



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕТОДЫ И ТЕОРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль/специализация) программы  
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - магистратура  
Программа подготовки - академическая магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 г. № 1491)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления 12.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС 26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Автоматизированного электропривода и мехатроники

\_\_\_\_\_ А.А. Николаев

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры АСУ, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ Е.С. Рябчикова

Рецензент:

зам. директора ЗАО "КонсОМ СКС" , канд. техн. наук  
\_\_\_\_\_ Ю.Н. Волщук



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Андреев

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

- совершенствование и развитие интеллектуального и общекультурного уровня обучающихся в области постановки и решения оптимизационных задач и задач оптимального управления;

- развитие навыков по сбору, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по тематике исследований в области постановки и решения оптимизационных задач и задач оптимального управления, с использованием при этом достижений отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности;

- развитие навыков по использованию методов современной экономической теории при оценке эффективности разрабатываемых и исследуемых систем и устройств, а также результатов своей профессиональной деятельности;

- развитие навыков по использованию имеющихся программных пакетов и, при необходимости, по разработке нового программного обеспечения, необходимого для обработки информации и оптимизационного управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

- развитие навыков по составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок в области постановки и решения оптимизационных задач и задач оптимального управления.

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Методы и теория оптимизации» решаются задачи по изучению:

- основных понятий, определений и теорем методов оптимизации, принципов постановки задач оптимизации и формулирования критериев оптимальности;

- классификации методов оптимизации, численных методов решения задач оптимизации;

- постановки задач линейного и нелинейного программирования и методов их решения;

- практических аспектов решения оптимизационных задач, в том числе определения оптимальных коэффициентов стабилизирующего управления с использованием методов оптимизации;

- методов постановки задачи оптимального управления, критериев динамической оптимизации и методов решения вариационных задач.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Методы и теория оптимизации входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин образовательной программы 15.03.06:

- «Математика»;

- «Теория автоматического управления»;

- «Математическое моделирование»;

- «Информатика».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Научно-исследовательская работа

Основы научной и инновационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы и теория оптимизации» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-1	способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень
Знать	- основные этапы научно-исследовательской работы;
Уметь	- анализировать задачу, поставленную в рамках научно-исследовательской работы;
Владеть	- навыками разработки планов самостоятельной работы над поставленной задачей;
ОПК-4	готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности
Знать	- особенности организации сбора и обработки научной информации, методики теоретических и экспериментальных исследований;
Уметь	- использовать информационные ресурсы для приобретения новых знаний и умений в области оптимизации;
Владеть	- навыками информационного поиска по имеющимся справочно-библиографическим ресурсам;
ОПК-5	способностью использовать методы современной экономической теории при оценке эффективности разрабатываемых и исследуемых систем и устройств, а также результатов своей профессиональной деятельности
Знать	- классификацию методов статической оптимизации и методов решения задач линейного программирования; - методы решения задач линейного программирования; - специальные методы решения оптимизационных задач при моделировании систем управления; - методы решения задач нелинейного программирования;

Уметь	- решать задачи оптимального управления; - формулировать критерии оптимизации и оптимальности при моделировании систем управления; - производить формализацию задач оптимизации и оптимального управления; - применять оптимизационные методы для исследования и проектирования математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;
Владеть	- методикой сведения практических задач оптимизации к канонической форме (формализации задач); - аналитическим конструированием оптимальных регуляторов и практическими способами определения коэффициентов стабилизирующего управления
ПК-2 способностью использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	
Знать	- алгоритмы реализации методов одномерной и многомерной оптимизации;
Уметь	- работать со специализированным программным обеспечением для решения оптимизационных задач;
Владеть	- навыками реализации алгоритмов численной оптимизации с использованием программных средств;
ПК-6 готовностью к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	
Знать	- методику подготовки публикаций по результатам исследований;
Уметь	- применять методику подготовки публикаций по результатам исследований в виде презентации, статей или докладов;
Владеть	- методикой подготовки публикаций по результатам исследований.
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 45 акад. часов;
- аудиторная – 42 акад. часов;
- внеаудиторная – 3 акад. часов
- самостоятельная работа – 63,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Статическая								
1.1 Постановка и классификация задач оптимизации	1				4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к	Собеседование	ОПК-5, ПК-2
1.2 Задачи статической оптимизации. Основные понятия и определения. Способы задания целевых функций.		4	6/4И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка	Собеседование Устный опрос по лабораторным работам	ОПК-5, ПК-2
1.3 Многомерные задачи оптимизации		4	8/4И		8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка	Собеседование Устный опрос по лабораторным работам	ОПК-5, ПК-2
Итого по разделу		8	14/8		18			
2. Линейное								
2.1 Задачи линейного программирования (ЛП). Каноническая форма записи задач	1				2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к	Собеседование	ОПК-5, ПК-2

2.2 Геометрический способ решения ЗЛП		2		2	4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка	Собеседование Устный опрос по практическим работам	ОПК-5, ПК-2
2.3 Симплекс – метод решения ЗЛП		2		8	8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка	Собеседование Устный опрос по практическим работам	ОПК-5, ПК-2
2.4 Транспортная ЗЛП		2		4	10	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к собеседованию. Подготовка	Собеседование Устный опрос по практическим работам	ОПК-5, ПК-2
Итого по разделу		6		14	24			
3. Нелинейное программирование								
3.1 Задачи нелинейного программирования (НЛП)	1				4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к	Собеседование	ОПК-5
3.2 Методы множителей Лагранжа					4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к	Собеседование	ОПК-5
Итого по разделу					8			
4. Научно-исследовательские								
4.1 Основные этапы НИР					3,3	Самостоятельное изучение учебной и научной	Собеседование	ОК-1, ОПК-4, ПК-6
4.2 Методы подготовки публикаций по результатам исследований.	1				10	Самостоятельный информационный поиск по заданной теме НИР. Подготовка статьи/презентации/доклада по	Статья/презентация/доклад на конференции	ОК-1, ОПК-4, ПК-6, ОПК-5, ПК-2
Итого по разделу					13,			
Итого за семестр		14	14/8	14	63,		экзамен	

Итого по дисциплине	14	14/8 И	14	63, 3		экзамен	ОПК-5,ПК- 2,ОК-1,ОП 16-4,ПК-6
---------------------	----	-----------	----	----------	--	---------	-------------------------------------

