

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: Директор департамента образования  
Дата подписания: 13.09.2021 19:57:32  
Уникальный программный ключ:  
1cb4f9edcd6d31e931c556ddefa3b376a443365a5419cb3e39651e668ec8658b



**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»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования  
С. А. Галунин  
13.09.2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ»

для подготовки магистров

по направлению

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

по программе

«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин»

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчик

д.т.н., проф.



А.-В. И. Серeda

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ  
22.06.2021, протокол № 6

Заведующий кафедрой МОЭВМ  
к.т.н., доц.



К. В. Крикин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 24.06.2021, протокол № 5

Председатель УМК ФКТИ  
доцент, к.т.н.



В.С. Андреев

**Согласовано:**

Начальник ОМОЛА



О.В. Загороднюк

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	2
Семестр	3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	54
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	126
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2
Курсовая работа (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ»**

Дисциплина «Численные методы решения прикладных задач» посвящена практическим аспектам численного решения различных прикладных задач с использованием математических методов. Рассматриваются практические аспекты математической постановки прикладных задач, выбора и численной реализации математических методов их решения. При этом особое внимание уделяется необходимости учета специфики исследуемых проблем, как при постановке прикладных задач, так и при разработке методов их численного анализа. В рамках курса предполагается выполнение студентами индивидуальных заданий, выполнение которых должно способствовать приобретению студентами и закреплению у них практических навыков работы в исследовательской группе, выполняющей прикладные исследования в конкретной области, включающие в себя постановку задачи, выбор численных методов ее решения, компьютерную реализацию этих методов и содержательную интерпретацию полученных результатов.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«NUMERICAL METHODS OF SOLVING APPLIED TASKS»**

The discipline “Numerical Methods for Solving Applied Problems” is devoted to practical aspects of numerically solving various applied problems using mathematical methods. The practical aspects of the mathematical formulation of applied problems, the choice and numerical implementation of mathematical methods for their solution are considered. At the same time, special attention is paid to the need to take into account the specifics of the problems studied, both in the formulation of applied problems and in the development of methods for their numerical analysis. Within the course, students are expected to perform individual tasks, the implementation of which should help students acquire and reinforce their practical skills in a

research group that performs applied research in a particular area, including problem statement, choice of numerical methods for its solution, computer implementation of these methods and meaningful interpretation of the results.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Изучение: классификации задач, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины, и соответствующих им математических моделей; приобретение знаний численных методов исследования рассматриваемых задач, предъявляемых к ним требований и основных проблем, возникающих при их практической реализации.

2. Формирование: умения осуществлять математическую постановку задачи на основе ее содержательной формулировки; умения выбрать наиболее эффективный метод решения поставленной задачи из числа возможных методов ее решения, на основе анализа возможных специфических особенностей задачи и предъявляемых к ее решению требований; умения построить алгоритм, реализующий выбранный метод решения задачи и его машинную реализацию, обеспечивающую решение задачи в общем случае.

3. Освоение: выполнения комплекса работ по реализации проекта, включающего в себя постановку задачи, выбора метода ее решения и практического решения ее на ЭВМ в составе группы исследователей; практических навыков проведения вычислительных экспериментов и интерпретации получаемых результатов; формирования и защиты итогового отчета о результатах проведенных исследований.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Анализ и интерпретация данных»
2. «Глубокое обучение»

3. «Математические методы распознавания образов»

4. «Непрерывные математические модели»

5. «Статистика случайных процессов»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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>
ПК-1	Способность проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает современные методы проведения научных исследований</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Умеет делать выводы по результатам научных исследований, применять их к решению научных и прикладных задач</i>
ПК-2	Способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает современные концептуальные и теоретические модели решения научных и прикладных задач</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет обосновывать выбор существующих либо необходимость разработки новых концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</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. Интерполяция данных	2	4		15
3	Тема 2. Аппроксимация данных	2	6		16
4	Тема 3. Линейные задачи наименьших квадратов с линейными ограничениями равенствами	4	8		20
5	Тема 4. Нелинейный метод наименьших квадратов и оптимизация	4	8		20
6	Тема 5. Системы нелинейных уравнений	3	8		20
7	Заключение	1		3	35
	Итого, ач	17	34	3	126
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

