

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,  
физики и информационных  
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ОД.4**  
**«Методы оптимизации»**

Направление подготовки:

09.06.01 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации  
по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

**Автор программы:**

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А..

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются углубленное изучение основных понятий, приемов и методов теории оптимизации, объектов управления с целью получения наилучших результатов при соответствующих условиях, применение оптимизационных методов для исследования явлений различной природы, овладение различными методами и приемами решения задач, формирование профессиональных знаний, умений и навыков в профессиональной области.

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- изучение основных понятий и задач теории оптимизации, способов отыскания экстремумов функций при различных видах ограничений;
- достоинства и недостатки существующих оптимизационных методов;
- применение на практике методов поисковой оптимизации;
- разработка алгоритмов и программ для реализации методов оптимизации на ЭВМ;
- изучение современных методов и направлений развития теории поисковой оптимизации.

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования.

**1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:**

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК -3 Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	<b>Знает и понимает:</b> - современные методы исследования, применяемые в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники <b>Код З1(ОПК-3)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - использовать и разрабатывать современные методы исследований в сфере информатики и вычислительной техники <b>Код У1(ОПК-3)</b>
	<b>Владеет:</b> - навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования <b>Код В1(ОПК-3)</b>
ПК-1 Способность к созданию новых методов и моделей описания, к оценке, оптимизации информационных процессов и информационных	<b>Знает и понимает:</b> - основные методы и модели описания, оптимизации информационных процессов и ресурсов, закономерности в информационных потоках <b>Код З1(ПК- 1)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - использовать методы и модели описания оптимизации

ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей в информационных потоках, способность к созданию когнитивных моделей информационных систем, ориентированных на человеко-машинное взаимодействие	информационных процессов и ресурсов для создания интеллектуальных систем <b>Код У1(ПК- 1)</b> <b>Владеет:</b> - навыками использования методов и моделей описания оптимизации информационных процессов и ресурсов для решения практических задач <b>Код В1(ПК- 1)</b>
---	---

**1.4 Согласование междисциплинарных связей** дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Методы оптимизации» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-3 – Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук

ПК-1 – Экспертные системы, Интеллектуальные информационные системы, Научно исследовательская деятельность

## 2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Методы оптимизации» является вариативной согласно учебному плану ООП по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника, профиль – Информационные системы и процессы. Дисциплина «Методы оптимизации» изучается в 3 семестре.

## 3. Объём и содержание дисциплины

### 3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

### 3.2 Содержание курса:

№ те мы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Математическое программирование.	2/1	2/-	-	10/14	коллоквиум
2.	Тема 2. Линейное	2/1	2/-	-	10/13	собеседование

	программирование.					
3.	Тема 3. Итеративные методы поиска оптимума.	2/1	2/-	-	10/14	коллоквиум
4.	Тема 4. Многошаговые процессы управления.	2/1	2/-	-	10/13	собеседование
5.	Тема 5. Нелинейное программирование.	2/-	4/-	-	10/14	коллоквиум

### **Тема 1. Математическое программирование.**

**Лекция.** Выпуклое программирование. Задача на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.

#### **Практическое занятие.**

1. Решение задач на условный экстремум.
2. Решение систем  $m$  линейных неравенств с двумя неизвестными.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Методы математического программирования.
2. Виды математических моделей

### **Тема 2. Линейное программирование**

**Лекция.** Понятие линейного программирования. Задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Симплекс-таблица.

#### **Практическое занятие.**

1. Симплекс-метод. Симплекс-таблица

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Классификация методов линейного программирования
2. Прикладные задачи линейного программирования.

### **Тема 3. Итеративные методы поиска оптимума.**

**Лекция.** Постановка задачи. Градиентный метод. Метод наискорейшего спуска. Алгоритм Ньютона.

#### **Практическое занятие.**

1. Метод Ньютона в задачах на безусловный экстремум.
2. Метод штрафных функций.
3. Условие Липшица.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Классификация итеративных методов

### **Тема 4. Многошаговые процессы управления.**

**Лекция.** Поведение динамической системы как функции начального состояния. Представление динамического процесса в виде последовательности преобразований. Многошаговый процесс управления. Критерии качества управления при многошаговом процессе.

#### **Практическое занятие.**

1. Представление динамического процесса в виде последовательности преобразований

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Основные критерии качества управления при многошаговом процессе.

### **Тема 5. Нелинейное программирование**

**Лекция.** Существование и единственность минимума. Метод Ньютона в нелинейном программировании. Метод Ньютона в задачах на безусловный экстремум. Метод штрафных функций. Теорема Куна-Таккера. Теорема Каруша-Джона.

**Практическое занятие.**

1. Метод Ньютона в задачах на безусловный экстремум
2. Метод штрафных функций.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Теорема Куна-Таккера.

#### **4. Контроль знаний обучающихся**

##### **4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов**

1. Коллоквиум
2. Собеседование

##### **4.2 Типовые задания текущего контроля**

###### Типовые вопросы для коллоквиума:

1. Математическое программирование. Выпуклое программирование. Задача на условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
2. Линейное программирование. Понятие линейного программирования. Задачи линейного программирования. Графический метод решения задач линейного программирования. Симплекс-метод. Симплекс-таблица.
3. Итеративные методы поиска оптимума. Постановка задачи. Градиентный метод. Метод наискорейшего спуска. Алгоритм Ньютона.
4. Многошаговые процессы управления. Поведение динамической системы как функции начального состояния. Представление динамического процесса в виде последовательности преобразований. Многошаговый процесс управления. Критерии качества управления при многошаговом процессе.
5. Динамическое программирование. Дискретная форма вариационной задачи. Решение задачи динамического программирования.
6. Нелинейное программирование. Существование и единственность минимума. Метод Ньютона в нелинейном программировании. Метод Ньютона в задачах на без-условный экстремум. Метод штрафных функций. Теорема Куна-Таккера. Теорема Каруша-Джона.

