

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 15 » февраля 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат \_\_\_\_\_

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Семестр	Трудоемкость, зач. ед., час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс./зачет)
4	5, 180	18	18	18	81	Экс. – 45 час.
Итого	5, 180	18	18	18	81	Экс. – 45 час.

Владимир, 2016

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Методы оптимизации» являются:

Изучение математических методов и базовых алгоритмов оптимизации, используемых при исследовании операций, моделировании и проектировании сложных систем; освоение практики решения задач на ЭВМ с помощью современных пакетов прикладных программ. Теоретическая и практическая подготовка по применению математических методов обоснования и принятия управленческих и технических решений; приобретение навыков использования современных компьютерных и информационных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы оптимизации» входит в базовую часть учебного плана подготовки бакалавров по направлению 09.03.01 - «Информатика и вычислительная техника».

*Список дисциплин, знание которых необходимо для изучения курса данной дисциплины:*

Математика, Дискретная математика, Теория вероятностей и математическая статистика, Программирование.

*Список дисциплин, для изучения которых необходимы знания данного курса:*

Автоматизированное проектирование, Интеллектуальные системы, Выпускная квалификационная работа бакалавра.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате изучения дисциплины студенты должны:

*Изучить и исследовать в интерактивном режиме:* основные методы оптимизации и их компьютерные реализации.

(ОК-7)

*Знать:* общую теорию оптимизации, канонические модели, стандартные алгоритмы и их численную реализацию.

*Уметь:* использовать основные положения теории в практической работе по получению оптимальных решений, использовать Optimization Toolbox Matlab в качестве инструмента поиска оптимальных решений.

*Владеть:* Техникой эксперимента на ЭВМ.

(ПК-3)

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

### 4.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	Контр. раб, коллоквиумы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Основные понятия.	4	1-2	2	2	2		9		4 /67	
2	Безусловный экстремум функций многих переменных	4	3-4	2	2	2		9		4 /67	
3	Относительный экстремум функций многих переменных	4	5-6	2	2	2		9		4 /67	Рейтинг-контроль
4	Нелинейное программирование. Условия Куна-Такера.	4	7-8	2	2	2	+	9		4 /67	
5	Численные методы безусловной оптимизации. Методы нулевого, первого и второго порядка	4	9-10	2	2	2		9		4 /67	
6	Линейное программирование. Основы. Симплексный метод и алгоритм.	4	11-12	2	2	2		9		4 /67	Рейтинг-контроль
7	Линейное программирование. Теория двойственности. Параметрическое исследование решений.	4	13-14	2	2	2	+	9		4 /67	
8	Метод ветвей и границ. Задача коммивояжера.	4	15-16	2	2	2		9		4 /67	
9	Динамическое программирование	4	17-18	2	2	2		9		4 /67	Рейтинг-контроль
Всего 180				18	18	18		81		36 /67	Экзамен 45.

## 4.2. Содержание дисциплины

### Лекции

1. Введение. Основные понятия. Характеристика методов решения задач оптимизации и поддержка в Matlab.
2. Задача поиска экстремума и ее разновидности. Безусловный экстремум функций многих переменных.
3. Нелинейное программирование. Относительный экстремум функций многих переменных. Задача на экстремум. Метод множителей Лагранжа.
4. Нелинейное программирование.

Относительный экстремум при ограничениях-неравенствах. Свойства оптимальных решений. Условия и теорема Куна-Такера(УКТ).

Квадратичное программирование. Выпуклые функции. Задачи с квадратичной целевой функцией. Метод и алгоритм Била решения задачи квадратичного программирования.

**5. Численные методы безусловной оптимизации(ЧМБО).**

Постановка задачи. Классификация.

Методы нулевого порядка. Одномерный поиск. Минимаксная стратегия. Пассивный поиск. Дихотомия. Оптимальная стратегия. Числа Фибоначчи. Золотое сечение.

Методы первого порядка. Градиентные методы. Спуск с постоянным и переменным шагом. Метод наискорейшего спуска. Покоординатный спуск. Методы второго порядка. Метод Ньютона. Квазиньютоновские методы.

**6. Линейное программирование(ЛП).**

Основания. Постановка задачи линейного программирования. Канонические формы. Геометрическая интерпретация задачи ЛП. Линейная зависимость векторов, ранг, базис системы векторов. Прямая и плоскость в  $n$ -мерном пространстве. Выпуклое множество, выпуклая линейная комбинация, выпуклый многогранник, связь в нем внутренних и крайних точек.

Решение системы линейных уравнений(СЛУ). Метод Жордана-Гаусса( $n=m$ ). То же, но  $n>m$ . Матричная форма записи.

Симплексный метод. Свойства решений задачи ЛП. Теорема: целевая функция достигает оптимального значения в угловой точке. Метод решения задачи ЛП. Критерий оптимальности. Алгоритм симплексного метода. Проблема заикливания. Построение первоначального решения. Метод искусственного базиса.

Модифицированный симплексный метод(МСМ). Обоснование. Алгоритм.

