

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 18.07.2023 17:26:35
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Энергоэффективные электро-
приводные системы»



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 И СРЕДСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В
ОБЛАСТИ**

ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

для подготовки магистров

по направлению

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по программе

«Энергоэффективные электроприводные системы»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

д.т.н., доцент Соловьева Е.Б.

старший преподаватель Соклакова М.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОЭ

14.03.2022, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФЭА, 16.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	1
Семестр	1
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	6
Практические занятия (академ. часов)	2
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	9
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	99
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Зачет (семестр)	1

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Дисциплина знакомит с базовыми методами оптимизации, имеющими прикладную направленность. Дисциплина тесно связана с задачами идентификации, моделирования и синтеза технических устройств, которые решаются путем минимизации погрешностей аппроксимации. Универсальными аппроксиматорами являются системы уравнений разного типа (дифференциальные, разностные, линейные, нелинейные и т.д.), функциональные ряды, регрессионные структуры и нейронные сети. Изучаются методы безусловной и условной оптимизаций. Рассматриваются методы низкого и высокого порядков, одномерная и многомерная оптимизации. Основное внимание уделяется вычислительным аспектам, связанным с описанием численных методов и построением алгоритмов их реализации, в частности, в пакете MATLAB

SUBJECT SUMMARY

«METHODS AND TOOLS OF MATHEMATICAL OPTIMIZATION IN THE FIELD OF TECHNICAL SYSTEMS»

The discipline introduces basic optimization techniques, that is of practical importance. As the discipline is closely related to the identification, modeling and synthesis of technical devices, which are solved by minimizing the approximation errors. The different types of equation systems (differential, difference, linear, non-linear and etc.), functional series, regression structures, and neural networks are universal approximators. The methods of unconditional and conditional optimization are studied. Methods of low and high order, one-dimensional and multidimensional optimizations are considered. The focus is on computational aspects related to the

description of numerical methods and the construction of algorithms for their implementation, in particular in the MATLAB software

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины – получение знаний основных математических методов решения оптимизационных задач, приобретение навыков математической формализации экстремальных прикладных задач электроэнергетики.
2. Задачи освоения курса: формирование оптимизационного мышления; овладение основными понятиями теории оптимизации; овладение основными идеями и методами теории оптимизации для задач разного класса; приобретение навыков работы в современных математических программных пакетах, облегчающих решение оптимизационных задач.
3. В результате освоения дисциплины студент должен приобрести знания основных методов решения конечномерных и многокритериальных задач оптимизации, а также методов принятия решений в условиях неопределенности.
4. В результате изучения дисциплины студент должен приобрести умение интерпретировать реальные задачи как задачи оптимизации, записывать их формальную математическую постановку, выбирать методы решения.
5. В результате изучения дисциплины студент должен владеть навыками решения задачи оптимального распределения нагрузки между потребителями симплексным методом, исследование сходимости градиентных методов.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении программы бакалавриата или специалитета.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Учебная практика (ознакомительная практика)»

2. «Моделирование изначально сложных систем»
3. «Производственная практика (научно-исследовательская работа)»
4. «Производственная практика (преддипломная практика)»

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
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-2.1	<i>Формулирует в рамках обозначенной проблемы цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения</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			9
2	Численные методы безусловной оптимизации. Методы нулевого порядка	1			10
3	Численные методы безусловной оптимизации. Методы первого порядка	1			20
4	Численные методы безусловной оптимизации. Методы второго порядка	1	1		20
5	Численные методы условной оптимизации. Методы последовательной безусловной минимизации	1			20
6	Численные методы условной оптимизации. Методы возможных направлений	1	1	1	20
	Итого, ач	6	2	1	99
	Из них ач на контроль	0	0	0	4
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Постановка задачи оптимизации и основные положения. Необходимые и достаточные условия безусловного экстремума. Необходимые и достаточные условия условного экстремума
2	Численные методы безусловной оптимизации. Методы нулевого порядка	Методы одномерной минимизации (метод равномерного поиска, метод деления интервала пополам, метод дихотомии, метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод квадратичной интерполяции). Метод Розенброка. Метод сопряженных направлений. Методы случайного поиска
3	Численные методы безусловной оптимизации. Методы первого порядка	Градиентные методы (метод градиентного спуска, метод наискорейшего спуска, метод сопряженных градиентов). Метод Гаусса–Зейделя. Метод Флетчера–Ривса. Метод Дэвидона–Флетчера–Пауэлла. Метод кубической интерполяции
4	Численные методы безусловной оптимизации. Методы второго порядка	Метод Ньютона. Метод Ньютона–Рафсона. Метод Марквардта

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Численные методы условной оптимизации. Методы последовательной безусловной минимизации	Методы штрафов и штрафных функций. Метод барьерных функций. Метод множителей
6	Численные методы условной оптимизации. Методы возможных направлений	Метод проекции градиента. Метод Зойтендейка

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Численные методы безусловной и условной оптимизации	2
Итого	2

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) выдаются и выполняются по мере изучения материала, результат правильного выполнения – зачтенное домашнее задание, как минимум с оценкой “удовлетворительно”.