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Методы и теория оптимизации» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; практические работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные занятия с использованием проблемного обучения, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Алексеев, Г. В. Основы защиты интеллектуальной собственности. Создание, коммерциализация, защита : учебное пособие / Г. В. Алексеев, А. Г. Леу. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 388 с. — ISBN 978-5-8114-4957-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129220> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Литвиненко, А. М. Технологии разработки объектов интеллектуальной собственности : учебное пособие / А. М. Литвиненко, В. Л. Бурковский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 184 с. — ISBN 978-5-8114-2513-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105984> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5697-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 18.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **в) Методические указания:**

1. Ильин, Г. Л. Инновации в образовании: Учебное пособие / Ильин Г.Л. - Москва :Прометей, 2015. - 425 с. ISBN 978-5-7042-2542-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/557161> (дата обращения: 11.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>

Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа  
Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и практических занятий:  
компьютерный класс  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся  
Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций  
Доска, мультимедийный проектор, экран
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  
Стеллажи для хранения учебно-методической документации

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

По дисциплине «Методы и теория оптимизации» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных и практических работ и доклад по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторной и практической работы, полученным умениям и навыкам. Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает самостоятельно изучение учебной литературы и подготовку научной статьи/презентации/доклада.

***Примерные вопросы для устного опроса по выполненным лабораторным******работам***

1. Суть метода сканирования (метода полного перебора значений целевой функции).
2. Что такое интервал неопределенности и каков его окончательный размер при решении задачи методом перебора?
3. Как выбирается число просматриваемых точек интервала неопределенности при решении задачи одномерной оптимизации методом перебора?
4. Какие функции называются унимодальными?
5. Что называется золотым сечением отрезка?
6. Алгоритм поиска минимума методом золотого сечения.
7. Теоретическое обоснование метода золотого сечения.
8. На чем основан метод квадратичной интерполяции?
9. В чем заключается упорядочение значений целевой функции?
10. Каковы условия окончания поиска минимума целевой функции в методе золотого сечения и в методе квадратичной интерполяции?
11. Алгоритм поиска минимума методом покоординатного спуска.
12. В чем смысл условия прекращения поиска в методе покоординатного спуска?
13. Что такое градиент функции? Что он характеризует?
14. Как определяется модуль градиента? Что он определяет?
15. Сущность метода градиентного спуска.
16. Чем метод наискорейшего спуска отличается от метода градиентного спуска?
17. Условие окончания поиска в градиентных методах.
18. Что такое эффект «оврагов»?
19. Что такое поиск по образцу в методе конфигурации?
20. Когда прекращается поиск минимума в методе Хука-Дживса?
21. В чем заключается суть процедур «отражения», «растяжения» и «сжатия» в методе Нелдера-Мида?
22. Каковы условия окончания поиска минимума целевой функции в методе золотого сечения и в методе квадратичной интерполяции?

*Примерные вопросы для устного опроса по выполненным практическим работам*

1. В чем заключается геометрический смысл задачи линейного программирования?
2. Какой вид может иметь область допустимых решений при геометрическом методе решения ЗЛП?
3. Что определяет вектор-градиент целевой функции? Как его построить?
4. В чем заключается фундаментальная теорема симплекс-метода?
5. Как осуществляется переход к канонической форме записи задачи линейного программирования?
6. Как проверить совместность системы ограничений задачи линейного программирования? Какой будет вывод, если система ограничений несовместна?
7. Как проверить ограниченность целевой функции? Какой будет вывод, если целевая функция неограниченна?
8. Какое базисное решение считается допустимым в симплекс-методе? Как поступить, если базисное решение оказалось недопустимым?
9. Какое базисное решение считается оптимальным в симплекс-методе? Как поступить, если базисное решение оказалось неоптимальным?
10. Как определить разрешающий элемент в симплекс-таблице?
11. В чем заключается «правило прямоугольника» при преобразовании симплекс-таблицы?
12. Как математически сформулировать транспортную задачу линейного программирования?
13. В чем заключается необходимое и достаточное условия разрешимости транспортной задачи?
14. Как составить исходный опорный план транспортной задачи методом северо-западного угла и методом минимального элемента?
15. В чем суть метода потенциалов при решении транспортной задачи?
16. Что понимается под циклом в транспортной задаче?
17. Какой опорный план в транспортной задаче считается оптимальным?

В рамках курса «Методы и теория оптимизации» обучающимся предлагается провести небольшую научно-исследовательскую работу, по результатам которой можно написать статью, опубликовать ее в сборнике конференции, а также выступить с докладом и презентацией на ежегодной апрельской НТК, проводимой в МГТУ.

Примерные темы НИР:

1. Сравнительный анализ методов одномерной оптимизации целевой функции (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы).
2. Сравнительный анализ методов многомерной оптимизации (включая метод Нелдера-Мида) целевой функции (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы).
3. Сравнительный анализ классического градиентного метода и метода наискорейшего спуска (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы). При этом реализовать в методе наискорейшего спуска разные методы одномерной оптимизации.

4. Сравнительный анализ метода покоординатного спуска при различной реализации поиска минимума по каждой координате (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы при разных методах одномерной оптимизации).

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации  
по дисциплине «Методы и теория оптимизации»**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1)		
Знать	– основные этапы научно-исследовательской работы;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из каких этапов состоит научное исследование?</li> <li>2. Какие вопросы решаются на первом этапе исследования?</li> <li>3. На каком этапе проводятся эмпирические исследования?</li> <li>4. Всегда ли оформление рукописи является завершающим этапом?</li> <li>5. Что понимается под актуальностью темы исследования?</li> <li>6. Дайте определение понятию «проблема»?</li> <li>7. Что значит сформулировать научную проблему?</li> <li>8. Является ли цель научного исследования отражением темы исследования?</li> <li>9. Цели и задачи научного исследования.</li> <li>10. Объект и предмет научного исследования.</li> <li>11. Чем отличается объект исследования от предмета исследования? Как они соотносятся?</li> <li>12. Что понимается под методами исследования?</li> <li>13. В чем особенности фундаментальных исследований?</li> <li>14. В чем особенности прикладных исследований?</li> <li>15. Разработки и их значение в технических науках.</li> <li>16. Перечислите основные требования к теме научного исследования.</li> </ol>
Уметь	– анализировать задачу, поставленную в рамках научно-исследовательской	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обосновать необходимость проведения исследования по заданной теме НИР</li> <li>2. Определить цели и задачи исследования</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	работы;	3. Определить средства исследования
Владеть	– навыками разработки планов самостоятельной работы над поставленной задачей;	Составить план самостоятельной работы над поставленной задачей.
готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности (ОПК-4)		
Знать	– <b>особенности организации сбора и обработки научной информации, методики теоретических и экспериментальных исследований;</b>	Методы сбора научной информации
Уметь	– использовать информационные ресурсы для приобретения новых знаний и умений в области оптимизации;	Провести информационный поиск научных источников по заданной теме НИР
Владеть	– навыками информационного поиска по имеющимся справочно-библиографическим ресурсам;	На основе проведенного информационного поиска подготовить список цитируемой литературы по заданной теме НИР
способностью использовать методы современной экономической теории при оценке эффективности разрабатываемых и исследуемых систем и устройств, а также результатов своей профессиональной деятельности (ОПК-5)		
Знать	– классификацию методов статической оптимизации и методов решения задач линейного программирования; – методы решения задач линейного программирования; – специальные методы решения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Постановка задачи оптимизации. Основные этапы построения математических моделей оптимизации.</li> <li>2. Классификация задач оптимизации.</li> <li>3. Примеры постановки задач оптимизации.</li> <li>4. Одномерные задачи оптимизации. Решение задач одномерной оптимизации методом производной и методом полного перебора</li> </ol>

