

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.09.2023 13:53:17  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
И.Г. Игнатова  
«27» 11 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Методы оптимизации»

Направление подготовки – 09.04.01. «Информатика и вычислительная техника»  
Направленность (профиль) - «Встраиваемые системы: от устройств IoT до робототехнических систем»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции, формируемые в дисциплине	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
<b>ОПК-1</b> Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	<b>ОПК-1.МО.</b> Способен приобретать, развивать и комплексировать знания и умения при решении задач оптимизации	<b>Знания</b> основных алгоритмов решения одно и многомерных задач. <b>Умения</b> проводить постановку задачи оптимизации, проводить сравнительный анализ основных методов решения. <b>Опыт</b> проведения исследований, представления и анализа их результатов.
<b>ОПК-4</b> Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований информационных и автоматизированных систем	<b>ОПК-4.МО.</b> Способен применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знания</b> методов формализации задач оптимизации при решении практических задач <b>Умения</b> выбирать и обосновывать методы решения задач оптимизации. <b>Опыт</b> проектной работы, включающей постановку, выбор и реализация решения прикладной задачи оптимизации

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине - владение основами линейной алгебры, математического анализа и математического моделирования.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	1	4	144	16	-	16	112	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Минимизация функций одной переменной	6	-	6	39	Выполнение практической работы №1 Рубежное тестирование
2. Минимизация функций многих переменных	10	-	10	73	Выполнение практической работы №2
					Выполнение практической работы №3
					Итоговое тестирование
					Защита проектного задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Предмет методов оптимизации. Основные понятия. Унимодальные, выпуклые функции. Условие Липшица.
	2	2	Одномерная минимизация функций. Прямые методы. Одномерная минимизация функций.
	3	2	Методы, использующие информацию о производных целевой функции.
2	4	2	Постановка задачи оптимизации функции многих переменных.

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Общие принципы многомерной минимизации.
	5	2	Методы градиентного и наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов и метод Ньютона.
	6	2	Прямые методы минимизации функции многих переменных. Метод поиска по шаблону, Симплекс-метод, Метод Нелдера-Мида.
	7	2	Необходимые и достаточные условия условного экстремума.
	8	2	Эвристические алгоритмы оптимизации. Метод имитации отжига, Генетический алгоритм.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1	6	6	<b>Одномерная минимизация.</b> Прямые методы минимизации функции одной переменной. Методы минимизации функции одной переменной, использующие информацию о производных целевой функции.
2	2	6	<b>Многомерная минимизация.</b> Градиентные методы минимизации функции многих переменных. Прямые методы минимизации функции многих переменных.
	3	4	<b>Эвристические и эволюционные методы</b> поиска безусловного минимума метод имитации отжига, генетические алгоритмы минимизации.

#### 4.3. Лабораторные работы

*Не предусмотрены*

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций «Предмет методов оптимизации. Основные понятия. Унимодальные, выпуклые функции. Условие Липшица»
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Одномерная минимизация функций. Прямые методы. Одномерная минимизация функций.
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Методы, использующие информацию о производных целевой функции
	5	Подготовка к сдаче практической работы №1
	4	Работа над ошибками в практической работе и №1
	6	Подготовка к сдаче рубежного тестирования
2	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Постановка задачи оптимизации функции многих переменных. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Общие принципы многомерной минимизации.
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Методы градиентного и наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов и метод Ньютона.
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Прямые методы минимизации функции многих переменных. Метод поиска по шаблону, Симплекс-метод, Метод Нелдера-Мида.
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Необходимые и достаточные условия условного экстремума.
	8	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети интернет по темам лекций Эвристические алгоритмы оптимизации. Метод имитации отжига, Генетический алгоритм.
	5	Подготовка к сдаче практической работы №2
	4	Работа над ошибками в практической работе и №2
	5	Подготовка к сдаче практической работы №3
	4	Работа над ошибками в практической работе и №3
	7	Подготовка к сдаче итогового тестирования
	8	Подготовка к сдаче проектного задания

