

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.

« 25 » мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

Направление подготовки

**27.03.04 Управление в технических системах**

---

Направленность (профиль)

**Системы автоматизированного управления**

---

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

---

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью освоения дисциплины «Методы оптимизации»** является изучение методов и алгоритмов численного поиска точек экстремума функций в процессе решения прикладных и научных задач при получении математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления, формировании навыков разработки программ оптимизации параметров моделей объектов и законов регулирования при расчете и моделировании различных систем управления.

### Задачи дисциплины:

- сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования устройств и систем автоматизации и управления;
- участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике;
- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств;
- проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	основные положения теории управления, принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета и оптимизации, основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления	применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления, использовать принципы и методы математического моделирования при разработке и исследовании систем управления, решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации, контроля и управления, навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина (модуль) «Методы оптимизации» относится к блоку 1 ОП и ее вариативной части – дисциплинам по выбору.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и компетенциях, сформированных при изучении дисциплин: «Математика», «Информатика», «Программирование и основы алгоритмизации», «Математические модели и численные методы в решении задач АСУТП».

Дисциплина «Методы оптимизации» является предшествующей для освоения дисциплин: «Моделирование систем», «Цифровые многомерные системы управления», «Идентификация и диагностика систем».

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего часов	4 семестр
	ак.ч	ак.ч
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>73</b>	<b>73</b>
Лекции	18	18
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	–	–
Практические занятия (ПЗ)	54	54
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	54	54
Консультации текущие	0,9	0,9
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>71</b>	<b>71</b>
Проработка материалов по конспекту лекций	15	15
Проработка материалов по учебникам	21	21
Подготовка к практическим занятиям	15	15
Оформление отчетов по практическим работам	20	20

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### 5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость, час
1	Введение.	Математическая постановка задач оптимизации на примере получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления. Виды ограничений. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления. Общая характеристика численных методов их решения. Методы спуска. Конечношаговые и бесконечношаговые методы. Порядок методов. Критерии окончания поиска.	7
2	Методы безусловной оптимизации.	Использование методов одномерной оптимизации для проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Методы половинного деления, "золотого" сечения, Фибоначчи. Многомерная оптимизация. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Пауэлла, симплексный). Методы первого порядка (градиентный, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов). Метод Ньютона и его модификации. Метод «оврагов».	46
3	Методы условной оптимизации.	Нелинейное программирование. Задачи с ограничениями-равенствами. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Метод множителей Лагранжа. Задачи с ограничениями-неравенствами. Седловая точка функции Лагранжа. Методы решения задач нелинейного программирования: прямые (прямой поиск с возвратом, проекции градиента), штрафных функций (с внутренними и внешними функциями штрафа). Решение общей задачи математического программирования комбинированным методом штрафных функций.	46

4	Линейное программирование.	Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Примеры. Стандартный, канонический, общий вид задачи. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения. Двойственность в линейном программировании. Вырожденность в линейном программировании.	44
---	----------------------------	--	----

## 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПЗ, час	СРО, час
1	Введение.	2	–	5
2	Методы безусловной оптимизации.	6	18	22
3	Методы условной оптимизации.	6	18	22
4	Линейное программирование.	4	18	22

### 5.2.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Введение.	Математическая постановка задач оптимизации на примере получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления. Виды ограничений. Классификация задач: задачи безусловной и условной оптимизации, одномерной и многомерной оптимизации, задачи нелинейного, линейного, целочисленного программирования, задачи оптимального управления. Общая характеристика численных методов их решения. Методы спуска. Конечношаговые и бесконечношаговые методы. Порядок методов. Критерии окончания поиска.	2
2	Методы безусловной оптимизации.	Использование методов одномерной оптимизации для проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Методы половинного деления, "золотого" сечения, Фибоначчи. Многомерная оптимизация. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Пауэлла, симплексный). Методы первого порядка (градиентный, наискорейшего спуска, сопряженных градиентов). Метод Ньютона и его модификации. Метод «оврагов».	6
3	Методы условной оптимизации.	Нелинейное программирование. Задачи с ограничениями-равенствами. Необходимое и достаточное условия оптимальности. Метод множителей Лагранжа. Задачи с ограничениями-неравенствами. Седловая точка функции Лагранжа. Методы решения задач нелинейного программирования: прямые (прямой поиск с возвратом, проекции градиента), штрафных функций (с внутренними и внешними функциями штрафа). Решение общей задачи математического программирования комбинированным методом штрафных функций.	6
4	Линейное программирование.	Постановка задачи. Геометрическая интерпретация. Примеры. Стандартный, канонический, общий вид задачи. Симплекс-метод решения задач линейного программирования. Отыскание начального допустимого базисного решения. Двойственность в линейном программировании. Вырожденность в линейном программировании.	4

