

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 18.07.2023 17:12:32  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Системы искусственного интел-  
лекта»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

по профилю

**«Системы искусственного интеллекта»**

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.т.н., доцент Мальцева Н.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ  
20.09.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 29.09.2022, протокол № 7

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	5
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	56
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»**

Дисциплина «Методы оптимизации» посвящена вопросам постановки задач оптимизации и численных методов их решения. Рассматривается широкий круг математических аспектов оптимизации: безусловная минимизация функций, задачи выпуклого и линейного программирования, классического вариационного исчисления. Большое внимание уделено построению численных методов решения задач оптимизации и описанию алгоритмов их реализации.

### **SUBJECT SUMMARY «OPTIMIZATION METHODS»**

The discipline "methods of optimization" is devoted to the issues of setting goals optimization and numerical methods for solving them. We consider a wide range of mathematical aspects of optimization: no-conditional minimization of functions of a convex and linear programming, the classical calculus of variations. Much attention is paid to the construction of numerical methods for solving optimization problems and describing algorithms for their implementation.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является изучение: основных понятий теории выпуклого анализа, предполагающей знание математического программирования, вариационного исчисления, минимизации функций; постановки задач выпуклого, линейного и нелинейного программирования, вариационного исчисления; получение практических навыков в применении методов решения типовых задач указанных областей.

2. Задачи дисциплины: формирование: умения применять методы условной и безусловной минимизации функций; умения решать стандартные задачи безусловной минимизации функций, анализировать полученные результаты решения практических задач на количественном и качественном уровне; умения решать задачи математического программирования и вариационного исчисления.

3. Изучение: основных понятий теории выпуклого анализа, предполагающей знание математического программирования, вариационного исчисления, минимизации функций;– постановки задач выпуклого, линейного и нелинейного программирования, вариационного исчисления;– методов решения типовых задач указанных областей.

4. Формирование: умения применять методы условной и безусловной минимизации функций;– умения решать стандартные задачи безусловной минимизации функций, анализировать полученные результаты решения практических задач на количественном и качественном уровне;– умения решать задачи математического программирования и вариационного исчисления.

5. Освоение: методики решения основных типов оптимизационных задач;– навыков применения методов решения задач оптимизации.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»
2. «Информатика»
3. «Информационные технологии»
4. «Алгоритмы и структуры данных»
5. «Вычислительная математика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Введение в машинное обучение»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
<i>ОПК-3.3</i>	<i>Имеет навыки применения и модификации математических моделей для решения задач в области профессиональной деятельности</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Тема 1. Минимизация функций	8	4		5
3	Тема 2. Некоторые сведения из выпуклого анализа	8	4		5
4	Тема 3. Математическое программирование	8	4		6
5	Тема 4. Основы вариационного исчисления	8	5		5
6	Заключение	1		1	35
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Краткие сведения о становлении и развитии областей науки, объединенных названием «Методы оптимизации»
2	Тема 1. Минимизация функций	Релаксационные методы. Скорость сходимости релаксационного метода. Градиентный метод с дроблением шага. Метод наискорейшего спуска. Овражный метод. Метод Ньютона. Квазиньютоновы методы
3	Тема 2. Некоторые сведения из выпуклого анализа	Выпуклые функции и выпуклые множества; их свойства. Теоремы отделимости. Теоремы двойственности. Крайние точки. Теорема Крейна-Мильмана
4	Тема 3. Математическое программирование	Задача линейного программирования; каноническая и основная форма задачи. Геометрическая интерпретация. Симплексный метод. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна-Таккера. Двойственность в задачах выпуклого программирования
5	Тема 4. Основы вариационного исчисления	Основные понятия. Задача Больца. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Задача классического вариационного исчисления. Изопериметрическая задача. Задачи со старшими производными. Уравнение Эйлера-Пуассона
6	Заключение	Подведение итогов изучения дисциплины. Перспективы развития

## **4.2 Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

## **4.3 Перечень практических занятий**

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Безусловная минимизация функций различными методами.	4
2. Выпуклые множества, выпуклые функции.	4
3. Графическое решение задач линейного программирования.	4
4. Решение задач классического вариационного исчисления.	5
Итого	17

