

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных»

**УТВЕРЖДЕНА:**

на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова

Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

---

Направление: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

---

---

Автоматизированные системы обработки информации и управления

---

---

Квалификация: Бакалавр

---

---

Форма обучения: очная

---

|                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Документ подписан простой<br>электронной подписью<br>Составитель программы:<br>Маланова Татьяна Валерьевна<br>Дата подписания: 16.06.2025 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Документ подписан простой<br>электронной подписью<br>Утвердил: Говорков Алексей<br>Сергеевич<br>Дата подписания: 17.06.2025 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Документ подписан простой<br>электронной подписью<br>Согласовал: Кононенко Роман<br>Владимирович<br>Дата подписания: 17.06.2025 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Методы оптимизации» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

| <b>Код, наименование компетенции</b>                                             | <b>Код индикатора компетенции</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| ПКС-4 Способность разрабатывать и внедрять автоматизированные системы управления | ПКС-4.2                           |

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

| <b>Код индикатора</b> | <b>Содержание индикатора</b>                                                            | <b>Результат обучения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-4.2               | Способность оптимизировать программное обеспечение с использованием различных критериев | <p><b>Знать</b> назначение систем оптимального управления; формирование критериев оптимального управления; подходы к решению задач оптимального управления; особенности методов решения задач оптимального управления; классы задач оптимального управления, формирование алгоритмов решения задач оптимального управления; методики исследования работоспособности разрабатываемого программного продукта; современные решатели и библиотеки для решения задач оптимизации;</p> <p><b>Уметь</b> формировать критерии оптимизации; ориентироваться в классификации методов оптимизации; правильно выбирать методы для решения поставленной задачи оптимизации; использовать полученные знания в практической деятельности; грамотно тестировать работоспособность разработанного программного продукта;</p> <p><b>Владеть</b> Владеть навыками разработки по в современных программных средах для решения оптимизационных задач различных систем; терминологией в области теории оптимального управления; современными методами решения оптимизационных задач; методиками тестирования и проверки работоспособности</p> |

|  |  |                                                              |
|--|--|--------------------------------------------------------------|
|  |  | реализованных оптимизационных алгоритмов и разработанного ПО |
|--|--|--------------------------------------------------------------|

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Методы оптимизации» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информатика», «Математика», «Программирование», «Вычислительная математика», «Теория автоматического управления»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Нейронные сети и их приложения», «Системы искусственного интеллекта»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

| Вид учебной работы                                              | Трудоемкость в академических часах<br>(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа) |             |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                 | Всего                                                                                                         | Семестр № 6 |
| Общая трудоемкость дисциплины                                   | 180                                                                                                           | 180         |
| Аудиторные занятия, в том числе:                                | 64                                                                                                            | 64          |
| лекции                                                          | 32                                                                                                            | 32          |
| лабораторные работы                                             | 32                                                                                                            | 32          |
| практические/семинарские занятия                                | 0                                                                                                             | 0           |
| Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)         | 80                                                                                                            | 80          |
| Трудоемкость промежуточной аттестации                           | 36                                                                                                            | 36          |
| Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине) | Экзамен                                                                                                       | Экзамен     |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

#### Семестр № 6

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела и темы<br>дисциплины                                   | Виды контактной работы |              |    |              |         |              | СРС |              | Форма<br>текущего<br>контроля |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|----|--------------|---------|--------------|-----|--------------|-------------------------------|
|          |                                                                                | Лекции                 |              | ЛР |              | ПЗ(СЕМ) |              |     |              |                               |
|          |                                                                                | №                      | Кол.<br>Час. | №  | Кол.<br>Час. | №       | Кол.<br>Час. | №   | Кол.<br>Час. |                               |
| 1        | 2                                                                              | 3                      | 4            | 5  | 6            | 7       | 8            | 9   | 10           | 11                            |
| 1        | Введение в дисциплину. Основные понятия                                        | 1                      | 2            | 3  | 6            |         |              |     |              | Устный опрос                  |
| 2        | Методы нулевого порядка для решения задач безусловной многомерной оптимизации. | 2                      | 4            |    |              |         |              |     |              | Устный опрос                  |
| 3        | Методы первого порядка для                                                     | 3                      | 6            | 1  | 16           |         |              | 1   | 35           | Отчет по лаборатор            |