### 5.2.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, час
1	Введение.	–	–
2	Методы безусловной оптимизации.	Методы одномерной и многомерной оптимизации. Необходимое и достаточное условия.	18
3	Методы условной оптимизации.	Методы нелинейного программирования. Необходимое и достаточное условия.	18
4	Линейное программирование.	Постановка задачи. Симплекс-метод решения задач линейного программирования	18

### 5.2.3. Лабораторный практикум – не предусмотрен

### 5.2.4. Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Введение.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам	5
2	Методы безусловной оптимизации.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Подготовка к практическим занятиям Оформление отчётов по практическим работам	22
3	Методы условной оптимизации.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Подготовка к практическим занятиям Оформление отчётов по практическим работам	22
4	Линейное программирование.	Проработка материалов по конспекту лекций Проработка материалов по учебникам Подготовка к практическим занятиям Оформление отчётов по практическим работам	22

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

### 6.1. Основная литература

Струченков, В. И. Методы оптимизации: основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие : [16+] / В. И. Струченков. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 267 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457742>

Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах / В.И. Струченков. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 434 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3800-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457743>

### 6.2. Дополнительная литература

Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210674>

Мицель, А. А. Методы оптимизации : учебное пособие / А. А. Мицель, А. А. Шелестов, В. В. Романенко ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Факультет дистанционного обучения. – Томск : ТУСУР, 2017. – 198 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>

Самарский, А. А. Введение в численные методы [Текст] : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский. - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2009.-288 с. - (Классическая учебная литература по математике). - ISBN 978-5-8114-0602-9: 260-04.

### 6.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на

всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. – Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

#### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>

#### 6.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж : ВГУИТ, 2015. – Режим доступа: <http://biblos.vsuet.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

#### 6.6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Microsoft Windows 7 (64 - bit)	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Windows 8.1 (64 - bit)	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 2007	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
MicrosoftOffice 2010	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #47881748 от 24.12.2010 г. <a href="http://eopen.microsoft.com">http://eopen.microsoft.com</a>
AdobeReaderXI	(бесплатноеПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volumedistribution.htm</a>
Mathcad Prime 3.1	Договор № ТРУБ 27/01/17 с ООО «ВСГ» от 14.02.2017 г. Mathcad Education – University Edition (50 pack) Maintenance Gold

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

**Учебная аудитория № 405** для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект мебели для учебного процесса.

Проектор Epson EB-X41.

**Учебная аудитория № 3096** для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект мебели для учебного процесса.

Рабочие станции (IntelCore i5 – 8400) – 14 шт., мультимедийный проектор с аудио-поддержкой, экран.

Допускается использование других аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий и оснащенных соответствующим материально-техническим или программным обеспечением.