**7. Теория двойственности. Двойственные задачи. Теория двойственности. Симметричные двойственные задачи. Двойственный СМ и алгоритм(ДСМ).**

Параметрическое исследование решений. Исследование при изменении коэффициентов  $c[j]$ . То же при изменении  $b[i]$ .

Целочисленное программирование(ЦП). Обоснование и метод решения. Алгоритм ЦП.

Транспортная задача линейного программирования. Метод потенциалов.

**8. Метод ветвей и границ(МВГ).**

Постановка задачи и метод решения(общая схема). Задача о комивояжере. Алгоритм. Сравнение МВГ и ДП.

**9. Динамическое программирование(ДП).**

Постановка задачи и ее геометрическая интерпретация. Принцип оптимальности и его применение. Вывод основного функционального уравнения. Численная реализация. Ограничения на ресурсы (объем памяти и время вычислений). Стратегия решения.

## **Практические занятия**

Темы занятий:

1. Динамическое программирование. Набор высоты самолетом. Расчет сетевого графика.
2. Метод ветвей и границ. Задача о комивояжере.
3. Одномерный поиск (методы нулевого порядка). Метод дихотомии. Оптимальная стратегия. Метод золотого сечения.
4. Методы первого и второго порядка (градиентные). Спуск с постоянным и переменным шагом. Наискорейший спуск. Покоординатный спуск. Методы второго порядка.
5. Абсолютный экстремум функции многих переменных. Относительный экстремум, метод множителей Лагранжа.
6. ОЭ с использованием условий Куна-Такера.
- 7,8. Квадратичное программирование. Метод Била.

- 9, 10. Линейное программирование. Приведение задачи ЛП к канонической форме. Геометрическое решение. Решение СЛУ методом Жордана-Гаусса.
11. ЛП. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.
12. Модифицированный симплексный метод (МСМ).
13. Теория двойственности. Алгоритм ДСМ.
14. Параметрическое исследование решений.
15. Целочисленное программирование.
16. Транспортная задача. Закрытая модель. Открытая модель.

Проведение занятий предусматривается в компьютерном классе, ориентировано на интерактивное использование пакета Matlab, с обязательным решением задач и исследованием решений во время практических занятий.

### **Лабораторные работы**

Содержание занятий - выполнение на ЭВМ типовых задач оптимизации

Темы занятий:

1. Динамическое программирование.
2. Метод ветвей и границ.
3. Численные методы безусловной оптимизации.
4. Методы 2-го порядка
5. Численные методы условной оптимизации
6. Линейное программирование. Симплексный метод и алгоритм.
7. Линейное программирование. Двойственный СМ и алгоритм.
8. Целочисленное программирование.
9. Транспортная задача.

Лабораторные работы выполняются на ЭВМ, оснащенных необходимым программным обеспечением (Matlab + Optimization toolbox). Подготовка к занятиям (СРС) выполняется дома. Она заключается в изучении теории? написании, отладке программ для ЭВМ. В лаборатории студент показывает домашнюю подготовку, выполняет исследование изучаемых методов на программной модели, модернизирует ее, составляет отчет и защищает его у преподавателя.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

- Проблемно-ориентированное изложение лекционного материала с использованием мультимедийных технологий.

- Практические занятия проходят в мультимедийной аудитории, оснащенной компьютерами на рабочих местах. На каждом из них установлен пакет МАТЛАБ с необходимыми Тулбоксами. Это дает преподавателю возможность организовать и использовать активные и интерактивные формы обучения. Студенты получают возможность немедленно выполнить задание, посмотреть результаты, исследовать множество решений.

Объем аудиторных занятий, проводимых с использованием интерактивных форм, составляет большую часть практических занятий и все лабораторные.

Насыщенность курса новыми для студента материалами предполагает интенсивную самостоятельную работу. *Самостоятельная работа* включает домашнюю работу с лекционными материалами с целью расширения и углубления теоретических знаний, выполнение заданий к практическим и лабораторным, подготовку к предусмотренным

планом контрольными работами. По основным темам предусмотрена работа в Интернет и выполнение заданий на компьютере.

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций:

- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается в поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме, анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях и семинарах.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости: оценка работы студента на практических занятиях: контроль выполнения домашних заданий и устный опрос.

6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины - рейтинг-контроль.

*Темы контрольных работ рейтинг контроля:*

1. Классические методы и алгоритмы безусловной и условной оптимизации (в том числе функций многих переменных).
2. Общая задача нелинейного программирования. Условия Куна-Такера.
3. Численные методы безусловной оптимизации.
4. Методы и алгоритмы линейного программирования.
5. Линейное программирование. Теория двойственности
6. Методы и алгоритмы динамического программирования.

6.3. *Самостоятельная работа студентов*

СРС направлена на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в работе магистров с материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме, выполнении домашних заданий, переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, изучении теоретического материала к практическим занятиям, подготовке к контрольным мероприятиям и экзамену.

