА УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ</b>					

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час.	Практические занятия, час	Занятия в интерактивной форме, час	Практическая подготовка	Код компетенций
Тема 1. Методы скалярной оптимизации.	8	16	6	-	ПК-2 ПК-3
Тема 2. Методы векторной оптимизации.	8	16	6	-	ПК-2 ПК-3
<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>12</b>	-	

### 4.2. Содержание тем дисциплины

**Тема 1. Методы скалярной оптимизации.** Одномерная оптимизация. Безусловный экстремум скалярной функции векторного аргумента. Условный экстремум скалярной функции векторного аргумента.

Численные методы оптимизации. Задача линейного программирования (ЛП). Оптимизация на графах.

**Тема 2. Методы векторной оптимизации.** Оптимальность по Парето. Отношение доминирования по Парето. Парето-оптимальность. Аналитические методы построения множества Парето. Компромиссная кривая (фронт Парето). Расчёт компромиссных кривых. Методы сужения парето-оптимальных решений

Методы замены векторного критерия скалярным критерием. Аддитивный критерий оптимальности. Мультипликативный критерий оптимальности. Метод "идеальной" точки. Проблемы построения обобщённого критерия для векторных задач оптимизации. Сложности в построении обобщённого критерия. Формальное определение обобщённого критерия. Ранжирование частных критериев. Методы определения весовых коэффициентов.

Методы последовательной оптимизации. Метод главного критерия. Метод последовательных уступок. Лексикографический критерий. Метод равенства частных критериев.

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Методы скалярной и векторной оптимизации» приведена в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев; Пантелеев А.В., Летова Т.А. - Москва: Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1887-9.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)

2. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] / А.М. Барлуков .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2016 .— 92 с. — Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/441787>

3. Мицель А.А. Методы оптимизации / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – Томск: ТУСУР, 2017. – 198 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>

### **Дополнительная литература:**

1. Колбин В. В. Методы принятия решений: учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 640 с. — ISBN 978-5-8114-2029-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/71785>

2. Вилицов В.Я. Методы оптимизации: Учебное пособие. - Королев: КИУЭС, 2011. - 60 с.

3. Хореева Н.К. Методы оптимальных решений : Учебное пособие для бакалавров направления подготовки 38.03.01 Экономика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Н.К. Хореева, И.В. Крепышева, Н.К. Хореева .— : МГИИТ, 2016 .— 135 с. — Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/366971>

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.znaniy.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

**10.Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice*

**Информационные справочные системы:** *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*

**11.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран); доской для письма мелом или фломастерами;
- комплект электронных презентаций/слайдов.

**Практические занятия:**

- аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (проектор, ноутбук), демонстрационными материалами (наглядными пособиями); доской для письма мелом или фломастерами;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочее место студента, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ СКАЛЯРНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ »**

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование, математическое моделирование

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	ПК-2	Способность демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	<b>Тема 1.</b> Методы скалярной оптимизации. <b>Тема 2.</b> Методы векторной оптимизации.	Обладать базовыми знаниями, полученными в области математических или естественных наук, программирования или информационных технологий	Уметь находить, формулировать и решать стандартные задачи в научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	Иметь практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
2.	ПК-3	Способность использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ	<b>Тема 1.</b> Методы скалярной оптимизации. <b>Тема 2.</b> Методы векторной оптимизации.	Знать методы и приемы формализации задач Знать методы и средства проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов	Уметь выбирать средства и вырабатывать реализации требований к программному обеспечению Уметь проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений	Владеть методами и средствами проектирования баз данных

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Шкала и критерии оценки
ПК-2 ПК-3	Тест	А) <b>полностью сформирована</b> (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов Б) <b>частично сформирована:</b> •компетенция <b>освоена на продвинутом уровне</b> – 70% правильных ответов; •компетенция <b>освоена на базовом уровне</b> – от 51% правильных ответов; В) <b>не сформирована</b>	Проводится письменно Время, отведенное на процедуру – 30 мин. Неявка 0 баллов. Критерии оценки определяются процентным соотношением. Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов. Удовлетворительно – от 51% правильных ответов. Хорошо – от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.

		(компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов	
	Выполнение контрольной работы	А) <b>полностью сформирована</b> (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов Б) <b>частично сформирована:</b> •компетенция <b>освоена на продвинутом уровне</b> – 4 балла; •компетенция <b>освоена на базовом уровне</b> – 3 балла; В) <b>не сформирована</b> (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов	При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.

### 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. Типовые вопросы, выносимые на тестирование

##### Тестовые задания №1

1. Как называют человека работающего в рассматриваемой области деятельности, разбирающегося в рассматриваемой проблеме, могущего высказать суждение по ней в доступной форме.

- ЛПР (лицо принимающее решение);
- эксперт;
- консультант.

2. Один из способов достижения цели или один из конечных результатов называют

- критерием;
- альтернативой.