## 8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

8.1 **Оценочные материалы (ОМ)** для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- 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;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

8.2 Для каждого результата обучения по дисциплине определяются показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

ОМ входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля) **в виде приложения**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **27.03.04 Управление в технических системах** и профилю подготовки **Системы автоматизированного управления**.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**



## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-2	способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	основные положения теории управления, принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета и оптимизации, основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления	применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления, использовать принципы и методы математического моделирования при разработке и исследовании систем управления, решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации, контроля и управления, навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления

## 2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение.	ПКв-2	<i>Тест</i>	1-5	<i>Бланочное или компьютерное тестирование</i>
			<i>Контрольная работа</i>	47-55	<i>Защита практической работы</i>
			<i>Собеседование</i>	19-46	<i>Проверка преподавателем</i>
2	Методы безусловной оптимизации.	ПКв-2	<i>Тест</i>	6-10	<i>Бланочное или компьютерное тестирование</i>
			<i>Контрольная работа</i>	47-55	<i>Защита практической работы</i>
			<i>Расчетные задачи</i>	19-46	<i>Уровневая шкала</i>
3	Методы условной оптимизации.	ПКв-2	<i>Тест</i>	11-15	<i>Бланочное или компьютерное тестирование</i>
			<i>Контрольная Работа</i>	47-55	<i>Защита практической работы</i>
			<i>Расчетные задачи</i>	19-46	<i>Уровневая шкала</i>
4	Линейное программирование.	ПКв-2	<i>Тест</i>	16-18	<i>Бланочное или компьютерное тестирование</i>
			<i>Контрольная работа</i>	47-55	<i>Защита практической работы</i>
			<i>Собеседование</i>	56-68	<i>Проверка преподавателем</i>

## 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (зачет, экзамен)

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

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования (или письменного ответа или выполнения расчетно-графической (практической) работы или решения контрольных задач и т.п.) и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета, экзамена).

Каждый вариант теста включает 18 контрольных заданий, из них:

- 10 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 3 контрольных заданий на проверку навыков;

Или

Каждый билет включает 3 контрольных вопросов (задач), из них:

- 1 контрольный вопрос на проверку знаний;
- 1 контрольный вопрос на проверку умений;
- 1 контрольная задача на проверку навыков.

### 3.1. Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1 Шифр и наименование компетенции

*ПК-2 способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления*

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1.	Оптимальное значение функции это... <b>1) наилучшее</b> 2) наименьшее 3) наибольшее 4) в списке нет правильного ответа
2.	Глобальный минимум это... <b>1) наименьший из минимумов в области допустимых значений</b> 2) один из минимумов функции в области допустимых значений 3) наименьшее значение функции в некоторой окрестности 4) в списке нет правильного ответа
3.	Локальный минимум это... 1) один из минимумов функции в области допустимых значений <b>2) наименьшее значение функции в некоторой окрестности</b> 3) наименьший из минимумов в области допустимых значений 4) в списке нет правильного ответа
4.	Глобальный минимум является... <b>1) наименьшим из локальных</b> 2) наибольшим из локальных 3) первый по порядку из локальных 4) в списке нет правильного ответа
5.	Чтобы методами одномерной оптимизации найти максимум функции, нужно... <b>1) поменять у целевой функции знак на противоположный (-F(x))</b> 2) найти точку минимума функции и взять значение функции с обратным знаком 3) в списке нет правильного ответа
6.	В методе дихотомии на каждой итерации отрезок неопределенности уменьшается... <b>1) почти в 2 раза</b> 2) в 1,618 раз 3) в несколько раз 4) в списке нет правильного ответа
7.	На скорость сходимости метода дихотомии вид функции... <b>1) не влияет</b> 2) чем круче функция, тем быстрее сходимость 3) для пологих функций сходимость ниже 4) в списке нет правильного ответа
8.	Метод одномерной оптимизации, требующий проведения меньшего количества итераций для достижения заданной точности результата, это ... <b>1) метод дихотомии</b> 2) метод золотого сечения