###### Типовые вопросы для собеседования:

1. Математическое и линейное программирование. Задачи линейного программирования.
2. Решение задачи линейного программирования. Симплекс-метод.
3. Динамическое программирование. Решение задачи динамического программирования.
4. Итеративные методы поиска оптимума.
5. Градиентный метод. Метод наискорейшего спуска.
6. Алгоритм Ньютона. Методы Монте-Карло. Генетические Алгоритмы.

##### **4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.**

###### Вопросы зачета

1. Понятие оптимизации. Постановка задачи.
2. Математическое и линейное программирование.
3. Виды математических моделей.
4. Элементы аналитической геометрии в n-мерном пространстве.

5. Решение систем  $m$  линейных неравенств с двумя неизвестными.
6. Системный подход при оптимизации.
7. Критерий среднего квадрата ошибки.
8. Интегральный критерий.
9. Критерий максимального быстрогодействия.
10. Критерий минимальной стоимости функционирования системы в единицу времени.
11. Критерий минимума критического времени выполнения работ.
12. Минимаксный критерий.
13. Функционалы и функциональное пространство.
14. Понятие непрерывности функционала.
15. Необходимое условие экстремума функционалов.
16. Теорема Лагранжа.
17. Классификация методов нелинейного программирования.
18. Выпуклые функции.
19. Особенности задач нелинейного программирования.
20. Задачи на абсолютный и условный экстремумы.
21. Минимаксная трактовка задачи на условный экстремум функции.
22. Условие существования седловой точки.
23. Теоремы Куна-Таккера и Каруша-Джона.
24. Условие дополняющей нежесткости.
25. Условие регулярности.
26. Метод Ньютона в нелинейном программировании.
27. Метод Ньютона в задачах на безусловный экстремум.
28. Метод штрафных функций.
29. Условие Липшица.
30. Итеративные методы поиска оптимума.
31. Градиентный метод.
32. Метод наискорейшего спуска.
33. Дискретная форма вариационной задачи (Динамическое программирование).
34. Рекуррентное соотношение метода динамического программирования.
35. Метод Понтрягина.
36. Прикладные задачи линейного программирования.

#### Типовые задания для зачета

1. Найдите решение однокритериальных задач в условиях определенности
2. Решите графически задачу, заданную в канонической форме
3. Дайте характеристику методам градиентного спуска и Ньютона.
4. Опишите продвинутые методы безусловной оптимизации. Приведите пример области использования.
5. Дайте определение негладкой и условной оптимизации.
6. Решите задачу графическим способом
7. Решите задачу симплекс-методом
8. Составьте двойственную задачу и решите обе задачи графическим методом
9. Решите задачу методом искусственного базиса

#### **4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации**

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний основных методов и моделей основные методы и модели описания,



		<p>оптимизации информационных процессов и ресурсов, закономерности в информационных потоках, дает оценку информационным процессам, прослеживает междисциплинарные связи</p> <p>Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано</p>
	ОПК-3	<p>Свободно ориентируется в направлении исследования в области современных методов исследования, применяемых в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники</p> <p>В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования</p> <p>Определяет основные цели, задачи, методы научных исследований</p> <p>Свободно ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.)</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу</p>
«не зачтено»	ПК-1	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний основных методов и моделей описания, оптимизации информационных процессов и ресурсов, закономерности в информационных потоках</p> <p>Не может анализировать закономерности в информационных потоках, затрудняется дать оценку информационным процессам.</p> <p>Не может выделить междисциплинарные связи</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p>
	ОПК-3	<p>Не ориентируется в направлениях исследований в области современных методов исследования, применяемых в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники</p> <p>Не владеет современным инструментарием и навыками самостоятельного научно-исследовательского поиска и отбора современных методов исследования</p> <p>Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.)</p> <p>Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 191 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/463500>.

2. Методы оптимизации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Е.К. Ершов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 89 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63634.html>

3. Методы оптимизации в примерах в пакете MathCad 15. Часть II [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.В. Рыков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016.— 178 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67287.html>

## **5.2 Дополнительная литература**

1. Барский А.Б. Нейросетевые методы оптимизации решений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Интермедия, 2017.— 312 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66795.html>

2. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Е. А. Кочегурова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10090-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451213>.

3. Методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / Ф. П. Васильев, М. М. Потапов, Б. А. Будак, Л. А. Артемьева ; под редакцией Ф. П. Васильева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 375 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6157-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450435>.

## **6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **Электронная информационно-образовательная среда**

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

#### **Лицензионное программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64  
Autodesk AutoCAD 2019  
Autodesk Fusion360 2019  
Autodesk Maya 2019  
Adobe Photoshop CS3  
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007  
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499  
Node 1 year Educational Renewal Licence

**Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):**

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: [www.urait.ru](http://www.urait.ru)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.рф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
  - URL: <https://link.springer.com/>
  - URL: <https://materials.springer.com/>
  - URL: <https://zbmath.org/>
  - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
  - URL: [WOS.GeneralSearch.input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved](http://WOS.GeneralSearch.input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved)
13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