## **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

## **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

## **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

## **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

## **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	21
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>56</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Измаилов, Алексей Феридович. Численные методы оптимизации [Текст] : [Учеб. пособие] / А.Ф. Измаилов, М.В. Солодов, 2003. -300 с	26
2	Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс], 2015. -512 с.	неогр
3	ЛП-поиск в задачах оптимизации [Текст] : метод. указания к практическим занятиям по курсу "Методы оптимизации" / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2002. -32 с.	206
4	Балтрашевич, Владимир Эдуардович. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. Э. Балтрашевич, Н. Е. Барбанов, 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Галеев, Эльфат Михайлович. Краткий курс теории экстремальных задач [Текст] : [Учеб. пособие для вузов по специальности "Математика"] / Э.М.Галеев, В.М.Тихомиров, 1989. -203 с.	14
2	Сухарев, Алексей Григорьевич. Курс методов оптимизации [Текст] / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров, 1986. -325, [1] с.	10
3	Поляк, Борис Теодорович. Введение в оптимизацию [Текст] / Б. Т. Поляк, 1983. -384 с.	13

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	А.В. Плясунов Методы оптимизации. Курс лекций <a href="http://www.math.nsc.ru/LBRT/k5/mo.html">http://www.math.nsc.ru/LBRT/k5/mo.html</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10624>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Методы оптимизации» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, выполнившие 4 практические работы и защитившие их на отметку "зачтено".

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Минимизация функций
2	Релаксационные методы
3	Скорость сходимости релаксационного метода
4	Градиентный метод с дроблением шага
5	Метод наискорейшего спуска
6	Овражный метод
7	Метод Ньютона
8	Квазиньютоновы методы
9	Выпуклые функции и выпуклые множества; их свойства
10	Теоремы отделимости
11	Теоремы двойственности
12	Крайние точки
13	Задача линейного программирования; каноническая и основная форма задачи
14	Задача выпуклого программирования
15	Теорема Куна-Таккера

### Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Методы оптимизации** ФКТИ

1. Скорость сходимости релаксационного метода.

2. Задача выпуклого программирования.

3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

### **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

#### **Примеры задач на экзамене**

1. С помощью классического метода найти точки минимума функций:

a)  $f(x) = x_1^3 + x_2^3 - 3x_1x_2$

b)  $f(x) = 2x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2x_3 + 6x_1 + 6x_2 + 6x_3$

2. Проверить, что точки  $(0,3,1)$ ,  $(0,1,-1)$ ,  $(1,2,0)$ ,  $(2,1,1)$  и  $(2,3,-1)$  являются стационарными точками функции  $f(x) = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2x_3 - 4x_1x_3 - 2x_2x_3 - 2x_1 - 4x_2 + 4x_3$ .

Найти точки минимума этой функции, используя достаточное условие минимума.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 1. Минимизация функций	
2		
3		
4		Практическая работа
5	Тема 2. Некоторые сведения из выпуклого анализа	
6		
7		
8		Практическая работа
9	Тема 3. Математическое программирование	
10		
11		
12		Практическая работа
13	Тема 4. Основы вариационного исчисления	
14		
15		
16		
17		Практическая работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя:

– контроль посещаемости (не менее 80% занятий).

#### на практических занятиях

В процессе обучения по дисциплине студент обязан выполнить и успешно защитить 4 практические работы. Под выполнением работ подразумевается подготовка к работе, выполнение задания, подготовка отчета и его защита. Отчет оформляется после выполнения задания и представляется преподавателю на проверку в электронном виде. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо допускается к защите.

Работы защищаются студентами индивидуально во время занятий. На защите студент должен показать: понимание постановки задачи, подхода к ее

решению, умение объяснять ход решения, выбор тех или иных методик решения задачи. Преподаватель задает вопросы, позволяющие определить глубину понимания теоретического материала, который лежит в основе решения задачи практической работы, а также самостоятельность ее выполнения.

Критерии оценивания практических работ: «не зачтено» - ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и в использовании терминологии; «зачтено» ставится, если продемонстрировано усвоение основного содержания материала, работа выполнена полностью, самостоятельно и оформлена в соответствии с требованиями.

#### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на осуществляется на лекционных, практических занятиях по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных персональными IBM-совместимыми компьютерами Pentium или выше в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, IBM-совместимый компьютер Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Linux Альт Образование 10 и выше; 2) P7-Офис 7 и выше либо LibreOffice 7 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>