	3) метод прямого перебора
9.	<p>Функция на отрезке унимодальная, если...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) на выбранном отрезке функция имеет два минимума</li> <li><b>2) на выбранном отрезке функция имеет один экстремум</b></li> <li>3) на выбранном отрезке функция не имеет ни одного минимума</li> <li>4) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
10.	<p>Вид функции на скорость сходимости метода прямого перебора...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) не влияет</li> <li>2) чем круче функция, тем быстрее сходимость</li> <li><b>3) влияет</b></li> <li>4) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
11.	<p>Чтобы повысить точность метода дихотомии надо...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) уменьшить заданную погрешность</b></li> <li>2) увеличить отрезок неопределенности</li> <li>3) уменьшить количество итераций</li> <li>4) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
12.	<p>Меньшей трудоемкостью обладает...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) метод золотого сечения</b></li> <li>2) метод дихотомии</li> <li>3) метод прямого перебора</li> <li>4) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
13.	<p>В методе золотого сечения на каждой итерации функция вычисляется один раз, потому что...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) одно из значений функции не вычисляется, а переопределяется, поскольку каждая из внутренних точек (<math>x_1</math> и <math>x_2</math>) делят отрезок в соотношении золотого сечения...</b></li> <li>2) исходя из расчетных формул</li> <li>3) в методе золотого сечения от итерации к итерации один из концов интервала не изменяется</li> <li>4) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
14.	<p>Процесс выбора наилучшего варианта из всех возможных это...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) оптимизация</b></li> <li>2) аппроксимация</li> <li>3) интерполяция</li> <li>4) минимизация</li> </ol>
15.	<p>Критерием унимодальности функции на заданном отрезке является тот факт, что...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) функция дифференцируема, и первая производная не убывает на этом отрезке</b></li> <li>2) функция дважды дифференцируема, и вторая производная не убывает на этом отрезке</li> <li>3) функция дифференцируема, и первая производная не отрицательна на этом отрезке</li> <li>4) функция дважды дифференцируема, и первая производная не убывает на этом отрезке</li> <li>5) функция дифференцируема, и вторая производная не отрицательна на этом отрезке</li> <li>6) все перечисленные</li> </ol>
16.	<p>Метод оптимизации, в котором проводится большее количество вычислений функции для достижения необходимой точности результата, это...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) метод прямого перебора</b></li> <li>2) метод дихотомии</li> <li>3) метод золотого сечения</li> <li>4) метод касательных</li> </ol>
17.	<p>Метод оптимизации, при котором на каждой итерации вычисляется только одно значение целевой функции, это...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) метод золотого сечения</b></li> <li>2) метод дихотомии</li> <li>3) метод Ньютона</li> <li>4) все перечисленные методы</li> <li>5) в списке нет правильного ответа</li> </ol>
18.	<p>Функция, для которой решается задача оптимизации, называется...</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1) целевой</b></li> <li>2) оптимальной</li> <li>3) векторной</li> <li>4) дискретной</li> </ol>

## 3.2. Контрольная работа

### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции

*ПК-2 способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления*

Номер задания	Вопросы по контрольным работам
19.	Определение точки строгого локального экстремума функции одного переменного?
20.	Что такое математическая модель объекта оптимизации?
21.	Этапы построения математической модели и математическую постановку задачи оптимизации
22.	Классификация задач оптимизации по размерности управляемой переменной, условиям на функции, методам решения.
23.	Определение оптимального решения задачи оптимизации
24.	Теоремы Ферма и Лагранжа, формула конечных приращений.
25.	Что называют точкой строгого локального экстремума функции одного переменного? Необходимые и достаточные условия экстремума такой функции.
26.	В чем различие между локальным экстремумом и наибольшим (наименьшим) значением этой функции на отрезке?
27.	В чем отличие метода пассивного поиска и метода интервалов.
28.	Как проверить, является ли функция одного действительного переменного выпуклой (строго выпуклой) вниз (вверх) функцией?
29.	Сколько экстремумов может иметь выпуклая (строго выпуклая) функция одного переменного на отрезке?
30.	Сравните анализ методов средней точки и метода деления пополам. Каков порядок сходимости для каждого?
31.	В чем состоит идея метода кубической аппроксимации.
32.	Что такое производная функции многих переменных по направлению вектора и как она связана с градиентом функции?
33.	В чем различие между точкой экстремума и критической или стационарной точками скалярной функции многих переменных? Что называют строгим (нестрогим) локальным экстремумом такой функции?
34.	Сформулируйте идею методов прямого поиска нулевого порядка.
35.	В чем заключается этап исследующего поиска в методе Хука – Дживса?
36.	Как выбирается направление и параметр шага в методе наискорейшего спуска? Какие условия должны выполняться для сходимости метода?
37.	Как определяется матрица Гессе?
38.	Какие направления поиска называются ньютоновскими?
39.	Для каких функций эффективно применение методов второго порядка?
40.	Что необходимо предусмотреть в реализуемом алгоритме для обеспечения сходимости метода?
41.	Какие методы называются квазиньютоновскими? Как строится релаксационная последовательность в этих методах?
42.	Сравните методы Дэвидона – Флетчера – Пауэлла и Бroyдена – Флетчера – Шенно. К каким из функций применим тот или иной метод?
43.	Влияет ли выбранный шаг на точность и скорость метода перебора? Можно ли решать задачу безусловной минимизации методом половинного деления?
44.	Что такое точка золотого сечения? Всегда ли метод золотого сечения приводит к решению?