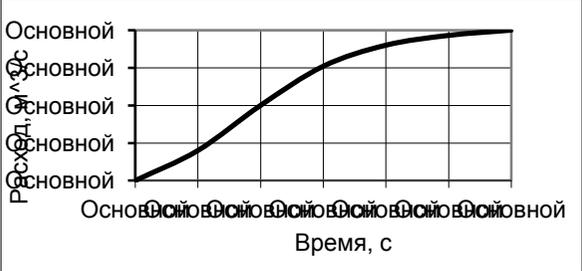
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>оптимизационных задач при моделировании систем управления;</p> <p>– методы решения задач нелинейного программирования;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Одномерные задачи оптимизации. Решение задач одномерной оптимизации методом золотого сечения</li> <li>6. Одномерные задачи оптимизации. Решение задач одномерной оптимизации методом квадратичной интерполяции</li> <li>7. Многомерные задачи оптимизации. Решение задач многомерной оптимизации методом покоординатного спуска</li> <li>8. Многомерные задачи оптимизации. Решение задач многомерной оптимизации градиентными методами</li> <li>9. Многомерные задачи оптимизации. Решение задач многомерной оптимизации методом наискорейшего спуска</li> <li>10. Многомерные задачи оптимизации. Решение задач многомерной оптимизации методом конфигурации</li> <li>11. Многомерные задачи оптимизации. Симплексный метод прямого поиска Нелдера-Мида.</li> <li>12. Понятие линейного программирования. Постановка задачи линейного программирования в общем виде.</li> <li>13. Геометрический метод решения задач линейного программирования</li> <li>14. Симплекс-метод линейного программирования: общая суть метода</li> <li>15. Симплекс-метод линейного программирования: порядок работы с симплекс-таблицей</li> <li>16. Симплекс-метод линейного программирования: пример решения ЗЛП</li> <li>17. Транспортная задача линейного программирования: формулировка транспортной задачи</li> <li>18. Транспортная задача линейного программирования: математическая модель транспортной задачи в общем виде</li> <li>19. Транспортная задача линейного программирования: пример составления математической модели транспортной задачи</li> <li>20. Транспортная задача линейного программирования: метод северо-западного угла</li> </ol>