3. Если  $X$  – множество допустимых альтернатив,  $Y$  – множество состояний среды,  $A$  – множество исходов,  $F$  – функция реализации, то набор каких объектов составляет реализационную структуру ЗПР?

- $XYA$ ;
- $XYF$ ;
- $XYAF$ .

4. Дана пара исходов ( $a_1, a_2$ ), причем исход  $a_2$  не менее предпочтителен, чем исход  $a_1$ . Выберите запись соответствующую данному утверждению.

- $a_1 a_2$ ;
- $a_1 a_2$ ;
- $a_1 a_2$ .

5. Если оценка исхода является выражением затрат убытков, то целевая функция  $f$  называется:

- функция затрат;
- функция убытков;

с. функция потерь

**6. Какие из компонентов должна включать в себя задача оптимизации?**

- а. целевую функцию  $F$ , ограничения  $g_i$ ;
- б. целевую функцию  $F$ , граничные условия;
- с. целевую функцию  $F$ , ограничения  $g_i$ , граничные условия.

**7. Если сумма всех запасов  $A$  у поставщика равняется сумме всех заявок  $B$  потребителей, то такую транспортную связь называют...**

- а. сбалансированной;
- б. несбалансированной.

**8. Если вторая производная функции в точке  $x^*$  отрицательна, то функция в этой точке имеет....**

- а. максимум;
- б. минимум.

**9. Если  $x_j$  находится в области допустимых решений, то выполняются все ограничения и, значит,**

- а.  $g_i(x_j) \neq 0$ ;
- б.  $g_i(x_j) = 0$ , где  $g_i$  – ограничения.

**10. Если ожидаемое оптимальное значение целевой функции порядка единицы, то число  $M$  можно принять равным:**

- а. 100,
- б. 10,
- с. 1000.

**11. Методы отсечения:**

мощности всех поставщиков были реализованы

сначала задача решается без условия целочисленности

сначала задается в задаче условие целочисленности

вводится дополнительное ограничение правильности отсечения

дополнительное ограничение правильности отсечения выполняются автоматически

**12. В задаче многокритериальной оптимизации для оценки качества найденных решений используют эталонные точки:**

идеальная точка

утопическая точка

оптимальная точка

надир)

**13. На какие группы разделяются методы оптимизации в зависимости от существования или отсутствия ограничений?**

Полной и безусловной оптимизации.

Полной и неполной оптимизации.

условного и безусловной оптимизации.

условного и частичной оптимизации.

**14. Как называют методы оптимизации первого порядка?**

Методами прямого поиска.

градиентных методов.

Методами условного поиска.

Методами быстрого спуска.

**15. Как называется проектировочная процедура, суть которой заключается в разработке [или выборе] структуры объекта?**

Структурным синтезом.

Задачей принятия решений.

параметрического синтеза.

объектной синтезом.

**16. Какой принцип лежит в основе методов исключения интервалов?**

Постепенное сужение области допустимых значений целевой функции.

Последовательное уменьшение интервала поиска.

Последовательное превращение интервалов неопределенности в зону поиска оптимума целевой функции.

Последовательное увеличение интервала поиска.

**17. Какие из ниже перечисленных методов относятся к методам одномерной оптимизации?**

Методы Розенброка, Хука-Дживса, Нелдера-Мида, случайного поиска.

Методы быстрого спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики.

Методы быстрого спуска, Розенброка, Хука-Дживса, метод золотого сечения.

Метод дихотомического деления, метод золотого сечения, метод чисел Фибоначчи, метод полиномиальной аппроксимации.

**18. Заданные условия работоспособности на выходные параметры и необходимо найти номинальные значения проектных параметров, к которым относятся все или доли элементов объекта, проектирующих. Это приведены формулировки. . .**

базовой задачи структурного синтеза.

базовой задачи оптимизации.

задачи принятия минимального решения.

**19. Что называют параметрическим синтезом?**

Задачу оптимизации на базе многовариантного анализа.

(проектировочные процедуру, суть которой заключается в разработке [или выборе] структуры объекта.

Задачу оптимизации на базе довариантного анализа.

проектировочные процедуру, суть которой заключается в расчете [или выборе] значений параметров элементов объекта.

**20. Что такое градиент функции многих переменных?**

Матрица перестановок.

Матрица Якоби

Матрица множества альтернатив.

Матрица Гессе.

**21. В зависимости от количества управляемых параметров методы оптимизации делятся на методы ...**

одномерной и многомерной оптимизации.

двумерной и многомерной оптимизации.

одномерной и  $n + k$ -мерной оптимизации.

одномерной, двумерной и трехмерной.

**22. Какое из перечисленных определений касается понятия «параметрический синтез»?**

Определение цели, множества возможных решений и ограничительных условий.

Проектировочная процедура, суть которой заключается в разработке или выборе структуры объекта.