Каждое ИДЗ содержит не менее 5-и контрольных вопросов. Студенты в течение семестра представляют письменные ответы на контрольные вопросы ИДЗ.

Примерные вопросы к индивидуальному домашнему заданию

1. Какая функция называется целевой?
2. Дать определение локального и глобального минимумов функции
3. Какая функция называется унимодальной на отрезке $[a, b]$?
4. Каков геометрический смысл выпуклости функции?
5. Сформулировать условие Липшица для функции $f(x)$ на отрезке $[a, b]$
6. Указать класс функций, для точного определения точек минимума которых достаточно одной итерации метода парабол
7. Сформулировать достаточные условия монотонной сходимости метода Ньютона. Всегда ли в этом случае скорость сходимости будет квадратичной?
8. Что такое градиент и антиградиент функции многих переменных и каков их геометрический смысл?
9. Что такое матрица Гессе функции многих переменных?
10. Сформулировать необходимое условие первого порядка для безусловного экстремума функции многих переменных.

Оформление ИДЗ студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. ИДЗ должно содержать не менее 5 страниц печатного текста. Проверка работы и получение студентами задания осуществляется через электронную образовательную среду Moodle по адресу курса, указанному в п.5.3 или через электронную почту, личный кабинет СПбГЭТУ

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	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	30
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	20
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	15
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
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	4
ИТОГО СРС	99

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	Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах [Электронный ресурс], 2015. -512 с.	неогр.
2	Гончаров, Виктор Анатольевич. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Гончаров В. А., 2020. -191 с	неогр.
Дополнительная литература		
1	Лесин В. В. Основы методов оптимизации [Электронный ресурс], 2016. - 344 с.	неогр.
2	Сухарев, Алексей Григорьевич. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : Учебник и практикум Для бакалавриата и магистратуры / Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В., 2019. -367 с	неогр.

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Использование MATLAB: http://www.mathworks.com/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12070>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Методы и средства математической оптимизации в области технических систем» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет.

Зачет

Зачет выставляется по результатам собеседования по вопросам тем дисциплины.

Особенности допуска

К сдаче зачёта допускаются студенты, посетившие не менее 80% занятий и выполнившие все текущие ИДЗ с оценкой "зачтено" (отлично/ хорошо/ удовлетворительно) в установленные сроки.

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

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примерные вопросы к зачету:

1. Принципы построения численных методов поиска безусловного экстремума.
2. Методы нулевого порядка.
3. Методы одномерной оптимизации: постановка задачи и стратегии поиска, метод равномерного поиска, метод деления интервала пополам, метод дихотомии,
4. Методы одномерной оптимизации: метод золотого сечения, метод Фибоначчи, метод квадратичной интерполяции.
5. Методы первого порядка: метод градиентного спуска с постоянным шагом
6. Методы первого порядка: метод наискорейшего градиентного спуска.
7. Методы первого порядка: метод покоординатного спуска.
8. Методы первого порядка: метод Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.
9. Методы первого порядка: метод кубической интерполяции.
10. Методы второго порядка: метод Ньютона.
11. Методы второго порядка: метод Ньютона-Рафсона.
12. Принципы построения численных методов поиска условного экстремума.
13. Методы последовательной безусловной минимизации: метод штрафов;
14. Методы последовательной безусловной минимизации: метод барьерных

функций;

15. Методы последовательной безусловной минимизации: комбинированный метод штрафных функций;
16. Методы последовательной безусловной минимизации: метод множителей;
17. Методы последовательной безусловной минимизации: метод точных штрафных функций.
18. Методы возможных направлений: метод проекции градиента;
19. Методы возможных направлений: метод Зойтендейка.

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
7	Численные методы безусловной оптимизации. Методы второго порядка	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
16	Численные методы условной оптимизации. Методы возможных направлений	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости, по результатам которого студент получает допуск на зачет.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости, по результатам которого студент получает допуск на зачет. В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше, а также включает выполнение двух ИДЗ.

ИДЗ оцениваются:

Оценка “отлично” ставится, если ответы на контрольные вопросы правильные;

оценка “хорошо” ставится, если ответы на контрольные вопросы частично правильные;

оценка “удовлетворительно” ставится, если ответы даны не на все кон-

трольные вопросы;

оценка “неудовлетворительно” ставится, если не даны ответы на контрольные вопросы.

По результатам контроля самостоятельной работы студент получает допуск на зачет.

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 или меловая доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная или меловая доска	
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 XP 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