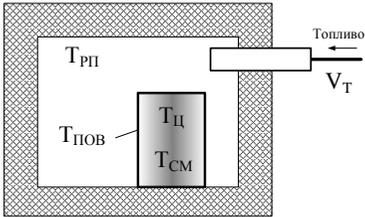
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																	
		21. Транспортная задача линейного программирования: метод потенциалов. 22. Нелинейное программирование: понятие, постановка задачи НЛП в общем виде. 23. Особенности задач нелинейного программирования. 24. Классификация задач и методов НЛП. 25. Нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. 26. Нелинейное программирование. Теорема Куна-Таккера.																																	
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– решать задачи оптимального управления;</li> <li>– формулировать критерии оптимизации и оптимальности при моделировании систем управления;</li> <li>– производить формализацию задач оптимизации и оптимального управления;</li> <li>– применять оптимизационные методы для исследования и проектирования математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;</li> </ul>	1. Найти на отрезке $[-10,10]$ абсциссу точки минимума заданной одномерной целевой функции с абсолютной погрешностью, не превышающей 0,01: $U = x^2 + k_1 \cdot \exp(k_2 \cdot x)$ <table border="1" data-bbox="1025 890 1989 1315"> <thead> <tr> <th>Номер варианта</th> <th><math>k_1</math></th> <th><math>k_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1,0</td><td>-0,85</td></tr> <tr><td>2</td><td>2,0</td><td>-0,65</td></tr> <tr><td>3</td><td>3,0</td><td>-0,45</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,0</td><td>-0,25</td></tr> <tr><td>5</td><td>5,0</td><td>-0,05</td></tr> <tr><td>6</td><td>6,0</td><td>0,15</td></tr> <tr><td>7</td><td>7,0</td><td>0,35</td></tr> <tr><td>8</td><td>8,0</td><td>0,55</td></tr> <tr><td>9</td><td>9,0</td><td>0,75</td></tr> <tr><td>10</td><td>10,0</td><td>0,95</td></tr> </tbody> </table> 2. Минимизировать методом многомерной оптимизации целевую функцию с абсолютной погрешностью, не превышающей 0,01:	Номер варианта	$k_1$	$k_2$	1	1,0	-0,85	2	2,0	-0,65	3	3,0	-0,45	4	4,0	-0,25	5	5,0	-0,05	6	6,0	0,15	7	7,0	0,35	8	8,0	0,55	9	9,0	0,75	10	10,0	0,95
Номер варианта	$k_1$	$k_2$																																	
1	1,0	-0,85																																	
2	2,0	-0,65																																	
3	3,0	-0,45																																	
4	4,0	-0,25																																	
5	5,0	-0,05																																	
6	6,0	0,15																																	
7	7,0	0,35																																	
8	8,0	0,55																																	
9	9,0	0,75																																	
10	10,0	0,95																																	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																							
		$U = f(x_1, x_2) = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + \exp(c \cdot x_1^2 + d \cdot x_2^2).$ <table border="1" data-bbox="1010 501 2002 850"> <thead> <tr> <th>Номер варианта</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1,0</td><td>-1,4</td><td>0,01</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>2</td><td>2,0</td><td>-1,3</td><td>0,04</td><td>0,12</td></tr> <tr><td>3</td><td>3,0</td><td>-1,2</td><td>0,02</td><td>0,13</td></tr> <tr><td>4</td><td>4,0</td><td>-1,1</td><td>0,16</td><td>0,14</td></tr> <tr><td>5</td><td>5,0</td><td>-1,0</td><td>0,25</td><td>0,15</td></tr> <tr><td>6</td><td>6,0</td><td>-0,9</td><td>0,36</td><td>0,16</td></tr> <tr><td>7</td><td>7,0</td><td>-0,8</td><td>0,49</td><td>0,17</td></tr> <tr><td>8</td><td>8,0</td><td>-0,7</td><td>0,64</td><td>0,18</td></tr> <tr><td>9</td><td>9,0</td><td>-0,6</td><td>0,81</td><td>0,19</td></tr> <tr><td>10</td><td>10,0</td><td>-0,5</td><td>0,94</td><td>0,20</td></tr> </tbody> </table> <p data-bbox="972 890 2002 922">3. Решить задачу линейного программирования геометрическим методом:</p> $f = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 10 \\ -2x_1 + 3x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + 4x_2 \geq 8 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$ <p data-bbox="972 1235 1912 1267">4. Решить задачу линейного программирования симплекс-методом:</p>	Номер варианта	a	b	c	d	1	1,0	-1,4	0,01	0,11	2	2,0	-1,3	0,04	0,12	3	3,0	-1,2	0,02	0,13	4	4,0	-1,1	0,16	0,14	5	5,0	-1,0	0,25	0,15	6	6,0	-0,9	0,36	0,16	7	7,0	-0,8	0,49	0,17	8	8,0	-0,7	0,64	0,18	9	9,0	-0,6	0,81	0,19	10	10,0	-0,5	0,94	0,20
Номер варианта	a	b	c	d																																																					
1	1,0	-1,4	0,01	0,11																																																					
2	2,0	-1,3	0,04	0,12																																																					
3	3,0	-1,2	0,02	0,13																																																					
4	4,0	-1,1	0,16	0,14																																																					
5	5,0	-1,0	0,25	0,15																																																					
6	6,0	-0,9	0,36	0,16																																																					
7	7,0	-0,8	0,49	0,17																																																					
8	8,0	-0,7	0,64	0,18																																																					
9	9,0	-0,6	0,81	0,19																																																					
10	10,0	-0,5	0,94	0,20																																																					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$f = 2x_1 + 7x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 \leq 14 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \end{cases}$ $x_1, x_2 \geq 0$ <p>5. Решить транспортную задачу линейного программирования.</p> <p>На складах А, В, С имеются запасы продукции в количествах 90, 400, 110 т. соответственно. Потребители М, Н, К должны получить эту продукцию в количествах 140, 300, 160 т. соответственно. Найти такой вариант прикрепления поставщиков к потребителям, при котором сумма затрат на перевозки была бы минимальной. Расходы по перевозке 1 т. продукции заданы таблицей (у.е.).</p> $\begin{pmatrix} 2 & 5 & 2 \\ 4 & 1 & 5 \\ 3 & 6 & 8 \end{pmatrix}$
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– методикой сведения практических задач оптимизации к канонической форме (формализации задач);</li> <li>– аналитическим конструированием оптимальных регуляторов и практическими способами определения коэффициентов стабилизирующего управления.</li> </ul>	<p>1. В результате эксперимента определены значения некоторой величины <math>y = y^o(x_i)</math>, соответствующие определенным значениям другой переменной <math>x = x_i</math>. При этом установлено, что между величинами <math>y</math> и <math>x</math> существует функциональная зависимость, причем вид функции <math>y^T = f(x_i) = ax_i^2 + bx_i + c</math> известен. Требуется с помощью метода многомерной оптимизации определить такое значение параметров <math>a, b, c</math> этой функции, при которых сумма квадратов отклонений экспериментальных</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																																																																																																																																																																	
		<p>данных от расчетных значений будет минимальна:</p> $U = \sum_{i=1}^n [y^э(x_i) - y^т(x_i)]^2 \rightarrow \min .$ <p>После этого, для найденных значений коэффициентов <math>a, b, c</math> необходимо построить график функции <math>y^т = f(x)</math> и отметить на нем экспериментальные точки. Значения параметров <math>a, b, c</math> следует искать с абсолютной погрешностью <math>\varepsilon = 0,01</math>.</p> <table border="1" data-bbox="927 767 2069 1394"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><math>x_i</math></th> <th colspan="10">Значения <math>y_i = y(x_i)</math></th> </tr> <tr> <th>№ 1</th> <th>№ 2</th> <th>№ 3</th> <th>№ 4</th> <th>№ 5</th> <th>№ 6</th> <th>№ 7</th> <th>№ 8</th> <th>№ 9</th> <th>№ 10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>2,05</td><td>2,09</td><td>2,02</td><td>1,99</td><td>2,23</td><td>2,07</td><td>2,18</td><td>-0,10</td><td>-0,16</td><td>2,09</td></tr> <tr><td>2</td><td>1,94</td><td>2,05</td><td>1,98</td><td>2,03</td><td>2,29</td><td>2,17</td><td>2,43</td><td>-0,21</td><td>0,01</td><td>2,31</td></tr> <tr><td>3</td><td>1,92</td><td>2,19</td><td>1,67</td><td>2,20</td><td>2,27</td><td>2,21</td><td>2,40</td><td>0,01</td><td>0,10</td><td>2,72</td></tr> <tr><td>4</td><td>1,87</td><td>2,18</td><td>1,65</td><td>2,39</td><td>2,62</td><td>2,31</td><td>2,43</td><td>0,05</td><td>0,16</td><td>2,77</td></tr> <tr><td>5</td><td>1,77</td><td>2,17</td><td>1,57</td><td>2,19</td><td>2,72</td><td>2,10</td><td>2,65</td><td>-0,13</td><td>0,05</td><td>2,78</td></tr> <tr><td>6</td><td>1,88</td><td>2,27</td><td>1,42</td><td>2,61</td><td>2,82</td><td>2,09</td><td>2,75</td><td>-0,23</td><td>0,35</td><td>2,97</td></tr> <tr><td>7</td><td>1,71</td><td>2,58</td><td>1,37</td><td>2,35</td><td>3,13</td><td>2,12</td><td>2,67</td><td>-0,21</td><td>0,19</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>8</td><td>1,60</td><td>2,73</td><td>1,07</td><td>2,60</td><td>3,49</td><td>1,63</td><td>2,66</td><td>-0,43</td><td>0,50</td><td>3,51</td></tr> <tr><td>9</td><td>1,56</td><td>2,82</td><td>0,85</td><td>2,55</td><td>3,82</td><td>1,78</td><td>2,63</td><td>-0,57</td><td>0,74</td><td>3,43</td></tr> <tr><td>10</td><td>1,40</td><td>3,04</td><td>0,48</td><td>2,49</td><td>3,95</td><td>1,52</td><td>2,75</td><td>-0,44</td><td>1,03</td><td>3,58</td></tr> <tr><td>11</td><td>1,50</td><td>3,03</td><td>0,35</td><td>2,50</td><td>4,22</td><td>1,16</td><td>2,41</td><td>-0,44</td><td>1,06</td><td>3,58</td></tr> <tr><td>12</td><td>1,26</td><td>3,15</td><td>-0,30</td><td>2,52</td><td>4,48</td><td>1,07</td><td>2,24</td><td>-0,83</td><td>1,49</td><td>3,51</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,99</td><td>3,62</td><td>-0,61</td><td>2,44</td><td>5,06</td><td>0,85</td><td>2,12</td><td>-0,78</td><td>1,79</td><td>3,82</td></tr> <tr><td>14</td><td>0,97</td><td>3,85</td><td>-1,20</td><td>2,35</td><td>5,50</td><td>0,56</td><td>1,74</td><td>-0,81</td><td>2,03</td><td>3,90</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,91</td><td>4,19</td><td>-1,39</td><td>2,26</td><td>5,68</td><td>0,10</td><td>1,57</td><td>-1,06</td><td>2,22</td><td>3,77</td></tr> <tr><td>16</td><td>0,71</td><td>4,45</td><td>-1,76</td><td>2,19</td><td>6,19</td><td>-0,25</td><td>1,17</td><td>-1,41</td><td>2,50</td><td>3,81</td></tr> <tr><td>17</td><td>0,43</td><td>4,89</td><td>-2,28</td><td>2,24</td><td>6,42</td><td>-0,65</td><td>0,96</td><td>-1,40</td><td>2,88</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>18</td><td>0,54</td><td>5,06</td><td>-2,81</td><td>2,34</td><td>7,04</td><td>-1,06</td><td>0,63</td><td>-1,70</td><td>3,21</td><td>3,97</td></tr> <tr><td>19</td><td>0,19</td><td>5,63</td><td>-3,57</td><td>1,96</td><td>7,57</td><td>-1,66</td><td>0,25</td><td>-1,96</td><td>3,63</td><td>4,08</td></tr> <tr><td>20</td><td>0,01</td><td>5,91</td><td>-4,06</td><td>2,19</td><td>8,10</td><td>-2,01</td><td>-0,01</td><td>-1,91</td><td>3,90</td><td>4,08</td></tr> </tbody> </table>	$x_i$	Значения $y_i = y(x_i)$										№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10	1	2,05	2,09	2,02	1,99	2,23	2,07	2,18	-0,10	-0,16	2,09	2	1,94	2,05	1,98	2,03	2,29	2,17	2,43	-0,21	0,01	2,31	3	1,92	2,19	1,67	2,20	2,27	2,21	2,40	0,01	0,10	2,72	4	1,87	2,18	1,65	2,39	2,62	2,31	2,43	0,05	0,16	2,77	5	1,77	2,17	1,57	2,19	2,72	2,10	2,65	-0,13	0,05	2,78	6	1,88	2,27	1,42	2,61	2,82	2,09	2,75	-0,23	0,35	2,97	7	1,71	2,58	1,37	2,35	3,13	2,12	2,67	-0,21	0,19	3,00	8	1,60	2,73	1,07	2,60	3,49	1,63	2,66	-0,43	0,50	3,51	9	1,56	2,82	0,85	2,55	3,82	1,78	2,63	-0,57	0,74	3,43	10	1,40	3,04	0,48	2,49	3,95	1,52	2,75	-0,44	1,03	3,58	11	1,50	3,03	0,35	2,50	4,22	1,16	2,41	-0,44	1,06	3,58	12	1,26	3,15	-0,30	2,52	4,48	1,07	2,24	-0,83	1,49	3,51	13	0,99	3,62	-0,61	2,44	5,06	0,85	2,12	-0,78	1,79	3,82	14	0,97	3,85	-1,20	2,35	5,50	0,56	1,74	-0,81	2,03	3,90	15	0,91	4,19	-1,39	2,26	5,68	0,10	1,57	-1,06	2,22	3,77	16	0,71	4,45	-1,76	2,19	6,19	-0,25	1,17	-1,41	2,50	3,81	17	0,43	4,89	-2,28	2,24	6,42	-0,65	0,96	-1,40	2,88	4,00	18	0,54	5,06	-2,81	2,34	7,04	-1,06	0,63	-1,70	3,21	3,97	19	0,19	5,63	-3,57	1,96	7,57	-1,66	0,25	-1,96	3,63	4,08	20	0,01	5,91	-4,06	2,19	8,10	-2,01	-0,01	-1,91	3,90	4,08
$x_i$	Значения $y_i = y(x_i)$																																																																																																																																																																																																																																																		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10																																																																																																																																																																																																																																									
1	2,05	2,09	2,02	1,99	2,23	2,07	2,18	-0,10	-0,16	2,09																																																																																																																																																																																																																																									
2	1,94	2,05	1,98	2,03	2,29	2,17	2,43	-0,21	0,01	2,31																																																																																																																																																																																																																																									
3	1,92	2,19	1,67	2,20	2,27	2,21	2,40	0,01	0,10	2,72																																																																																																																																																																																																																																									
4	1,87	2,18	1,65	2,39	2,62	2,31	2,43	0,05	0,16	2,77																																																																																																																																																																																																																																									
5	1,77	2,17	1,57	2,19	2,72	2,10	2,65	-0,13	0,05	2,78																																																																																																																																																																																																																																									
6	1,88	2,27	1,42	2,61	2,82	2,09	2,75	-0,23	0,35	2,97																																																																																																																																																																																																																																									
7	1,71	2,58	1,37	2,35	3,13	2,12	2,67	-0,21	0,19	3,00																																																																																																																																																																																																																																									
8	1,60	2,73	1,07	2,60	3,49	1,63	2,66	-0,43	0,50	3,51																																																																																																																																																																																																																																									
9	1,56	2,82	0,85	2,55	3,82	1,78	2,63	-0,57	0,74	3,43																																																																																																																																																																																																																																									
10	1,40	3,04	0,48	2,49	3,95	1,52	2,75	-0,44	1,03	3,58																																																																																																																																																																																																																																									
11	1,50	3,03	0,35	2,50	4,22	1,16	2,41	-0,44	1,06	3,58																																																																																																																																																																																																																																									
12	1,26	3,15	-0,30	2,52	4,48	1,07	2,24	-0,83	1,49	3,51																																																																																																																																																																																																																																									
13	0,99	3,62	-0,61	2,44	5,06	0,85	2,12	-0,78	1,79	3,82																																																																																																																																																																																																																																									
14	0,97	3,85	-1,20	2,35	5,50	0,56	1,74	-0,81	2,03	3,90																																																																																																																																																																																																																																									
15	0,91	4,19	-1,39	2,26	5,68	0,10	1,57	-1,06	2,22	3,77																																																																																																																																																																																																																																									
16	0,71	4,45	-1,76	2,19	6,19	-0,25	1,17	-1,41	2,50	3,81																																																																																																																																																																																																																																									
17	0,43	4,89	-2,28	2,24	6,42	-0,65	0,96	-1,40	2,88	4,00																																																																																																																																																																																																																																									
18	0,54	5,06	-2,81	2,34	7,04	-1,06	0,63	-1,70	3,21	3,97																																																																																																																																																																																																																																									
19	0,19	5,63	-3,57	1,96	7,57	-1,66	0,25	-1,96	3,63	4,08																																																																																																																																																																																																																																									
20	0,01	5,91	-4,06	2,19	8,10	-2,01	-0,01	-1,91	3,90	4,08																																																																																																																																																																																																																																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Используя численный метод минимизации, найти оптимальное значение постоянной времени и времени запаздывания для указанной кривой разгона при коэффициенте передачи <math>0,1\text{м}^3/\text{с}</math>. Кривая разгона аналитически описывается выражением:</p> $h^T(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t < \tau \\ k \left( 1 - e^{-\frac{t-\tau}{T}} \right), & \text{при } t > \tau \end{cases}$ <p>Интервал разбить на 10 участков. Составить алгоритм решения и реализовать его на ЭВМ. Сравнить результаты расчета с результатом графического определения искомых величин. Построить <math>h(t)</math> по результатам численного определения и графического определения на одном графике.</p> 