|   |                                                                                        |   |    |   |    |  |  |   |     |                              |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|--|--|---|-----|------------------------------|
|   | решения задач безусловной многомерной оптимизации.                                     |   |    |   |    |  |  |   |     | ной работе                   |
| 4 | Методы второго порядка для решения задач безусловной многомерной оптимизации.          | 4 | 2  |   |    |  |  |   |     | Устный опрос                 |
| 5 | Математические методы, применяемые в теории оптимального управления. Принцип максимума | 5 | 8  | 2 | 10 |  |  | 1 | 25  | Отчет по лабораторной работе |
| 6 | Метод вариационного исчисления                                                         | 6 | 2  |   |    |  |  |   |     | Устный опрос                 |
| 7 | Методы условной оптимизации                                                            | 7 | 6  |   |    |  |  | 1 | 20  | Устный опрос                 |
| 8 | Геометрическое программирование                                                        | 8 | 2  |   |    |  |  |   |     | Устный опрос                 |
|   | Промежуточная аттестация                                                               |   |    |   |    |  |  |   | 36  | Экзамен                      |
|   | Всего                                                                                  |   | 32 |   | 32 |  |  |   | 116 |                              |

## 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

### Семестр № 6

| № | Тема                                                                           | Краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Введение в дисциплину. Основные понятия                                        | Понятия об управлении и системах управления, об оптимальном управлении. Безусловная одномерная оптимизация.                                                                                                                                                                  |
| 2 | Методы нулевого порядка для решения задач безусловной многомерной оптимизации. | Безусловная многомерная оптимизация. Методы прямого поиска. Симплексные методы. Область их применения, достоинства и недостатки, сходимость.                                                                                                                                 |
| 3 | Методы первого порядка для решения задач безусловной многомерной оптимизации.  | Методы теории чувствительности. Общая схема градиентных методов, Метод наискорейшего спуска, Метод релаксации, Метод сопряженных градиентов. Применение функции чувствительности САР для реализации градиентного метода. Сложность алгоритмов оптимизации и их тестирование. |
| 4 | Методы второго порядка для решения задач безусловной многомерной оптимизации.  | Метод Ньютона и его модификации. Методы переменной метрики. Их достоинства и недостатки, область применения.                                                                                                                                                                 |
| 5 | Математические                                                                 | Метод фазового пространства. Описание систем                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |                                                                         |                                                                                                                                                |
|---|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | методы, применяемые в теории оптимального управления. Принцип максимума | автоматического управления в фазовом пространстве. Постановка задачи оптимальных управлений и их свойства. Принцип максимума и его применение. |
| 6 | Метод вариационного исчисления                                          | Основные понятия вариационного исчисления, условия Эйлера, Лежандра, Якоби, Вейерштрасса. Алгоритм решения задачи вариационного исчисления.    |
| 7 | Методы условной оптимизации                                             | Метод штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод Лагранжа, Коруша-Куна-Таккера                                                           |
| 8 | Геометрическое программирование                                         | Постановка задачи геометрического программирования. Минимизация регулярный полиномов. Минимизация произвольных полиномов.                      |

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 6

| № | Наименование лабораторной работы                                          | Кол-во академических часов |
|---|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Расчет на ЭВМ оптимальных параметров ПИД-регулятора градиентными методами | 16                         |
| 2 | Синтез оптимальных систем с использованием принципа максимума             | 10                         |
| 3 | Методы условной оптимизации                                               | 6                          |

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 6

| № | Вид СРС                                                   | Кол-во академических часов |
|---|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам) | 80                         |