Расчет или выбор значений внутренних параметров элементов объекта.

Расчет или выбор значений внешних атрибутов объекта.

**23. Процессы принятия управленческих решений в организациях, как правило, ...**

а) протекают в паритетных группах

б) протекают в иерархических группах

в) носят индивидуальный характер

**24. Под нормализацией векторного критерия при многокритериальной оптимизации понимается:**

а) приведение всех критериев к единой шкале измерения

б) поиск оптимального решения

в) декомпозиция задачи на составляющие части

г) анализ критериев

**25. Метод равномерной оптимизации применяется если:**

- а) глобальное качество альтернативы представляет собой сумму локальных (частных) качеств
- б) отсутствуют исходные данные
- в) необходимо провести детализированный анализ проблемы
- г) необходимо провести анализ критериев

**26. Метод справедливого компромисса применяется, потому что:**

- а) глобальное качество альтернативы представляет собой сумму локальных (частных) качеств
- б) имеется тесная связь с решением в некооперативных играх.
- в) необходимо провести детализированный анализ проблемы
- г) необходимо провести анализ критериев

**27. Как поступить лучше в случае, если приходится оценивать эффективность операции по нескольким показателям?**

сузить множество возможных решений за счет отсеечения заведомо неудачных, уступающих другим по всем критериям;

свести многокритериальную задачу к дроби;

свести многокритериальную задачу к взвешенной сумме частных показателей;

содержание п. а, б;

содержание п. а, в;

**28. Что позволяет решать математический аппарат при рассмотрении многокритериальных задач исследования операций?**

он помогает “выбраковать” из множества возможных решений  $X$  заведомо неудачные, уступающие другим по всем критериям;

он позволяет решать прямые задачи исследования операций;

он помогает “выбраковать” из множества возможных решений  $X$  заведомо удачные;

содержание п. а, б;

содержание п. а, в;

**29. Какие существуют пути построения компромиссного решения?**

выделить один (главный) показатель  $F_1$  и стремиться его обратить в максимум, а на все остальные  $F_2, F_3, \dots$  наложить только некоторые ограничения, потребовав, чтобы они были не меньше каких-то заданных чисел;

“методом последовательных уступок”;

волевым актом “начальника”;

выделить один (главный) показатель  $F_1$  и стремиться его обратить в максимум;

содержание п. а, б;

**30. Как называется область локальных параметров в многокритериальных задачах, где качество решения может быть улучшено одновременно по всем локальным критериям или без снижения уровня любого из критериев?**

область согласия;

область компромиссов;

область сглаживания.

**31. Какая из схем компромисса многокритериальных задач допускает увеличение одного критерия при сравнительно малых значениях других критериев?**

относительной уступки;

абсолютной уступки;

справедливой уступки.

**32. Какая схема компромисса не требует нормализации критериев?**

относительной уступки;  
абсолютной уступки;  
справедливой уступки.

## **Тестовые задания №2**

### **1. Какую задачу называют задачей на безусловный экстремум?**

В которой экстремум безусловно существует.

В которой безусловно имеются ограничения.

В которой нет ограничений.

### **2. Какую задачу называют задачей нелинейного программирования?**

Задачу с нелинейными ограничениями и нелинейной целевой функцией.

Задачу с линейными ограничениями и линейной целевой функцией.

Задачу с нелинейными ограничениями или нелинейной целевой функцией.

### **3. Какую задачу называют задачей линейного программирования?**

Задачу с линейными ограничениями и нелинейной целевой функцией.

Задачу с нелинейными ограничениями и линейной целевой функцией.

Задачу с линейными ограничениями и линейной целевой функцией.

### **4. Какую задачу называют задачей сепарабельного программирования?**

Задачу с аддитивными ограничениями.

Задачу с аддитивными ограничениями и аддитивными целевой функцией.

Задачу с аддитивной целевой функцией.

### **5. Какую задачу называют задачей квадратичного программирования?**

Задачу с квадратичными ограничениями.

Задачу с квадратичными ограничениями и квадратичной целевой функцией.

Задачу с квадратичной целевой функцией.

### **6. В чем заключаются необходимые условия экстремума?**

В необходимости их выполнения.

Частных производных по всем переменным равны нулю или не существуют.

### **7. Какая точка в пространстве переменных является стационарной?**

Которая не изменяется со временем.

Значение которой не зависит от функции.

В которой частные производные целевой функции по всем переменным равны нулю

### **8. Почему для поиска экстремума функции многих переменных используют численные методы, а не аналитические?**

По причине того, что функция не задана аналитически.

По причине ограниченной мощности вычислительных средств.

В силу сложности решения системы уравнений.

### **9. При поиске экстремума методом Ньютона что отыскивают в качестве решения?**

Экстремум первой производной целевой функции.

Экстремум второй производной целевой функции.

Корень уравнения необходимого условия оптимальности.

