


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
электроники
Бобрешов А.М.



31.08.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.15 Методы оптимизации

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

2. Профиль подготовки/специализация:

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

3. Квалификация (степень) выпускника:

бакалавр

4. Форма обучения:

очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

электроники

6. Составители программы:

Костылев Владимир Иванович, доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована:

НМС физического факультета 23.06.2021, № протокола: 6

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Цель дисциплины – изучение методов оптимизации, в том числе, применяющихся для компьютерного моделирования элементов и систем вычислительной техники, овладение современными средствами реализации задач оптимизации технических средств. Задачи дисциплины: знать теоретические положения курса: понятия и определения, методы, особенности их использования при компьютерном моделировании; умение разрабатывать программную реализацию методов оптимизации технических средств, использовать существующие универсальные математические пакеты.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Вариативная часть. Обязательные дисциплины. Требования к входным знаниям: Знание математического аппарата для изучения методов оптимизации: знание математического анализа, дискретной и вычислительной математики, основ математического программирования и информатики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|-------|---|---------|--|--|
| ОПК-1 | Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 | Опирается на основы математики, физики, вычислительной техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | Умеет применять оптимизации для расчетов теоретических моделей и результатов экспериментальных исследований |
| | | ОПК-1.2 | Планирует решение профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования | Умеет применять на практике различные методы оптимизации для решения задач в рамках моделей предметной области Владеет математическими пакетами и специальными библиотеками для проведения численного моделирования |
| | | ОПК-1.3 | Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | Умеет применять методы анализа данных при обработке результатов численного моделирования и экспериментальных исследований. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/72.

Форма промежуточной аттестации зачет.

13. Виды учебной работы

| | | |
|--------------------|--------------|--------------|
| Вид учебной работы | Трудоемкость | |
| | | По семестрам |

| | | | | |
|--|-------|----|--|--|
| | Всего | 6 | | |
| Аудиторные занятия | 56 | 56 | | |
| в том числе: | | | | |
| лекции | 28 | 28 | | |
| практические | 28 | 28 | | |
| лабораторные | | | | |
| Самостоятельная работа | 16 | 16 | | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.) | 0 | 0 | | |
| Итого: | 72 | 72 | | |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|-------------------------|---|--|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения. Классификация методов оптимизации | Определения и постановка задачи оптимизации, параметрического и структурного синтеза. Соотношение понятий синтеза и оптимизации. Схемы синтеза и оптимизации. Особенности решения прикладных задач оптимизации. Классификация методов оптимизации |
| 1.2 | Методы одномерной оптимизации | Методы поиска экстремума унимодальных функций (методы дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи). Методы наискорейшего спуска. Случайные методы. |
| 1.3 | Методы многомерной оптимизации. Методы поиска локального экстремума нулевого порядка | Обзор методов, методы покоординатного циклического спуска, поиска по образцу, сопряженных направлений, деформируемого многогранника |
| 1.4 | Методы многомерной оптимизации. Методы поиска локального экстремума, использующие производные | Обзор методов, методы первого порядка (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов), методы второго порядка, квазиньютоновские методы |
| 1.5 | Методы условной оптимизации | Методы штрафных и барьерных функций, метод Лагранжа |
| 1.6 | Методы поиска глобального экстремума. | Обзор методов, метод Монте-Карло, гибридные методы, генетические алгоритмы |
| 1.7 | Методы линейной и дискретной оптимизации | Постановка задачи. Симплекс-метод линейного программирования. Методы дискретной оптимизации. |
| 1.8 | Возможности применения систем компьютерной математики и специализированных систем проектирования для реализации методов оптимизации | Возможности использования универсальных математических пакетов для оптимизации электронных средств: методы оптимизации в пакетах Mathematica, Matlab. Возможности использования специализированных систем проектирования электронных средств для оптимизации электронных средств: |
| 2. Практические занятия | | |
| 2.1 | Методы одномерной оптимизации | Решение задачи оптимизации средствами ЭВМ. |
| 2.2 | Методы многомерной оптимизации. | Решение задачи оптимизации средствами ЭВМ. |
| 2.3 | Методы поиска локального экстремума, использующие производные | Решение задачи оптимизации средствами ЭВМ. |
| 2.4 | Методы условной оптимизации | Решение задачи оптимизации средствами ЭВМ. |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | Всего |
|-------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | |
| 1 | Постановка задачи | 4 | | | 2 | 6 |