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, мозговой штурм, работа в малых группах

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

##### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в:

1. Куцый Н. Н. Теория оптимального управления. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : лабораторные работы № 1, 2, 3 по направлениям подготовки бакалавриата 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", 09.03.02

"Информационные системы и технологии": профиль подготовки "Информационные системы и технологии в административном управлении" / Н. Н. Куцый, Н. Д. Лукьянов, 2018. - 23 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-17736.pdf>

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ приведены в:

1. Куцый Н. Н. Теория оптимального управления. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : лабораторные работы № 1, 2, 3 по направлениям подготовки бакалавриата 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника", 09.03.02 "Информационные системы и технологии": профиль подготовки "Информационные системы и технологии в административном управлении" / Н. Н. Куцый, Н. Д. Лукьянов, 2018. - 23 с. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-17736.pdf>

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 6 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Описание процедуры: В ходе опроса студенты должны продемонстрировать знания цели, задач, объекта и предмета Исследование операций, дать определения основных понятий МО

##### **Критерии оценивания.**

Опрос считается пройденным, если в ходе ответа на контрольные вопросы студенты демонстрируют знание и понимание теоретического материала необходимого для выполнения работ, свободно ориентируется в теории.

#### **6.1.2 семестр 6 | Отчет по лабораторной работе**

##### **Описание процедуры.**

Для успешной сдачи лабораторной работы студенту необходимо защитить подготовленный отчет. В ходе защиты отчета студент должен объяснить суть алгоритма, используемого при выполнении работы, устно ответить на теоретические вопросы по теме лабораторной работы.

##### **Критерии оценивания.**

Отчет считается сданным, если в ходе ответа на контрольные вопросы студент демонстрирует знание и понимание теоретического материала необходимого для выполнения работ, свободно ориентируется в решении задачи, рассмотренной в лабораторной работе.

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

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

| <b>Индикатор достижения компетенции</b> | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>                                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПКС-4.2                                 | Грамотно реализует модель системы, основываясь на методах структурного моделирования, с использованием современных программных средств на языке программирования высокого уровня и обосновывает применение методов и критериев оптимизации для решения прикладных задач. Демонстрирует способность формировать критерии оптимизации и выбирать методы для решения оптимизационных задач в различных областях деятельности человека, знание особенностей методов оптимизации. Грамотно формирует и обосновывает план тестирования реализованного алгоритма оптимизации. Грамотно проектирует как модульную структуру программы, так и интерфейс пользователя (наглядно оформляет необходимые расчеты, схемы, графики и диаграммы, пользовательскую документацию). Способен использовать приобретенные знания в практической деятельности для принятия обоснованных решений. | Выполнение и защита лабораторных работ, устный опрос по теоретическим вопросам из списка вопросов к экзамену. |

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в традиционной форме в соответствии с перечнем вопросов, студенту предлагается ответить на два теоретических вопроса, а также одна задача. Кроме того, могут быть заданы дополнительные вопросы по выполненным в учебном семестре лабораторным работам.

Пример задания:

1. ПИД регуляторы системы управления.
2. Чувствительность систем управления. Вывод функций чувствительности для систем с ПИД регулятором.
3. Безусловная одномерная оптимизация. Необходимое, необходимое и достаточное

условие существования экстремума.