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. В камерной печи происходит нагрев заготовки:</p>  <p>Параметрами нагрева являются:</p> <p><math>V_T</math> – расход топлива в печь, м<sup>3</sup>/ч;</p> <p><math>T_{CM}</math> – среднемассовая температура заготовки, °С;</p> <p><math>T_{РП}</math> – температура рабочего пространства печи, °С;</p> <p><math>T_{ПОВ}</math> – температура поверхности заготовки, °С;</p> <p><math>T_{Ц}</math> – температура центра заготовки, °С.</p> <p>В качестве управляющего воздействия здесь выступает расход топлива.</p> <p>За заданное время <math>T</math> необходимо обеспечить нагрев заготовки от заданной начальной температуры <math>T^0</math> до заданной конечной температуры <math>T^K</math>, при минимальном расходе топлива.</p> <p>Далее нужно свести полученную вариационную задачу к задаче нелинейного программирования и решить её численным методом. Для определения ограничений</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																			
		<p>заданных явно использовать метод штрафных функций.</p> <p><b>Параметры задачи:</b> начальная температура <math>T^0 = 0</math> °С; конечная температура <math>T^K = 1250</math> °С; время нагрева <math>T=250</math> мин.</p> <p>Для численного решения рекомендуется использовать следующие значения параметров задачи: шаг по времени <math>h=1</math> мин; коэффициент масштабирования управляющего воздействия <math>(k_1)^2 = 10^{-5}</math>.</p> <table border="1" data-bbox="1077 730 1935 1410"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ варианта</th> <th rowspan="2">Число участков</th> <th rowspan="2">Порядок дифференциального уравнения</th> <th colspan="3">Постоянные времени</th> </tr> <tr> <th><math>T_1</math></th> <th><math>T_2</math></th> <th><math>T_3</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>100</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>50</td> <td>20</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>85</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>35</td> <td>30</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>40</td> <td>40</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	№ варианта	Число участков	Порядок дифференциального уравнения	Постоянные времени			$T_1$	$T_2$	$T_3$	1	5	1	100	-	-	2	4	2	50	20	-	3	3	1	85	-	-	4	4	2	35	30	-	5	2	1	80	-	-	6	4	2	40	40	-	7	5	3	25	25	25
№ варианта	Число участков	Порядок дифференциального уравнения				Постоянные времени																																															
			$T_1$	$T_2$	$T_3$																																																
1	5	1	100	-	-																																																
2	4	2	50	20	-																																																
3	3	1	85	-	-																																																
4	4	2	35	30	-																																																
5	2	1	80	-	-																																																
6	4	2	40	40	-																																																
7	5	3	25	25	25																																																