### **10. В чем особенности поиска экстремума градиентным методом с дроблением шага?**

В неудобстве процедуры дробления.

Особенностей нет.

В том, что величину шага можно дробить по мере приближения к экстремуму.

### **11. В чем недостатки поиска экстремума градиентным методом с постоянным параметром шага?**

Недостатков нет.

В не отрицательности параметра.

В том, что точность поиска определяется длиной шага.

**12. В чем особенность поиска экстремума градиентным методом наискорейшего спуска?**

В строгом движении по градиенту.

В максимально быстром поиске за счет больших шагов движения по градиенту.

В оптимизации длины шага поиска на каждом шаге движения по градиенту.

**13. В чем особенность поиска экстремума методом случайного поиска?**

В априорной неопределенности того, какой из экстремумов будет найден.

В случайной длине шага.

В случайном зондировании направления движения на каждом шаге.

**14. В методе случайного поиска какие элементы являются детерминированными?**

Направление поиска.

Количество шагов поиска.

Параметры шага.

**15. Какую задачу называют задачей на условный экстремум?**

Задачу с дополнительными условиями дифференцируемости функции.

В которой выполняются условия непрерывности функции.

Задачу, в которой кроме целевой функции имеются и ограничения.

**16. С какой целью строится функция Лагранжа?**

Для замены задачи минимизации на задачу максимизации

Для обеспечения дифференцируемости функции.

Для сведения задачи на условный экстремум к задаче на безусловный экстремум.

**17. Что называют неопределенным множителем Лагранжа?**

Любой неизвестный сомножитель в целевой функции.

Любой неизвестный сомножитель в функции Лагранжа.

Дополнительную переменную, вводимую при формировании функции Лагранжа.

**18. На сколько дополнительных переменных увеличивается пространство переменных, если в исходной задаче имеется одно ограничение-равенство?**

Не увеличится

На два.

На одно.

**19. На сколько дополнительных переменных увеличивается пространство переменных, если в исходной задаче имеется одно ограничение-равенство и два ограничения-неравенства?**

На одно.

На два.

На три.

**20. В чем заключается принцип Р. Беллмана?**

В аддитивности целевой функции.

В эффективности метода решения задачи динамического программирования.

В любом состоянии выбирается управление, максимизирующее платеж на текущем и последующих шагах.

**21. Что называют отсутствием последствия в задаче динамического программирования?**

В отсутствии ошибок управления.

В отсутствии зависимости эффекта от выбранного управления.

Независимость эффектов от более ранних состояний кроме предыдущего.

**22. В чем заключается аддитивность целевой функции в задаче динамического программирования?**

Она должна быть дискретной.

Она должна иметь экспоненциальный вид.

Она должна быть представлена в виде суммы

**23. В задачах динамического программирования время считается непрерывным или дискретным?**

Непрерывным.

Любым.

Дискретным.

**24. В задачах динамического программирования каким может быть количество шагов?**

Любым.

Кратным двум.

Ограниченным.

**25. Какое из приведенных выражений является целевой функцией?**

$$L_2(\bar{x}) > L_1(\bar{x}) > \dots > L_n(\bar{x})$$

$$L_k(\bar{x}) \leq a_k$$

$$\bar{x}_{opt} = \arg \max_{\bar{x} \in \Omega} L(\bar{x})$$

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1$$

$$L(\bar{x}) = c_1 x_1 + c_2 x_2$$

**26. Какое из приведенных выражений является критерием?**

$$L_2(\bar{x}) > L_1(\bar{x}) > \dots > L_n(\bar{x})$$

$$L_k(\bar{x}) \leq a_k$$

$$\bar{x}_{opt} = \arg \max_{\bar{x} \in \Omega} L(\bar{x})$$

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i = 1$$

$$L(\bar{x}) = c_1 x_1 + c_2 x_2$$

**27. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом главного критерия»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

**28. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом гарантирующего критерия»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

### **29. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом линейной свертки»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

### **30. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом идеальной точки»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

### **31. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом последовательных уступок»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

### **32. Какой из методов свертки (скаляризации) векторного критерия называют «Методом, основанным на Парето-оптимальности»?**

Все частные критерии ранжируют, а затем решают задачу оптимизации по критерию, имеющему наибольший ранг.

Метод, обеспечивающий выбор наилучшего решения из множества наихудших решений, найденных по каждому частному критерию.

Метод, в котором в качестве единственной скалярной целевой функции используется поэлементная сумма всех частных линейных целевых функций.

Метод, где в качестве меры оптимальности используется евклидово расстояние в пространстве целевых показателей между набором их желаемых значений и значений, соответствующих произвольной точки.

Метод, в котором задача векторной оптимизации решается за число шагов, равное количеству частных критериев, причем на каждом шаге – как однокритериальная, но на каждом последующем шаге число ограничений увеличивается на одно.