## Пример ответа на вопросы по контрольным работам

### Алгоритм метода золотого сечения

Строятся последовательность интервалов

$$[a_0, b_0] \supset [a_1, b_1] \supset \dots \supset [a_k, b_k] \supset x^*$$

таких, что  $|a_k - b_k| \rightarrow 0$ , следующим образом. Предположим, что выполнено  $k$  шагов. Вычисляем

$$x_1 = b_k - \tau \cdot [b_k - a_k]; \quad x_2 = a_k + \tau \cdot [b_k - a_k];$$

$$\tau = \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0,618.$$

Если  $f(x) < f(y)$ , то  $a_{k+1} = a_k$ ,  $b_{k+1} = y$ , иначе  $a_{k+1} = x$ ,  $b_{k+1} = b_k$ .

Вычислительный процесс заканчивается, когда  $|a_n - b_n| < \varepsilon$ ,

где  $\varepsilon$  – требуемая точность.

### 3.3. Расчетные задачи

#### 3.3.1 Шифр и наименование компетенции

**ПК-2** способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления

Номер задания	Текст задания
45.	Графически найти точки пересечения графика функции с осью абсцисс, во второй – точки локального экстремума: $f(x) = 3 \cdot (x-1)^5$ ; $f(x) = 5 \cdot x^2 \cdot e^{-6 \cdot x}$
46.	Исследовать функцию на экстремум с использованием аналитического метода $f(x) = 12 \cdot \sqrt[3]{(x+2)^2} - 8 \cdot x - 16$ ; $f(x) = \frac{6 \cdot \sqrt[3]{6 \cdot x^2}}{(x+2)^2 + 8}$
47.	С использованием встроенных средств компьютерной математики найти локальный экстремум функции одной переменной $f(x) = -4x + e^{ x-0,2 } \rightarrow \min$ ; $f(x) = e^x - \frac{x^3}{3} + 2x \rightarrow \min$
48.	Найти локальные условные экстремумы функции одной переменной $f(x) = x^3 \cdot \cos(x+3) \rightarrow \max$ ; $f(x) = \ln(x) \cdot \cos(x-5) \rightarrow \max$
49.	Методом деления отрезка пополам решить задачу минимизации $f(x) = x^4 - 1,5 \arctg x \rightarrow \min$ ;
50.	Найти минимум функции методом золотого сечения с заданной точностью $f(x) = e^x + e^{-2x} + 2x \rightarrow \min$ ; $f(x) = 2x^2 + x - \cos^2 x \rightarrow \min$
51.	Методом градиентного спуска решить $f(x) = e^x - \frac{x^3}{3} + 2x \rightarrow \min$
52.	Исследовать на экстремум аналитическим методом заданную функцию $f(x) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2} + 1 + \frac{1}{2} \cdot x_1 - \frac{1}{2} \cdot x_2 \rightarrow \min$
53.	Используя конечно-разностную аппроксимацию производных, вычислить градиент функции в заданной точке. $\sqrt{(x \cdot y \cdot z)^3} \cdot \sin \frac{x \cdot y}{z}$ при $\left(\frac{\pi}{2}, 0, \pi\right)$