Каждый студент составляет отчет по темам практических занятий и СРС. Учебно-методические материалы СРС размещены на сайте <http://matlab.exponenta.ru/optimiz/index.php>

### **Темы самостоятельной работы студентов:**

1. Динамическое программирование. Набор высоты самолетом. Расчет сетевого графика.
2. Метод ветвей и границ. Задача о комивояжере.
3. Одномерный поиск (методы нулевого порядка). Метод дихотомии. Оптимальная стратегия. Метод золотого сечения.
4. Методы первого и второго порядка (градиентные). Спуск с постоянным и переменным шагом. Наискорейший спуск. Покоординатный спуск. Методы второго порядка.
5. Абсолютный экстремума функции многих переменных. Относительный экстремум, метод множителей Лагранжа.
6. ОЭ с использованием условий Куна-Такера.
- 7,8.. Квадратичное программирование. Метод Била.
- 9, 10. Линейное программирование. Приведение задачи ЛП к канонической форме. Геометрическое решение. Решение СЛУ методом Жордана-Гаусса.
11. ЛП. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.
12. Модифицированный симплексный метод (МСМ).
13. Теория двойственности. Алгоритм ДСМ.
14. Параметрическое исследование решений.
15. Целочисленное программирование.
16. Транспортная задача. Закрытая модель. Открытая модель.

#### *6.4. Экзаменационные вопросы*

1. Динамическое программирование.
2. Метод ветвей и границ.
3. Одномерный поиск (методы нулевого порядка). Метод дихотомии. Оптимальная стратегия. Метод золотого сечения.
4. Методы первого и второго порядка (градиентные). Спуск с постоянным и переменным шагом. Наискорейший спуск. Покоординатный спуск. Методы второго порядка.
5. Абсолютный экстремума функции многих переменных.
6. Относительный экстремум, метод множителей Лагранжа.
7. Общая задача нелинейного программирования. Условия Куна-Такера
- 8.. Квадратичное программирование. Метод Била.
9. Линейное программирование. Приведение задачи ЛП к канонической форме. Геометрическое решение. Решение СЛУ методом Жордана-Гаусса.
10. ЛП. Симплексный метод. Метод искусственного базиса.
11. Модифицированный симплексный метод (МСМ).
12. Теория двойственности. Алгоритм ДСМ.
13. Параметрическое исследование решений.
14. Целочисленное программирование.
15. Транспортная задача. Закрытая модель. Открытая модель.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) Основная литература:

1. Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Сеславин А.И., Сеславина Е.А. - М. : УМЦ ЖДТ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358271.html>
2. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач [Электронный ресурс] / Струченков В.И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591814.html>
3. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация [Электронный ресурс] / Г.М. Островский, Ю.М. Волин. - М. : БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325443.html>

### б) Дополнительная литература:

1. Методы оптимизации в прикладных задачах. [Электронный ресурс] / Струченков В. И. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913590619.html>
2. Введение в методы оптимизации [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М. : Финансы и статистика, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279032518.html>
3. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс]: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / Пантелеев А.В. - М. : Логос, 2011. - (Новая университетская библиотека). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045404.html>
4. Методы оптимизации: Книга 1 [Электронный ресурс] / Васильев Ф.П.- Новое изд., перераб. и доп. - М.: МЦНМО, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940577072.html>
5. Методы оптимальных решений. В 2т. Т. 1 [Электронный ресурс] / Соколов А.В., Токарев В.В. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113991.html>
6. Методы оптимальных решений. В 2т. Т. 2 [Электронный ресурс] / Токарев В.В. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114004.html>

### в) Интернет-ресурсы:

1. <http://matlab.exponenta.ru/> - образовательный математический сайт.
2. <http://window.edu.ru/> - единое окно доступа к образовательным ресурсам.
3. <http://www.intuit.ru/> - интернет университет информационных технологий.

Коммуникационное обеспечение учебного процесса включает локальные вычислительные сети с выходом в Интернет.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование.

При проведении лекций и практических занятий используются специализированные аудитории кафедры вычислительной техники, оснащенные мультимедиа-средствами и ЭВМ. Используются электронные презентационные материалы.

8.2. Программное обеспечение

Математический пакет MATLAB и Optimization toolbox.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

Рабочую программу составил к.т.н., профессор кафедры ВТ  В.Ф. Жирков  
(подпись, ФИО)

Рецензент:  
к.т.н., доцент кафедры ВТ  А.С. Меркутов

Рецензент:  
Ведущий инженер-программист встраиваемых систем ЗАО "Синтезол" к.т.н.  Г.А. Лобачев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Вычислительная техника  
Протокол № 6 от 15 февраля 2016 года

Заведующий кафедрой  В.Н.Ланцов  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника»

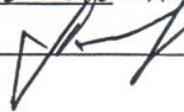
Протокол № 1 от 15 февраля 2016 года  
Председатель комиссии  В.Н.Ланцов  
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 30.08.16 года

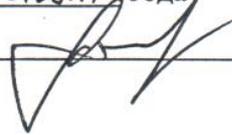
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 6.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 14.09.18 года

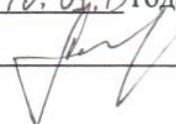
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_