Метод, где в задаче векторной оптимизации на основе понятия «доминирования» альтернатив существенно уменьшается число возможных решений.

**33. Какие критерии выбора решений в условиях риска и неопределенности не являются комбинированными?**

Вальда и Гермейера

Сэвиджа и Гурвица

Гурвица и Ходжа-Лемана

Вальда, Оптимистический и Сэвиджа

Лапласа-Байеса и Гермейера

**34. Какие критерии выбора решений в условиях риска и неопределенности являются комбинированными?**

Вальда и Гермейера

Сэвиджа и Гурвица

Гурвица и Ходжа-Лемана

Вальда, Оптимистический и Сэвиджа

Лапласа-Байеса и Гермейера

**35. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Вальда?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**36. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью Оптимистического критерия?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**37. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Сэвиджа?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**38. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Гурвица?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**39. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Лапласа-Байеса?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**40. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Ходжа-Лемана?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**41. Каких исходных данных достаточно для выбора оптимального решения с помощью критерия Гермейера?**

Платежной матрицы

Платежной матрицы и вероятностей состояний природы

Платежной матрицы и параметра  $\lambda$

Вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

Платежной матрицы, вероятностей состояний природы и параметра  $\lambda$

**42. Какой портфель активов называют оптимальным?**

Портфель максимальной стоимости.

Обеспечивающий максимальную доходность.

Портфель с минимальной дисперсией доходности.

**43. Какой целевой показатель минимизируется в портфельной оптимизации?**

Безрисковость.

Доходность.

Дисперсия доходности.

**44. Что является показателем риска в портфельной оптимизации?**

Безрисковость.

Доходность.

Дисперсия доходности.

**45. Какие активы принимаются при построении оптимального портфеля Марковица?**

Рисковые и безрисковые.

Только безрисковые

Только рисковые.

**46. Какие активы принимаются при построении оптимального портфеля Тобина?**

Только рисковые.

Только безрисковые

Рисковые и безрисковые.

### 3.2 Тематика контрольной работы:

1. Изобразить на плоскости сумму двух множеств:  $X_1 = \{x_1, x_2\}$ , где  $x_1 = (4, a)$ ,  $x_2 = (4, 3)$  и  $X_2 = \{(-2, -1), (1, b), (3, -c)\}$

1.  $a = 2, b = 2, c = 1$

2.  $a = 3, b = 3, c = 2$

3.  $a = 3, b = 5, c = 2$

4.  $a = 5, b = 4, c = 3$

5.  $a = 1, b = 1, c = 0$

2. Доказать выпуклость множества  $S$  :

1.  $S = \left\{ x \in R^2 : \frac{x_1^2}{4} + \frac{x_2^2}{9} \leq 1 \right\}$

2.  $S = \left\{ x \in R^2 : x_1^2 + x_2^2 \leq 4 \right\}$

3.  $S = \left\{ x \in R^2 : |x_1| \leq x_2 \right\}$

4.  $S = \left\{ x \in R^2 : x_1^2 \leq x_2 \right\}$

5.  $S = \left\{ x \in R^2 : |x_1| + |x_2| \leq 1 \right\}$

3. Проверить является ли функция  $f$  выпуклой (вогнутой) на заданном множестве  $X$ , указать такие точки из  $X$ , в окрестности которых  $f$  не является ни выпуклой, ни вогнутой:

1.  $f = 7x_1^2 - x_2^5 + 0,5x_3^2 - x_3 + 6, X = R^3$

2.  $f = x_1^3 - 6x_1^2 + 8x_1 + x_2^3(x_2 - 1) + x_3^3, X = R^3$

3.  $f = x_1^2 + 5x_2^3 - 5x_2 + 0,2x_3^5 - 0,5x_3^2, X = R^3$

4.  $f = 7x_1 - x_2^5 + 0,5x_3^2 - x_3 - 9, X = R^3$

5.  $f = x_1^5 + 5x_1^2 - \frac{1}{3}x_2^3 - 5x_3^2 - 18x_3, X = R^3$

4. Доказать выпуклость функции  $f(x)$  и вычислить ее субдифференциал:

1.  $\max\{e^x, 1 - x, 2\} + |x|$

2.  $\max\{|x|, x + 2\} + |x - 1|$

3.  $\max\{|x - 1|, 3^x\} + |x - 2|$

4.  $\max\{2^x, 1, |x|\} + |x - 1|$

5.  $\max\{x^2, |x|\} + |x + 1|$

5. Решить задачу безусловной оптимизации:

1.  $x^2 - xy + y^2 - 2x + y \rightarrow \text{extr}$
2.  $x^4 - 2x^2 + y^4 - 2y^2 + 4xy \rightarrow \text{extr}$
3.  $x^2 - y^2 + 2 \exp(-x^2) \rightarrow \text{extr}$
4.  $x^2 + y^2 + z^2 - xy + x - 2z \rightarrow \text{extr}$
5.  $x^3 y^2 (6 - x - y) \rightarrow \text{extr}$