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

#### Общее

- ✓ Методические указания студентам по изучению дисциплины

#### Модуль 1 «Минимизация функций одной переменной»

- ✓ Материалы для самостоятельной работы над заданиями для подготовки к занятию № 1 (включают образцы контрольно-измерительных материалов, требования к результатам выполнения СРС, варианты вопросов и тексты заданий практических работ)
- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущей подготовки к практическому занятию (включает тексты лекций 1–3)
- ✓ Материалы для самостоятельной работы над проектным заданием (включают в себя формулировки заданий и требования к их исполнению)

#### Модуль 2 «Минимизация функций многих переменных»

- ✓ Материалы для самостоятельной работы над заданиями для подготовки к практическим занятиям № 2–3 (включают в себя формулировки заданий и требования к их исполнению, требования к результатам выполнения СРС, варианты вопросов и тексты практических заданий)
- ✓ Материалы для самостоятельного изучения теории в рамках выполнения текущей подготовки к практическому занятию (включает тексты лекций 4–8)

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Лесин В. В. Основы методов оптимизации: учебное пособие / Лесин В. В., Лисовец Ю. П. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2011. — 342 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/86017>
2. Гончаров В.А. Методы оптимизации: Учеб. пособие / Гончаров В.А.. - М. : Высшее образование, 2009. - 191 с. - (Основы наук). - Изд. выполнено в рамках инновац. образоват. программы МИЭТ "Соврем. проф. образование для рос. инновац. системы в области электроники".
3. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: Учеб. пособие / Пантелеев А.В., Летова Т.А. - 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2005. - 544 с. - (Прикладная математика для вузов).
4. Сборник задач по математике для ВТУЗов.: Учеб. пособие для втузов: В 4-х ч.. Ч. 3: [Векторный анализ; Ряды и их применение; Теория функций комплексной переменной; Операционное исчисление; Интегральные уравнения; Уравнения в частных производных; Методы оптимизации] / Ефимов А.В. [и др.] ; Под ред. А.В. Ефимова, А.С. Поспелова. – 5-е изд., перераб. - М.: Физматлит, 2009. - 544 с.

### Периодические издания

1. МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: научно-практический журнал / Воронежский институт высоких технологий. – Воронежский институт высоких технологий, 2013 - . - URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=38737> (дата обращения 02.11.2020). – Режим доступа – свободный; - ISSN 2310-6018. – Текст: электронный
2. ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ: научный журнал / Российская академия наук, Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН. - РАН, 1961 - . - URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=zvmmf&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=zvmmf&option_lang=rus) (дата обращения: 18.03.2020). - ISSN 0044-4669 (print).

### 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 05.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 06.04.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

### 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется **смешанное обучение**.

Обучение может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Применяется модель «перевернутый класс». Учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. На практическом занятии проверяются и дополняются полученные знания с использованием докладов, дискуссий и обсуждений. Работа поводится по следующей схеме:

- СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего или внутреннего ресурса: записи видеолекции, темы онлайн-курса, тестирование);
- аудиторная работа (практическое занятие с представлением и обсуждением выполненной работы, разбор ошибок при тестировании);
- обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Важной частью учебного процесса является выполнение группового проектного задания. Примерные темы:

1. Применение алгоритмов оптимизации для решения производственной задачи.
2. Решение распределительной задачи с однородными ресурсами.
3. Динамическая задача управления запасами.
4. Решение транспортной задачи с дополнительными условиями.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС. Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: Discord, Trello, раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах видеолекций (Discord).

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах:

Электронных сервисов

1. Математическое программирование и методы оптимизации. Решение задач линейного программирования, транспортных задач, динамическое программирование и т.д.  
URL: <https://www.cyberforum.ru/optimization-methods/> (дата обращения: 02.11.2020).
2. Математический форум Math Help Planet .  
URL: <http://mathhelpplanet.com/viewforum.php?f=42> (дата обращения: 02.11.2020).
3. Сообщество Экспонента.  
URL: <https://hub.exponenta.ru/> (дата обращения: 02.11.2020).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс	Системный блок Intel Core i5, монитор TFT 21,5" AOC i2269Vw	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB, Octave, Python
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC MATLAB, Octave, Python

#### **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ОПК-1.МО Способен приобретать, развивать и комплексировать знания и умения при решении задач оптимизации

ФОС по подкомпетенции ОПК-4.МО Способен применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Учебный план курса «Методы оптимизации» состоит из 8 лекций, 8 практических занятий. В течение семестра группой студентов реализуется проектное задание, включающее пояснительную записку, содержащую в себе главы по основным этапам выполнения работы, презентационные материалы и результаты тестирования работы разработанных алгоритмов.

