

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 20.03.2023 10:32:52
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Компьютерное моделирование
и проектирование»



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

«НЕПРЕРЫВНЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю

«Компьютерное моделирование и проектирование»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Каримов А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САПР
21.12.2021, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	САПР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	5
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«НЕПРЕРЫВНЫЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ»

Дисциплина «Непрерывные методы оптимизации» ориентирована на изучение фундаментальных положений теории оптимизации, современных проблем разработки алгоритмов и программ решения экстремальных задач при реализации конкретных проектных и производственных задач, включая рассмотрение технологии разработки оптимизационных программ.

SUBJECT SUMMARY

«CONTINUOUS OPTIMIZATION METHODS»

The discipline «Continuous optimization techniques» is focused on the study of the fundamental principles of optimization theory, advanced algorithm development and problem solving extreme problems with the implementation of specific programs, design and production tasks, including consideration of the development of technology optimization software.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является:

- изучение методов и алгоритмов оптимизации одномерных и многомерных задач;
- формирование навыков разработки оптимизационных программ, учитывающих вычислительные аспекты алгоритмов поиска оптимальных решений;
- освоение умений формализации оптимизационных задач и средств разработки, закрепление знаний об области применения программ оптимального поиска.

2. Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение методов постановки и решения задач параметрической оптимизации, особенностей построения современных программ и систем оптимизации, а также технологий принятия проектных решений;
- формирование знаний и умений разработки оптимальных программ, учитывающих вычислительные аспекты алгоритмов поиска проектных решений;
- освоение способов формализации оптимальных задач, навыков разработки и применения программ оптимального поиска.

3. Знания:

- о началах анализа;
- об универсальных методах оптимизации функций, заданных на множествах непрерывных величин;
- Python.

4. Умения:

- сформулировать целевую функцию оптимизации по математическому описанию;

-запрограммировать метод оптимизации по текстовому описанию.

5. Навыки:

-программирования;

-формализации, программирование программ, использующих сложные математические концепты.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»
2. «Информационные технологии»
3. «Алгоритмы и структуры данных»
4. «Программирование»
5. «Математический анализ»
6. «Алгебра и геометрия»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Моделирование непрерывных систем»
2. «Автоматизация конструкторского проектирования»
3. «Инженерный документооборот»
4. «Автоматизация схемотехнического проектирования»

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен осуществлять проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы
<i>ПК-1.2</i>	<i>Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок</i>
СПК-1	Способен разрабатывать компоненты автоматизированных систем, используя современные инструментальные средства и технологии программирования
<i>СПК-1.2</i>	<i>Умеет проектировать компоненты автоматизированных систем и сопрягать их с существующими системами автоматизированного проектирования</i>
<i>СПК-1.3</i>	<i>Владеет инструментальными средствами разработки и отладки компонентов автоматизированных систем</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	0	0	0
2	Тема 1. Основы языка Python	1	1	0	3
3	Тема 2. Начала анализа, векторные пространства	2	2	0	6
4	Тема 3. Стационарные точки, ряд Тейлора, квадратичные формы	3	4	0	9
5	Тема 4. Одномерная оптимизация	6	6	0	12
6	Тема 5. Методы оптимизации первого порядка	6	6	0	12
7	Тема 6. Методы оптимизации второго порядка	8	9	0	15
8	Тема 7. Методы оптимизации нулевого порядка	6	6	0	12
9	Заключение	1	0	1	6
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет курса и его задачи. Структура, содержание курса, его связь с предшествующими и последующими курсами. Значение и место курса в процессе подготовки специалистов по системам автоматизированного проектирования. Математические модели оптимизационных задач проектирования. Многокритериальные задачи проектирования. Классификация методов поиска.
2	Тема 1. Основы языка Python	Особенности языка Python для практического применения в задачах оптимизации.
3	Тема 2. Начала анализа, векторные пространства	Классическая задача условной оптимизации. Метод множителей Лагранжа для задач нелинейного проектирования (НЛП) с ограничениями-равенствами. Интерпретация множителей Лагранжа. Понятие о седловой точке функции Лагранжа. Условия оптимальности Куна-Таккера, их математический смысл и применения.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Стационарные точки, ряд Тейлора, квадратичные формы	Разложение функции многих переменных в ряд Тейлора. Необходимые и достаточные условия локального экстремума при отсутствии ограничений. Свойства квадратичных функций. Математические способы исследования характера квадратичной формы.
5	Тема 4. Одномерная оптимизация	Унимодальность. Метод дихотомического поиска. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения. Метод Больцано. Методы полиномиальной интерполяции. Метод Пауэлла. Кубическая интерполяция. Комбинированные стратегии. Сравнительная оценка методов.
6	Тема 5. Методы оптимизации первого порядка	Геометрическая интерпретация методов оптимизации. Направление убывания. Сходимость методов. Критерии окончания поиска. Выбор длины шага и условия оптимизации вдоль заданного направления. Метод Коши. Методы сопряженных градиентов. Метод градиентного спуска с ускорением. Численная аппроксимация градиентов. Сравнение методов.
7	Тема 6. Методы оптимизации второго порядка	Метод Ньютона. Метод Левенберга-Марквардта. Обобщенный метод Ньютона. Метод Гаусса-Ньютона. Методы Дэвидона-Флетчера-Пауэлла, Бройдена-Флетчера-Шенно. Квазиньютоновские методы с ограниченной памятью (L-BFGS).
8	Тема 7. Методы оптимизации нулевого порядка	Методы прямого поиска для функций многих переменных. Метод Хука-Дживса. Метод вращения системы координат (метод Розенброка). Симплексный метод Нелдера-Мида. Сравнительная оценка методов.
9	Заключение	Подведение итогов курса. Основные тенденции в развитии методов и задач оптимизации.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Метод дихотомии	2
2. Метод золотого сечения	2
3. Метод Ньютона	2
4. Метод секущих	2
5. Метод градиентного спуска	3
6. Метод наискорейшего спуска	3
7. Метод Ньютона для функции, определенной на векторном пространстве	3
8. Методы Барзилая-Борвейна	3