6. Решить задачу условной оптимизации, используя метод множителей Лагранжа:

$$\begin{aligned} & \min x^2 - y + z^2 \\ & \begin{cases} x + y + z \leq 1 \\ -x + 2y + z^2 = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

1.

$$\begin{aligned} & \max 2xyz \\ & \begin{cases} x^2 + y^2 + z^2 \leq 1 \\ x + y + z = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

2.

$$\begin{aligned} & \max x^2 - y^2 \\ & \begin{cases} x^2 + y^2 \leq 16 \\ x - y = 4, x \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

3.

$$\begin{aligned} & \min x^2 + y^2 + 4xy \\ & \begin{cases} x^2 + y^2 = 1 \\ x - y \leq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

4.

$$\begin{aligned} & \min x^2 + z^2 - 2xy \\ & \begin{cases} x + 2y + z = 1 \\ 2x - y + z = 5 \\ x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

5.

7. Решить задачу условной оптимизации, используя теорему Куна-Таккера:

1. 
$$\begin{aligned} & \max -x^2 - y^2 + 6 \\ & \begin{cases} x + y \leq 5 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$
2. 
$$\begin{aligned} & \min x^2 + 3y^2 + 2xy + x + y \\ & \begin{cases} x^2 + y^2 \leq 1 \\ y - x \leq 1 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$
3. 
$$\begin{aligned} & \min x^2 + y^2 \\ & \begin{cases} x^2 - 6x + 4y + 5 \leq 0 \\ y - x + 1 \leq 0 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$
4. 
$$\begin{aligned} & \max 2x - x^2 + y \\ & \begin{cases} x^2 + y^2 \leq 16 \\ 3x + 2y \leq 1 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$
5. 
$$\begin{aligned} & \min x - \frac{9}{4} + (y - 2)^2 \\ & \begin{cases} x^2 - y \leq 0 \\ x + y \leq 6 \\ x \geq 0, y \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

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

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы скалярной и векторной оптимизации» являются две текущие аттестации в форме тестов и итоговая аттестация в форме экзамена.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Тестирование 1, 2	ПК-2 ПК-3	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 40 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Экзамен	ПК-2 ПК-3	2 вопроса, 1 задание	Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 50 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: <b>«Отлично»:</b> знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов; ответ на вопросы билета. <b>«Хорошо»:</b> •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; •ответы на вопросы билета •неправильно решено практическое задание <b>«Удовлетворительно»:</b> демонстрирует

						<p>частичные знания по темам дисциплин; незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях;</p> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <p>демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	--	--	--	---

#### 4.1. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Математическая модель проектируемого объекта (процесса), входные, выходные и внутренние параметры и характеристики модели, ее структурные и параметрические изменения и варьируемые параметры, примеры моделей.
2. Неформальное определение наилучшего значения вектора варьируемых параметров модели.
3. Формулировка задач векторной и скалярной параметрической оптимизации.
4. Основные подходы к решению задачи нелинейного программирования, влияние свойств модели проектируемого объекта на процесс ее решения.
5. Первичная классификация задач оптимизации в зависимости от вида целевой функции и наличия и характера ограничений.
6. Формирование критериев оптимальности, аддитивные, мультипликативные и минимаксные критерии.
7. Основные подходы к решению задачи векторной оптимизации.
8. Область Парето.
9. Построение множества конкурирующих решений.
10. Метод последовательной субоптимизации.
11. Сведение задачи векторной оптимизации к скалярной.
12. Стратегии выбора весовых коэффициентов для частных критериев.
13. Экстремум ограниченной непрерывной функции.
14. Разложение гладкой функции в ряд Тейлора.
15. Нормы векторов и матриц.
16. Спектральная норма матрицы.
17. Необходимое условие 1-го порядка как теоретическая основа построения градиентных методов оптимизации.
18. Положительно определенная матрица.