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства						
		8	3	1	90	-	-	
		9	4	2	50	25	-	
		10	2	1	110	-	-	
<p>способностью использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования (ПК-2)</p>								
Знать	– алгоритмы реализации методов одномерной и многомерной оптимизации;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Алгоритм реализации задачи одномерной оптимизации методом полного перебора</li> <li>2. Алгоритм реализации задачи одномерной оптимизации методом золотого сечения</li> <li>3. Алгоритм реализации задачи одномерной оптимизации методом квадратичной интерполяции</li> <li>4. Алгоритм реализации задачи многомерной оптимизации методом покоординатного спуска</li> <li>5. Алгоритм реализации задачи многомерной оптимизации градиентными методами</li> <li>6. Алгоритм реализации задачи многомерной оптимизации методом наискорейшего спуска</li> <li>7. Алгоритм реализации задачи многомерной оптимизации методом конфигурации</li> </ol>						
Уметь	– работать со специализированным программным обеспечением для решения оптимизационных задач;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Написать программный код для реализации задачи одномерной оптимизации методом полного перебора</li> <li>2. Написать программный код для реализации задачи одномерной оптимизации методом золотого сечения</li> <li>3. Написать программный код для реализации задачи одномерной оптимизации методом квадратичной интерполяции</li> <li>4. Написать программный код для реализации задачи многомерной оптимизации методом покоординатного спуска</li> <li>5. Написать программный код для реализации задачи многомерной оптимизации</li> </ol>						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>градиентными методами</p> <p>6. Написать программный код для реализации задачи многомерной оптимизации методом наискорейшего спуска</p> <p>7. Написать программный код для реализации задачи многомерной оптимизации методом конфигурации</p>
Владеть	– навыками реализации алгоритмов численной оптимизации с использованием программных средств;	<p>Лабораторная работа №1. «Решение задач одномерной оптимизации методом полного перебора»</p> <p>Лабораторная работа №2. «Решение задач одномерной оптимизации методом золотого сечения»</p> <p>Лабораторная работа №3. «Решение задач одномерной оптимизации методом квадратичной интерполяции»</p> <p>Лабораторная работа №4. «Решение задач многомерной оптимизации методом покоординатного спуска»</p> <p>Лабораторная работа №5. «Решение задач многомерной оптимизации градиентными методами»</p> <p>Лабораторная работа №6. «Решение задач многомерной оптимизации методом наискорейшего спуска»</p> <p>Лабораторная работа №7. «Решение задач многомерной оптимизации методом конфигурации»</p>
готовностью к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
публикаций по результатам исследований и разработок (ПК-6)		
Знать	– методику подготовки публикаций по результатам исследований;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды публикаций</li> <li>2. Этапы подготовки научной публикации</li> <li>3. Структура научной публикации</li> <li>4. Культура цитирования и основные требования к использованию источников, цитированию и составлению списков литературы</li> </ol>
Уметь	– применять методику подготовки публикаций по результатам исследований в виде презентации, статей или докладов;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить аннотацию научного труда</li> <li>2. Составить список ключевых слов</li> <li>3. Оформить результаты научного исследования по требованиям</li> <li>4. Составить список цитируемых источников</li> <li>5. Проверить научный труд на антиплагиат</li> </ol>
Владеть	– методикой подготовки публикаций по результатам исследований.	<p>Опубликованная научная статья. Примерные темы НИР:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравнительный анализ методов одномерной оптимизации целевой функции (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы).</li> <li>2. Сравнительный анализ методов многомерной оптимизации (включая метод Нелдера-Мида) целевой функции (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы).</li> <li>3. Сравнительный анализ классического градиентного метода и метода наискорейшего спуска (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы). При этом реализовать в методе наискорейшего спуска разные методы одномерной оптимизации.</li> <li>4. Сравнительный анализ метода покоординатного спуска при различной реализации поиска минимума по каждой координате (сложность программной реализации, количество циклов, время выполнения программы при разных методах одномерной оптимизации).</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства

***б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:***

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы и теория оптимизации» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### Методические рекомендации по подготовке научной публикации

Научная публикация - это основной результат работы ученого. Публикуя материал, автор знакомит научную общественность с результатами своих исследований, их анализом и выводами. Но помимо донесения информации о проведенной работе у публикации есть еще одна функция - обозначение приоритета автора или группы авторов в решении определенных научных задач.

Существует множество видов научных публикаций - это тезисы, научные статьи, монографии, методические разработки, учебные пособия и прочие. Наиболее важной из них считается статья, которая может быть опубликована в специализированном периодическом (реже непериодическом) издании. Другие формы научных публикаций либо отличаются большим объемом и поэтому печатаются редко (например, монографии), либо недостаточно информативны, как тезисы докладов на конференции.

Подготовка к написанию статьи должна начинаться с ответа на вопрос о цели работы. В публикации могут быть изложены новые результаты исследований или проведен анализ ранее напечатанных работ для обоснования некоторого положения. Еще один вариант статьи - обзор литературы по определенной теме. Каждый из этих типов статей имеет свои особенности. Например, в «экспериментальных» статьях следует как можно более полно приводить информацию, исходя из которой читатели смогут адекватно оценить качество проведенного научного исследования. В случае с обзором литературы автор дает срез научных знаний на некотором этапе их развития.

Создание любой научной публикации требует от ученого соблюдения ряда правил, которые призваны оградить читателя от некачественных работ. Первое, о чем должен задуматься исследователь, стоит ли публиковать свои результаты. Еще до того как начнется сам процесс написания, необходимо ответить на несколько вопросов. Только после положительного ответа на них имеет смысл приступить к непосредственной работе над текстом.

- Представляет ли материал научный интерес?
- Соответствуют ли друг другу поставленные задачи, методы работы и выводы, сделанные из полученных результатов?
- Правильно ли применены методы сбора, обработки и анализа данных?
- Есть ли соответствие между собранными данными и выводами, сделанными на их основе?

Отрицательный ответ на любой из представленных выше вопросов говорит о том, что проведенное исследование не готово для его представления в печать. Возможно, потребуется исправление недочетов, а, в крайнем случае, даже повторное выполнение экспериментов.

Однако одного только знания правил русского языка недостаточно для грамотного изложения материала. Хорошая статья должна соответствовать общепринятым нормам построения научной публикации, а также требованиям научного стиля речи.

Главные свойства научного текста - это однозначность, объективность и логичность.

Однозначность понимается как одинаковая интерпретация текста автором и читателями. Другими словами, публикация не должна требовать дополнительных объяснений и толкований для адекватного понимания ее смысла. Для этого необходимо правильно использовать научные термины.

Объективность требует от автора беспристрастного изложения материала: привнесение в научную статью эмоциональных оценок и высказываний недопустимо. Тем не менее, не следует впадать и в противоположную крайность. Статья, написанная сухим казенным языком, утомит читателя и сведет к минимуму его интерес к проведенному исследованию.

Третье свойство научных публикаций - это логичность. Логика выступает фундаментом, на котором строится наука. Логичность публикации предполагает жесткую смысловую связь на всех уровнях текста: от порядка слов в предложении до последовательности изложения мысли и структуры публикации.

Содержание статьи должно быть не только логичным, однозначным и объективным, но и легким для понимания. Простота изложения достигается следованием правилу, согласно которому в одном предложении может содержаться только одна мысль. Кроме того, когда мысль позаимствована у другого исследователя, или она является результатом развития идеи, высказанной ранее, то следует указать источник. Цитирование в статьях обеспечивает целостность научного сообщества, поэтому ссылки на других авторов должны однозначно указывать на определенную публикацию, чтобы читатель имел возможность ознакомиться с первоисточником.