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
9. Метод Полака-Рибьера-Поляка	3
10. Метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла	4
11. Метод доверительных областей	4
12. Метод Нестерова	3
Итого	34

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 пройденно-

го 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	7
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	12
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
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
ИТОГО СРС	75

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 библи.
Основная литература		
1	Дмитревич, Геннадий Даниилович. Оптимизация проектных решений в дисплейном классе схемотехнического проектирования [Текст] : Учеб. пособие / Г.Д.Дмитревич, 1987. -79 с.	175
2	Ларичев, Олег Иванович. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах [Текст] : Учеб. для вузов / О.И.Ларичев, 2000. -295 с.	44
Дополнительная литература		
1	Батищев, Дмитрий Иванович. Методы оптимального проектирования [Текст] : Учебное пособие для радиотехн. спец. вузов / Д.И.Батищев, 1984. -248 с.	32
2	Пантелеев, Андрей Владимирович. Методы оптимизации в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Прикладная математика" / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова, 2015. -511 с.	неогр.
3	Колбин В. В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс], 2021. -384 с.	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	J. Nocedal, S. Wright. Numerical Optimization. Springer, New York, NY. 2006 [Электронный ресурс] https://www.csie.ntu.edu.tw/~r97002/temp/num_optimization.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11778>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Непрерывные методы оптимизации» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

К экзамену допускаются все студенты, получившие более 51 балла.

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

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Теория множеств. Основные понятия
2	Функция. Определение, примеры
3	Поле, пространство. Определение, виды
4	Критическая точка, экстремум, их виды и критерии
5	Задача оптимизации: постановка, способы решения, примеры
6	Численное дифференцирование и его применение в оптимизации
7	Виды критериев окончания поиска в оптимизации
8	Квадратичная форма, квадратичная функция, ряд Тейлора
9	Метод дихотомии
10	Метод золотого сечения
11	Метод трехточечного деления
12	Одномерный метод Ньютона
13	Метод секущих
14	Метод Мюллера
15	Метод обратной параболической интерполяции
16	Метод Брента-Деккера
17	Метод Фибоначчи
18	Метод градиентного спуска
19	Метод наискорейшего спуска
20	Метод Ньютона для многомерной задачи
21	Метод Левенберга-Марквардта
22	Метод Барзилая-Борвейна
23	Условия Вульфа, правило Армико
24	Метод ДФП
25	Метод БФГШ
26	Метод БФГШ с ограниченной памятью
27	Метод ускоренного градиентного спуска Нестерова
28	Метод Нестерова-Немировского
29	Овражные задачи
30	Методы сопряженных градиентов
31	Метод доверительных областей
32	Метод Dogleg
33	Метод Хука-Дживса

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 **Непрерывные методы оптимизации ФКТИ**

1. Теория множеств. Основные понятия.

2. Метод Нестерова-Немировского.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Н.Г.РЫЖОВ

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	Введение	
2	Тема 1. Основы языка Python Тема 2. Начала анализа, векторные пространства	Практическая работа
3	Тема 3. Стационарные точки, ряд Тейлора, квадратичные формы	Практическая работа
4	Тема 3. Стационарные точки, ряд Тейлора, квадратичные формы	Практическая работа
5	Тема 4. Одномерная оптимизация	
6		Практическая работа
7	Тема 4. Одномерная оптимизация	Практическая работа
8	Тема 5. Методы оптимизации первого порядка	
9		Практическая работа
10	Тема 5. Методы оптимизации первого порядка	Практическая работа
11	Тема 6. Методы оптимизации второго порядка	Практическая работа
12	Тема 6. Методы оптимизации второго порядка	
13		Практическая работа
14	Тема 6. Методы оптимизации второго порядка	Практическая работа
15	Тема 7. Методы оптимизации нулевого порядка	
16		Практическая работа
17	Тема 7. Методы оптимизации нулевого порядка Заключение	Практическая работа

6.4 Методика текущего контроля

1. Методика текущего контроля и оценивания знаний на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий), по результатам которого студент получает допуск к экзамену.

2. Методика текущего контроля и оценивания знаний на практических занятиях.

Порядок выполнения практических работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Непрерывные методы оптимизации» студент обязан выполнить 12 практических работ. Под выполнением ра-

бот подразумевается подготовка к занятиям, проведение работ, подготовка отчета и его защита. Выполнение работ студентами осуществляется индивидуально. Оформление отчета осуществляется в соответствии с правилами оформления студенческих работ. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Работы защищаются студентами индивидуально. На защите работы студент должен показать понимание решаемой задачи, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения, умение давать качественную и количественную оценку полученных результатов. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению практических работ. Текущий контроль включает в себя выполнение работ, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен.

3. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов 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, маркерная доска, проектор, ПК или ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, проектор, ПК или ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 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) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 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

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