4. Унимодальный критерий оптимальности. Свойства унимодальных функции .  
Условие Липшица.
5. Поисковые методы оптимизации. Сходимость поисковых методов (условно сходящаяся; сходящаяся; линейно, сверхлинейно, со скоростью порядка  $p$ , суперлинейно, сублинейно сходящаяся).
6. Тест на определение скорости сходимости (тест последовательности).
7. Тест на определение скорости сходимости (тест корней).
8. Поисковые методы одномерной оптимизации нулевого порядка (дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи, параболической интерполяции).
9. Обоснование сходимости метода дихотомии и метода золотого сечения.
10. Поисковые методы одномерной оптимизации первого порядка (секущих, касательных).
11. Методы поиска глобального оптимума в многоэкстремальных функциях (Метод Монте-Карло, Метод аппроксимирующих функций).
12. Безусловная многомерная оптимизация. Необходимые условия существования экстремума. Достаточные условия существования экстремума.
13. Методы многомерной оптимизации прямого поиска: Гаусса-Зейделя, Хука-Дживса, Пауэла, случайного поиска.
14. Симплексные методы. Правильный симплекс. Симплексный метод с отображением одной вершины. Метод Нелдера-Мида.
15. Градиентные методы. Определение градиента, свойство градиента (обоснование).
16. Сходимость градиентных методов. Выбор шага градиентного метода.
17. Метод релаксации, наискорейшего спуска градиента для САУ с ПИД регулятором. Обоснование применения функций чувствительности для вычисления градиента.
18. Метод тяжелого шарика, метод Нестерова.
19. Методы многомерной оптимизации второго порядка: метод Ньютона (его обоснование), модификации метода Ньютона. Гессиан.
20. Методы переменной метрики, Дэвидона Флетчера Пауэлла, Пирсона. Метод Флетчера-Ривса.
21. Постановка задачи оптимальных управлений в  $n$ -мерном фазовом пространстве.
22. Постановка задачи оптимальных управлений в  $n+1$ -мерном фазовом пространстве.
23. Свойства оптимальных управлений в фазовом пространстве.
24. Принцип максимума Понтрягина. Теорема 1.
25. Принцип максимума Понтрягина. Оптимизация по быстродействию. Теорема 2.
26. Применение принципа максимума при оптимизации по быстродействию. Фазовые траектории. Линия переключения.
27. Условная многомерная оптимизация. Теорема Лагранжа (обоснование). Метод множителей Лагранжа
28. Условная многомерная оптимизация. Теорема Коруша-Куна-Таккера (обоснование).
29. Методы штрафных функций. Метод внутренней точки, достоинства и недостатки.
30. Методы штрафных функций. Метод внешней точки, достоинства и недостатки.
31. Методы штрафных функций. Комбинированный метод, достоинства и недостатки.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

| Отлично                                          | Хорошо                                     | Удовлетворительн<br>о                         | Неудовлетворительно                         |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме | наличие твердых и достаточно полных знаний | наличие твердых знаний пройденного материала, | наличие грубых ошибок в ответе, непонимание |

|                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы</p> | <p>программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала</p> | <p>изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике</p> | <p>сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 7 Основная учебная литература

1. Банди Брайан. Методы оптимизации : вводный курс / Брайан Банди, 1988. - 127.
2. Струченков В. И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие / В. И. Струченков, 2007. - 254.
3. Аттетков Александр Владимирович. Методы оптимизации : учебник для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин; под ред. В. С. Зарубина и А. П. Крищенко, 2003. - 439.
4. Струченков В. И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие / В. И. Струченков, 2005. - 254.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Аттетков А. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников, 2013. - 269.
2. Штойер Ральф. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Ральф Штойер; пер. с англ. Е. М. Столяровой, 1992. - 504.
3. Колбин В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В. В. Колбин, 2014. - 378.
4. Фролькис Виктор Абрамович. Введение в теорию и методы оптимизации для экономистов : учеб. пособие / В. А. Фролькис, 2002. - 314.
5. Костюк В. И. Автоматическая параметрическая оптимизация систем регулирования : монография / В. И. Костюк, Л. А. Широков, 1981. - 94.
6. Соболев Б. В. Методы оптимизации : практикум / Б. В. Соболев, Б. Ч. Месхи, Г. И. Каныгин, 2009. - 380.

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

#### **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

#### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
2. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

#### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лекционная аудитория с мультимедийным проектором
2. Компьютерный класс от 12 компьютеров для проведения лабораторных работ