Все содержание дисциплины разбито на 2 модуля, каждый из которых является логически завершённой частью курса. Почти каждая лекция соответствует части определённого практического занятия, которую надо выполнить и сдать. Теоретический материал, изложенный на лекции, является максимально приближенным к конкретному способу выполнения занятия. Поэтому у большинства аудитории изложенный материал вызывает высокую личную заинтересованность.

Кроме того, при наличии пособий и электронного варианта лекций имеется возможность не просто рассказывать предмет, а около 50% времени посвящать живым комментариям о сущности реализации и особенностях предмета, пробуждать мысль и дальнейший интерес студентов риторическими вопросами, контрвопросами, на которые лучшие студенты групп часто отвечают правильно. Это также пробуждает мысль во всей аудитории. Многие студенты используют напечатанный вариант лекций или его электронный носитель во время лекции.

Способ подачи материала, основанный на использовании электронного конспекта лекций, по сравнению с использованием презентации или полным выводом всех результатов на лекции позволяет более подробно осветить интересующие студентов темы, в том числе применение рассмотренных методов, и проблемы, возникающие при их реализации. Кроме того, этот способ представления материала делает лекции уникальными, приспособленными к требованиям аудитории.

Характерной особенностью является сжатость представления материала, что позволяет твердо усвоить обязательный минимум знаний, необходимый для применения полученных навыков в практической деятельности.

Для того чтобы иметь возможность быстрее ориентироваться в потоке вопросов и ответов в ограниченное время практических занятий, а также подобрать соответствующие подходы к каждой группе студентов или к каждому студенту лично, перед семестром происходит знакомство со студентами: собираются оценки их успеваемости по математическим дисциплинам в прошлом семестре.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 45 баллов), проектного задания (в сумме 45 баллов), активность в семестре (в сумме 10 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема

начисления баллов представлена в журнале успеваемости на платформе ОРИОКС <http://www.rpk.miet.ru>.

Для освоения курса «Методы оптимизации» в программе предусмотрено 16 часов практических работ, поскольку работа у компьютера является самым важным компонентом освоения курса «Методы оптимизации». Недостающие часы аудиторных занятий частично компенсируются дополнительными занятиями. Эти занятия проводятся в часы консультаций и являются необязательными для посещения.

В конце семестра проводится тестирование, которое показывает уровень знаний студентов. Так же в конце семестра проводится сдача проектных заданий. На основе результатов тестирования и проектного задания ставятся отметки по зачёту.

При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому практическому занятию установлено минимальное засчитываемое число баллов, соответствующее усвоению дисциплины на базовом уровне.

2) Если балл, полученный за вовремя сданное практическое занятие, не устраивает студента, он может после сдачи оставшихся работ исправить и вновь сдать практическое задание работу (и получить повышенную оценку).

3) Проектное задание сдаётся не позднее начала зачётной недели и не может быть переделано.

3) Итоговое тестирование можно переписать только во время зачётной недели.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8, 9 – 12, 13 – 16 учебных недель.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м.н.



/ Б.В. Васекин /

Рабочая программа дисциплины «Методы оптимизации» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) «Встраиваемые системы: от устройств IoT до робототехнических систем», разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры ВМ-1 <sup>10.11.</sup>2020 года, протокол № 3

Заведующий кафедрой ВМ-1



/Прокофьев А.А./

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Институтом микроприборов и систем управления

Зам. директора Института МПСУ



/Калеев Д.В./

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/Никulina И.М./

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/Филиппова Т.П./