19. Необходимые и достаточные условия 2-го порядка.
20. Количественные значения определенности (положительной, отрицательной и т. д.) матрицы Гессе и тип (минимум, максимум, седло) стационарной точки.
21. Обусловленность матрицы.
22. Количественные значения числа обусловленности матрицы Гессе (с использованием спектральной нормы) и характер экстремума.
23. Основные подходы к решению задачи условной оптимизации с функциональными ограничениями типа равенств (аналитические преобразования, поисковый процесс).
24. Функция Лагранжа.
25. Метод множителей Лагранжа, пример решения задачи.
26. Связь в точке минимума множителей Лагранжа с частными производными целевой функции по параметрам ограничений.
27. Общая характеристика методов одномерной минимизации и их классификация.
28. Методы сокращения длины интервалов неопределенности.
29. Методы равномерного поиска, деления интервала пополам, методы Фибоначчи и золотого сечения.
30. Сравнение эффективности методов и оценка их численной устойчивости.
31. Методы, основанные на идее интерполяции (квадратичная и кубическая интерполяция без использования производных, кубическая интерполяция с использованием производных).
32. Методы 0-го, 1-го и 2-го порядков, основанные на построении релаксационных последовательностей.
33. Общая характеристика методов 0-го порядка.
34. Метод покоординатного спуска с дискретным и оптимальным шагом, его основные недостатки.
35. Метод конфигураций, метод вращающихся координат (метод Розенброка).
36. Теорема о построении ортогональных направлений поиска.
37. Понятие сопряженных направлений.
38. Свойство параллельных подпространств квадратичной функции, квадратичная скорость сходимости процесса поиска ее минимума по сопряженным направлениям.
39. Метод сопряженных направлений 0-го порядка.
40. Линейная независимость направлений поиска. Сравнение эффективности рассмотренных методов.
41. Общая характеристика методов 1-го порядка.
42. Градиент - направление наиболее быстрого изменения функции (доказательство путем решения соответствующей экстремальной задачи методом множителей Лагранжа).
43. Метод наискорейшего спуска (метод Коши), доказательство его недостатков.
44. Методы параллельных касательных и "тяжелого шарика".
45. Вывод метода сопряженных направлений Флетчера-Ривса.

46. Метод сопряженных направлений Зангвилла. Сравнение эффективности рассмотренных методов.
47. Общая характеристика методов 2-го порядка. Метод Ньютона, его скорость сходимости для квадратичной функции.
48. Основные недостатки метода Ньютона. Квазиньютоновские методы.
49. Метод Марквардта, его достоинства и недостатки. Метод переменной метрики. Сравнение эффективности рассмотренных методов.
50. Формулировка задачи линейного программирования, ее распространенность в практике решения оптимизационных задач.
51. Пример формулировки задачи, графические методы ее решения. Переход к формулировке задачи в стандартной форме, симплекс-метод ее решения, пример решения задачи симплекс-методом.
52. Анализ чувствительности в линейном программировании, развитие идей линейного программирования.
53. Условия Куна-Таккера и задача Куна-Таккера (основные теоремы). Условия существования седловой точки, условия оптимальности второго порядка.
54. Методы оптимизации, основанные на преобразовании задачи условной оптимизации в безусловную.
55. Штрафные и барьерные функции, примеры функций, пример решения задачи. Методы прямого поиска в задачах условной оптимизации.
56. Метод комплексов. Преобразование задачи в последовательность задач линейного программирования.
57. Основные сведения о методах случайного поиска, адаптивные эвристические алгоритмы с переменным шагом. Поиск глобального минимума целевой функции путем использования комбинаций различных методов оптимизации, одновременное построение нескольких траекторий поиска.
58. Типы задач оптимизации. Скалярная оптимизация. Понятия выпуклости, безусловного и условного экстремумов. Примеры.
59. Общая постановка задачи математического программирования. Особенности задач сепарабельного, квадратичного и целочисленного программирования. Примеры.
60. Задачи безусловной оптимизации. Точка локального экстремума. Необходимые и достаточные признаки экстремума. Примеры.
61. Понятие стационарной точки. Критерий Сильвестра. Примеры.
62. Поиск стационарных точек методом Ньютона (одномерный случай). Примеры.
63. Поиск стационарных точек методом Ньютона (многомерный случай). Примеры.
64. Поиск стационарных точек градиентным методом с постоянным шагом. Примеры.
65. Поиск стационарных точек градиентным методом с дроблением шага. Примеры.
66. Поиск стационарных точек градиентным методом наискорейшего спуска/подъема. Примеры.
67. Поиск стационарных точек методом случайного поиска. Примеры.

68. Решение задач условной оптимизации методом множителей Лагранжа (ограничения равенства). Примеры.
69. Решение задач условной оптимизации методом множителей Лагранжа (ограничения равенства и неравенства). Примеры.
70. Задача векторной оптимизации. Типы целевых функций и критериев. Принципы решения задач векторной оптимизации. Примеры.
71. Скалярное представление векторного критерия методом главного (доминирующего) критерия. Примеры.
72. Скалярное представление векторного критерия методом гарантирующего (максиминного) критерия. Примеры.
73. Скалярное представление векторного критерия методом линейной (аддитивной) свёртки целевой функции. Примеры.
74. Скалярное представление векторного критерия методом «идеальной точки». Примеры.
75. Скалярное представление векторного критерия методом последовательных уступок. Примеры.
76. Скалярное представление векторного критерия методом, основанным на Парето-оптимальности. Примеры.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

*ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН*

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ СКАЛЯРНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ»**

**Направление подготовки:** 01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Профиль:** Программирование, математическое моделирование

**Уровень высшего образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Королев  
2023

## 1. Общие положения

### Цель дисциплины:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации;
2. освоение необходимого математического аппарата, применяемого при решении различных профессиональных задач;
3. формирование готовности применять методы скалярной и векторной оптимизации в профессиональной деятельности.