| | | | | | | |
|---|---|----|----|--|----|----|
| | оптимизации. Основные понятия и определения. Классификация методов оптимизации | | | | | |
| 2 | Методы одномерной оптимизации | 2 | 4 | | 2 | 8 |
| 3 | Методы многомерной оптимизации. Методы поиска локального экстремума нулевого порядка | 4 | 6 | | 2 | 12 |
| 4 | Методы многомерной оптимизации. Методы поиска локального экстремума, использующие производные | 6 | 6 | | 4 | 16 |
| 5 | Методы условной оптимизации | 2 | 4 | | 2 | 8 |
| 6 | Методы поиска глобального экстремума | 2 | | | 2 | 4 |
| 7 | Методы линейной и дискретной оптимизации | 4 | 4 | | 2 | 10 |
| | Итого: | 24 | 24 | | 16 | 72 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. Рекомендуется записывать не каждое слово лектора, а постараться записать его основную мысль, используя понятные сокращения.

После окончания лекции нужно просматривать конспект для определения материала, вызывающего затруднения для понимания. После этого следует обратиться к рекомендуемой в настоящей программе литературе с целью углубленного изучения проблемного вопроса. В общем случае работа лишь с одним литературным источником часто является недостаточной для полного понимания, поэтому необходимо просматривать несколько источников для выбора того, который наиболее полно и доступно освещает изучаемый материал. В случае если проблемы с пониманием остались, необходимо обратиться к преподавателю на ближайшей лекции с заранее сформулированными вопросами.

Для успешного освоения лекционного курса рекомендуется регулярно повторять изученный материал.

Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме и ознакомиться с соответствующим разделом литературы. При выполнении лабораторных и практических работ необходимо обращать внимание на особенности функционирования исследуемых устройств. Подготовка к защите работ должна включать повторение лекционного материала и работу с предлагаемой учебной литературой.

Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;

- подготовка зачету.

Кроме литературы из основного списка рекомендуется самостоятельно использовать дополнительную. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

В процессе самостоятельной работы следует занимать активную позицию и пользоваться не только рекомендованной литературой, но и самостоятельно найденными источниками. При изучении дисциплины рекомендуется использовать возможности сети интернет для получения дополнительной информации по рассматриваемой теме.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Васильев Ф.П. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев .— Москва : Изд-во МЦНМО, 2011 .— ISBN 978-5-94057-706 Ч. 1: Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование .— Изд. новое, перераб. и доп. — 619 с. : ил. — Библиогр.: с. 570-610 .— Предм. указ.: с. 611-614 .— ISBN 978-5-94057-707-2. -5. |
| 2 | Васильев Ф.П. Методы оптимизации : [учебник для студ. вузов, обуч. по специальности ВПО 010501 "Прикладная математика и информатика"] : [в 2 ч.] / Ф.П. Васильев .— Москва : Изд-во МЦНМО, 2011 .— ISBN 978-5-94057-706-5. Ч. 2: Оптимизация в функциональных пространствах. Регуляризация. Аппроксимация .— Изд. новое, перераб. и доп. — С.[625]-1056, [3] .— Библиогр.: с.1006-1046 .— Предм. указ.: с.1047-1051 .— ISBN 978-5-94057-708-9. |
| 3 | Аттетков А.В. Методы оптимизации : учебное пособие : [для студ. высш. учеб. заведений] / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников .— Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2013 .— 269 с. : ил., табл. .— (Высшее образование. Бакалавриат) .— Библиогр.: с.260-265 .— Предм. указ.: с.266-269 .— ISBN 978-5-369-01037-2 .— ISBN 978-5-16-004876-5. |
| 4 | Гончаров В.А. Методы оптимизации : учебное пособие / В.А. Гончаров .— М. : Юрайт : Высшее образование, 2010 .— 190, [1] с. : ил., табл. — (Основы наук) .— Библиогр.: с. [191] .— ISBN 978-5-9916-0523-6 .— ISBN 978-5-9692-0832-2. |
| 5 | Л.Н. Булавин Компьютерное моделирование физических систем : [учебное пособие] / Л.Н. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка .— Долгопрудный : Интеллект, 2011 .— 349 с. : ил., табл. — Библиогр. в конце глав .— ISBN 978-5-91559-101-0 |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем : Учебник / В.П. Тарасик .— 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Дизайн ПРО, 2004 .— 639 с. : ил. — Библиогр.: с.620-622 .— Предм. указ.:с.629-632 .— ISBN 985-452-080-3. |
| 2 | Разевиг В.Д. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office / В.Д. Разевиг Ю.В. Потапов, А.А. Курушин .— М. : Солон-Пресс, 2003 .— 492 с. : ил .— (Системы проектирования) .— Библиогр.: с.485 .— ISBN 5-98003-089-1. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