На сегодняшний день, оформление ссылок на литературные источники регулируется довольно большим количеством правил, которые на первый взгляд могут показаться бессмысленными. Необходимость в правильном цитировании заставляет многих авторов обращаться за помощью в редактировании научных текстов к коллегам, имеющим большой опыт в написании и публикации научных статей. Однако существуют базовые требования к цитированию, которые должен знать каждый ученый.

Так, при указании конкретных результатов чужих исследований необходимо называть первоисточник, а не давать ссылку на обзорные публикации, в которых были упомянуты интересующие вас факты. Обзоры следует использовать по их прямому назначению, т. е. для получения информации о новых идеях. Не следует забывать и о разной степени достоверности информации, представляющей собой либо факты, полученные в эксперименте, либо гипотезы и теории. Ни в коем случае не допускается искусственное увеличение списка цитируемых работ для придания большего веса собственной публикации. Погоня за формальными критериями качества научной работы может превратить труд ученого в бюрократическую волокиту.

Любые элементы оформления работы должны делать ее более информативной и понятной читателю. Использование иллюстраций, графиков, таблиц, а так же описание методологии должны быть направлены на полноценное представление результатов исследования.

Оформление научной статьи регламентируется не только общепринятыми нормами, но и правилами, устанавливающимися каждым конкретным изданием. Поэтому подготовка к публикации должна включать в себя изучение так называемых «правил для авторов» того журнала, в котором планируется печатать статью. Обычно, экспериментальные статьи строятся по стандарту, подразумевающему следующую структуру материала:

- введение
- описание материалов и методов работы
- результаты
- обсуждение и выводы
- список литературы.

Введение показывает читателю актуальность изучаемой проблемы. В этой части статьи следует дать вводную информацию, объяснить, почему было проведено исследование, и сформулировать гипотезу. Кроме того, не лишними будут краткие сведения о ранее проведенных в данной области исследованиях.

Затем необходимо описать методы исследования. Например, в методической части медико-биологических публикаций принято указывать место и время проведения эксперимента, а также условия его выполнения. Если в работе используются животные, то следует описать вид, пол, возраст и условия содержания. Описание методологии делается для того, чтобы другие исследователи имели возможность воспроизвести эксперимент. Воспроизводимость эксперимента - важное требование, отличающее любое научное исследование. Если работа не удовлетворяет этому условию, то ее попросту нельзя называть научной. В указанном разделе также очень важно дать информацию об ограничениях и допущениях относительно использованных методов.

Если статья предназначена для узкоспециализированного издания или же применяемые методы хорошо известны широкому кругу читателей, то можно ограничиться упоминанием литературы, в которой имеется полное описание методик. В противном случае методологический раздел должен быть изложен как можно более подробно. Читатель должен знать все: марку и производителя приборов, производителя химических реактивов и лекарственных препаратов, точное название программного обеспечения и т. п.

Однако в научной статье следует описывать не только экспериментальные методики. Необходимо дать также информацию о математической части исследования, в частности, о статистическом анализе результатов эксперимента. Для этого следует подробно описать дизайн исследования, перечислить статистические методы и дать обоснование необходимости их использования. Работа над этой частью статьи требует от автора хороших познаний и навыков в области статистики, если же таковых нет, то необходимо обратиться к консультанту по статистике, который поможет избежать большого числа

ошибок. Игнорирование такого, казалось бы, незначительного, раздела работы может сильно усложнить общение с рецензентами и редактором издательства.

После описания материалов и методов приводятся результаты исследования. Это основной раздел статьи. Он содержит в себе большинство графиков, иллюстраций и таблиц, которые позволяют сжато представить материал, собранный в исследовании. Заметьте, что иллюстрации не должны дублировать текст, но не следует и вырывать их из контекста статьи. Текст необходим для объяснения значения таблиц и рисунков, а так же для логической связи последовательных блоков информации. Образно выражаясь, можно представить текст как нить, соединяющую воедино факты, отраженные в таблицах и графиках. В свою очередь, оформление иллюстративного материала регламентируется внутренними правилами изданий, индивидуальными для каждого журнала, поэтому описать их в данной статье не представляется возможным.

После того как результаты исследования легли на бумагу, наступает пора объяснить читателю, почему они именно таковы и что они означают. Иногда обсуждение не выделяется в отдельную часть публикации, а объединяется воедино с представлением результатов. Но независимо от структуры статьи, обсуждение результатов должно быть всегда. Здесь следует указать особенности работы, а так же оценить рамки, в которых применимы выводы, сделанные по результатам исследования. Дело в том, что каждая методика проведения эксперимента налагает свои ограничения на то, насколько широко можно трактовать полученные данные. Помимо этого, важно провести сравнение представленных в статье результатов с проведенными ранее исследованиями, как вашими, так и других авторов. Это позволит наглядно показать новизну и преимущества выполненной работы относительно предшествующих исследований.

Закончить статью можно формулировкой выводов, сопоставлением полученных результатов с заявленной целью и информацией о вкладе проведенного исследования в науку. Важно определить значение работы для будущих исследований. Вариантов может быть два: либо результаты задают направление для дальнейших исследований (и тогда его желательно вкратце обрисовать), либо станет очевидно, что дальнейшее продвижение в заданном направлении бессмысленно. Следует помнить, что отрицательного результата в науке не бывает. Любое исследование - это проверка определенной гипотезы. Вполне нормально, что некоторые гипотезы не находят своего подтверждения. Чем раньше ученый признает свою ошибку, тем меньше его времени будет потрачено на последующие бесплодные исследования. Более того, публикация негативного результата даст возможность другим ученым избежать ненужных затрат на работу в заведомо тупиковом направлении.

Автор, увлеченный работой над содержательной частью, перестает замечать лингвистические ошибки в своей статье. Перед тем как отправлять материал в редакцию, желательно попросить коллег прочитать статью, но лучше всего обратиться к профессиональным редакторам. Редактор не только устранил грамматические и пунктуационные ошибки, но и усовершенствует стиль изложения. Очевидно, что редактор не специализируется в той области науки, которой посвящена публикация, и тем более не разбирается в ней также глубоко, как сам автор, поэтому могут потребоваться дополнительные разъяснения и уточнения формулировок. Тяжелее всего авторы

воспринимают предложения о сокращении объема статьи и удалению из нее второстепенных деталей. Тем не менее, зачастую взгляд со стороны оказывается объективным, и сокращение объемов публикации делает ее намного лучше. Однако следует помнить, что только автор отвечает за тот материал, который публикуется в печати.