### Задачи дисциплины:

1. Дать студентам базовые знания по методам скалярной и векторной оптимизации.
2. Научить студентов решать типовые задачи дисциплины.
3. Познакомить студентов с примерами математического моделирования и анализа в области их профессиональной деятельности.

## 2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Формирование аддитивных, мультипликативных и минимаксных критериев качества, выбор весовых коэффициентов для частных критериев. Определение стационарных точек гладкой целевой функции. Определение характера стационарной точки путем исследования матрицы Гессе.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 2.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение задач условной оптимизации с ограничениями типа равенств методом замены переменных и методом множителей Лагранжа. Решение задач минимизации однопараметрической функции методами сокращения интервала неопределенности.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 3.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение задач минимизации однопараметрической функции методами, основанными на идее интерполяции. Сравнительная оценка трудоемкостей методов одномерной минимизации унимодальной целевой функции.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 4.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Определение ортогональных и сопряженных направлений поиска. Демонстрация и сравнительная оценка эффективности методов безусловной минимизации 0-го порядка. Решение задач безусловной минимизации методами 1-го порядка.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 5.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение задач безусловной минимизации методами 2-го порядка. Демонстрация и сравнительная оценка эффективности методов безусловной минимизации 2-го порядка.*

*Формулировка и решение задач линейного программирования графическим и симплекс-методом.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 6.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение задач условной оптимизации с использованием штрафных и барьерных функций.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 7.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение задач условной оптимизации путем их линеаризации и использования опорных плоскостей.*

Продолжительность занятия – 4 ч.

Практическое занятие 8.

Вид практического занятия: *смешанная форма практического занятия.*

Образовательные технологии: *дифференцированное обучение*

Тема и содержание практического занятия: *Решение многоэкстремальных задач оптимизации*

Продолжительность занятия – 4 ч.

### **3. Указания по проведению лабораторного практикума**

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

*Цель самостоятельной работы:* подготовить бакалавров к самостоятельному научному творчеству.

*Задачи самостоятельной работы:*

- изучение теоретического лекционного курса;
- приобретение умений и навыков использовать изученные математические методы для самостоятельного решения и исследования типовых задач;
- развитие способностей к логическому и алгоритмическому мышлению;
- воспитание математической культуры аналитических преобразований

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Методы скалярной оптимизации	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (задача о минимальном покрывающем дереве).
2.	Методы векторной оптимизации	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (задачи оптимизации на графах).

#### 5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

Учебным планом данного курса предусмотрено написание контрольной работы, что является одним из условий успешного освоения ими основных положений данной дисциплины и служит допуском к сдаче зачета по курсу во время зачетной сессии.

Задания контрольной работы разрабатываются преподавателем кафедры «Математики и естественнонаучных дисциплин» МГОТУ.

Цель выполняемой работы: Продемонстрировать знания и умения в области изучения дисциплины «Методы скалярной и векторной оптимизации».

##### 5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями  $m$  и  $n$ , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

## 5.2. Требования к оформлению

Контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.
2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.
3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.
4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.
5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.
6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.
7. Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к экзамену не допускаются.

## 6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная литература:

1. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев; Пантелеев А.В., Летова Т.А. - Москва: Лань", 2015. - ISBN 978-5-8114-1887-9.

URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=67460](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=67460)

2. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] / А.М. Барлуков .— Улан-Удэ : Бурятский государственный университет, 2016 .— 92 с. — Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/441787>

3. Мицель А.А. Методы оптимизации / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – Томск: ТУСУР, 2017. – 198 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>

### **Дополнительная литература:**

1. Колбин В. В. Методы принятия решений: учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 640 с. — ISBN 978-5-8114-2029-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/71785>

2. Вилисов В.Я. Методы оптимизации: Учебное пособие. - Королев: КИУЭС, 2011. - 60 с.

3. Хореева Н.К. Методы оптимальных решений : Учебное пособие для бакалавров направления подготовки 38.03.01 Экономика [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Н.К. Хореева, И.В. Крепышева, Н.К. Хореева .— : МГИИТ, 2016 .— 135 с. — Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/366971>

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

### **Интернет-ресурсы:**

<http://www.znaniyum.com/> - электронно-библиотечная система

<http://www.e.lanbook.com/> - ЭБС Издательства "ЛАНЬ"

<http://www.rucont.ru/> - электронно-библиотечная система

<http://www.biblioclub.ru/> - университетская библиотека онлайн

## **8. Перечень информационных технологий**

**Перечень программного обеспечения:** *MSOffice*

**Информационные справочные системы:** *Электронные ресурсы образовательной среды Университета.*