| № п/п | Ресурс |
|-------|---|
| 1. | Библиотека по естественным наукам (БЕН) РАН http://www.benran.ru/ |
| 2. | Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского государственного университета : электронно-библиотечная система. – URL : |

| | |
|-----|---|
| | https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus |
| 3. | Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1486 |
| 4. | Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1457 |
| 5. | Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1436 |
| 6. | Национальный цифровой ресурс "ПУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1401 |
| 7. | Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1360 |
| 8. | Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1344 |
| 9. | Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1343 |
| 10. | Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1336 |
| 11. | Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1310 |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1308 |
| 2 | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1307 |
| 3 | Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : https://lib.vsu.ru/?p=4&t=2d&id=1306 |

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Мультимедийный проектор, ПК для преподавателя, компьютерный класс

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудиторный фонд ВГУ. Лаборатории кафедры электроники (№ 313а, 425,) – техническое обеспечение моделирования задач анализа и синтеза технических средств (компьютерное оборудование дисплейных классов кафедры электроники), программное обеспечение дисплейных классов кафедры электроники.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС* (средства оценивания) |
|---|--|---|----------------------------|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные | ОПК-1.1 Опирается на основы математики, физики, вычислительной техники и программирования при построении модели предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | 1.1 Постановка задачи оптимизации. Основные понятия и определения. Классификация | Практическое задание 5 |

| | | | |
|--|--|---|------------------------------|
| ные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.2 Планирует решение профессиональных задач с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования | 1.8 Возможности применения систем компьютерной математики и специализированных систем проектирования для реализации методов оптимизации | Практическое задание 1, 2, 3 |
| | ОПК-1.3 Анализирует результаты теоретического и экспериментального исследования предметной области в рамках теоретического и экспериментального исследования | 1.8 Возможности применения систем компьютерной математики и специализированных систем проектирования для реализации методов оптимизации | |
| Промежуточная аттестация | | | КИМ |

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами и фактами;
- 4) умение применять полученные знания на практике и при решении конкретных задач по моделированию сложноорганизованных систем;

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|--------------|
| Выполнение всех практических работ с предоставлением отчета, отчет о проделанной самостоятельной работе, посещение лекционных занятий и владение содержанием курса, выявленное на основе использования пакета КИМ для проверки теоретических знаний (правильные ответы на 2 вопроса КИМ и дополнительные вопросы по курсу). | Базовый уровень | Зачтено |
| Невыполнение или частичное невыполнение практических работ, непосещение лекций и неудовлетворительные знания по разделам курса (ответ только на 1 вопрос из билета КИМ) | – | Не зачтено |

19.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие

этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

- 1) Определения и постановка задачи оптимизации, параметрического и структурного синтеза. Соотношение понятий синтеза и оптимизации.
- 2) Схемы синтеза и оптимизации.
- 3) Классификация методов оптимизации.
- 4) Методы поиска экстремума унимодальных функций (методы дихотомии, золотого сечения, Фибоначчи).
- 5) Методы наискорейшего спуска.
- 6) Случайные методы.
- 7) Метод покоординатного циклического спуска.
- 8) Метод поиска по образцу.
- 9) Метод деформируемого многогранника.
- 10) Методы первого порядка (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов).
- 11) Методы второго порядка, квазиньютоновские методы.
- 12) Методы штрафных и барьерных функций, метод Лагранжа.
- 13) Метод Монте-Карло.
- 14) Гибридные методы.
- 15) Генетические алгоритмы.
- 16) Симплекс-метод линейного программирования.
- 17) Методы дискретной оптимизации.

19.3.2 Перечень практических заданий

1. Использование программной среды Matlab для решения задач одномерной оптимизации.

| | | |
|--|-------|--|
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |
| | , при | |

2. Использование программной среды Matlab для решения задач многомерной оптимизации.

| |
|--|
| |
| |
| |

3. Использование программной среды Matlab для решения задач поиска локального экстремума методами, использующие производные

| |
|--|
| |
| |
| |

4. Использование программной среды Matlab для решения задач условной оптимизации

| | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | { | | , | | } |
| | { | | , | | } |

| | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|
| | { | | , | | , | | , | | } |
| | { | | , | | } | | | | |
| | { | | } | | | | | | |
| | { | | } | | | | | | |

5. Использование программной среды Matlab для решения задач линейной и дискретной оптимизации.

1.

2.

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного индивидуального опроса; выполнения практических заданий, написание рефератов*; Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.