## Пример ответа на вопросы по контрольным работам

Поиск экстремума функции одной переменной методом градиентного спуска. Найти минимум функции $f(x)$ с заданной точностью.
Алгоритм выполнения задания: 1. Написать программу поиска экстремума функции одной переменной методом градиентного спуска. 2. Составить вспомогательную программу для определения знака производной. 3. Задать функцию цели. 4. Задать исходные данные: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>z</math> – начальная точка поиска экстремума;</li> <li>• <math>h</math> – шаг поиска экстремума;</li> <li>• <math>\delta</math> – заданная точность определения экстремума.</li> </ul> 5. Поиск решения задачи. 6. Определить номер последнего приближения к решению, используя функцию $\text{last}(v)$ – определяет индекс последнего элемента в векторе $v$ . 7. Найти последний элемент вектора приближений т.е. точку экстремума. 8. Найти значение функции цели в точке экстремума. 9. Проверить правильность решения, используя функцию $\text{Minimize}()$ . Найти значение функции цели в найденной точке экстремума.

### 3.4. Зачет. Вопросы (задачи, задания) для зачета

#### 3.4.1 Шифр и наименование компетенции

*ПК-2 способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления*

Номер вопроса	Текст вопроса
54.	Постройте математическую модель задачи. В заданный треугольник ABC с высотой H и основанием b вписать параллелограмм наибольшей площади, стороны которого параллельны двум сторонам треугольника. Классифицируйте задачу.
55.	В каких точках отрезка линейная функция достигает своих наибольшего и наименьшего значений? Как найти точку экстремума квадратного трехчлена в интервале?
56.	Что называют сходимостью метода вычислений и порядком его сходимости? Условия, при выполнении которых скорость сходимости метода является линейной, сверх линейной, квадратичной, кубической.
57.	Проверьте, является ли функция $f(x) = 100(1-x^2) + (1-x)^2$ унимодальной. Чему равно значение первого приближения метода Ньютона, если начальное приближение $x_0=0$ .
58.	Что такое градиент функции многих переменных, матрица Гессе? Запишите приращения дифференцируемой и дважды дифференцируемой функции, используя эти понятия.
59.	Найти минимум функции $f(x,y)=x+2(y^2)+\exp((x^2)+(y^2))$ аналитически.
60.	Отличия метода Розенброка и метода Хука – Дживса? Каковы условия применения метода Розенброка?
61.	Сформулируйте основную идею метода Пауэлла.
62.	Из каких этапов состоит алгоритм исследования функции?
63.	Как определить интервалы монотонности функции?
64.	Как определить интервалы выпуклости – вогнутости функции?
65.	Что такое точка перегиба и как ее вычислить?
66.	Как называется функция, которая не является четной и не является нечетной?
67.	Что такое градиент функции, антиградиент? Чему перпендикулярен градиент функции? Чему равен модуль градиента?
68.	Какая функция является выпуклой (строго выпуклой), вогнутой (строго вогнутой)? Какая матрица называется матрицей Гессе?

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах зачетах;

П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<i>ПК-2 способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления</i>					
<b>ЗНАТЬ:</b> основные положения теории управления, принципы и методы построения и преобразования моделей систем управления, методы расчета и оптимизации, основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления	Тест	Результат тестирования	Более 60 % правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Менее 60 % правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Результат собеседования	Обучающийся дал полный и последовательный ответ на вопросы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся не дал ответ на поставленные вопросы	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> применять принципы и методы построения моделей, методы анализа, синтеза и оптимизации при создании и исследовании средств и систем управления, использовать принципы и методы математического моделирования при разработке и исследовании систем управления, решать исследовательские и проектные задачи с использованием компьютеров	Собеседование (защита контрольной работы)	Результат собеседования	Обучающийся активно участвовал в выполнении работы, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся не выполнил и не защитил работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> принципами и методами моделирования, анализа, синтеза и оптимизации систем и средств автоматизации, контроля и управления, навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления.	Задача	Содержание решения	Обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый)
			Обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)