#### 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 «Численные методы решения прикладных задач»
2	Тема 1. Интерполяция данных	Историческая справка. Полиномиальная интерполяция, особенности практического использования. Ку-сочно-полиномиальная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Кривые Безье. В-сплайны. Сравнительная характеристика эффективности, предпочтительные области возможного практического использования рассмотренных методов интерполяции данных.
3	Тема 2. Аппроксимация данных	Постановка задачи аппроксимации данных. Аппроксимация данных с различными нормами. Численное решение задачи аппроксимации методом наименьших квадратов. Взвешенный метод наименьших квадратов. Ортогональные преобразования. Практический анализ задач метода наименьших квадратов. Вырожденные задачи наименьших квадратов. Сингулярное разложение и сингулярный анализ.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Линейные задачи наименьших квадратов с линейными ограничениями равенствами	Решение с использованием базиса нуль-пространства.
5	Тема 4. Нелинейный метод наименьших квадратов и оптимизация	Многомерная безусловная оптимизация. Метод Ньютона, методы сопряженных направлений. Нелинейная задача о наименьших квадратах. Методы ньютоновского типа. Методы типа Гаусса-Ньютона. Некоторые замечания относительно нелинейных задач наименьших квадратов и их решении.
6	Тема 5. Системы нелинейных уравнений	Постановка задачи. Метод Ньютона и особенности его применения. Глобально сходящиеся модификации метода Ньютона.
7	Заключение	Заключительные замечания и выводы. Обсуждение возможных направлений исследований в области численных методов решения прикладных задач в контексте современного состояния и перспектив развития вычислительной техники.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Интерполяция данных.	5
2. Аппроксимация данных.	5
3. Линейные задачи наименьших квадратов с линейными ограничениями равенствами.	6
4. Многомерная оптимизация. Метод Ньютона. Методы сопряженных направлений.	6
5. Нелинейный метод наименьших квадратов	6
6. Системы нелинейных уравнений	6
Итого	34

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Приобретение практических навыков применения численных методов для решения прикладных задач, включая постановку задачи, выбор метода ее решения, разработку и отладку программы, реализующей вы-

бранный метод, планирование и проведение вычислительного эксперимента, содержательную интерпретацию полученных результатов.

Содержание работы (проекта): Курсовая работа состоит из пяти частей:

1. Постановка прикладной задачи и обзор возможных методов ее решения;
2. Разработка алгоритма, реализующего выбранный метод решения поставленной задачи;
3. Разработка и отладка компьютерной программы в среде математического пакета MATLAB;
4. Проведение вычислительного эксперимента и содержательный анализ его результатов;
5. Подготовка отчета о проделанной работе.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями СПбГЭТУ "ЛЭТИ", представленными на сайте в разделе "Шаблоны оформления студенческих работ". Отчет должен содержать не менее 10 страниц формата А4, представляется в электронном виде в формате PDF. Объем файла не должен превышать 1 Мб..

Примерные темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Многомерная оптимизация	Multidimensional optimization

#### **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.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники,

учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	16
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	35
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>126</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
Дополнительная литература		
1	Мартин, Джеймс. Вычислительные сети и распределенная обработка данных. Программное обеспечение, методы и архитектура : [в 2 вып.] [Текст]. Вып. 1, 1985. -255, [1] с.	83
2	Лоусон, Чарльз. Численное решение задач метода наименьших квадратов [Текст] / Ч. Лоусон, Р. Хенсон ; пер. с англ. Х. Д. Икрамова, 1986. -229, [1] с.	17
3	Дэннис, Джон. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений [Текст] : методический материал / Д. Дэннис; Пер. с англ. О.П.Бурдакова под ред. Ю.Г.Евтушенко, 1988. -440 с. с.	3
4	Калиткин, Николай Николаевич. Численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А Самарского, 1978. -512 с.	3

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

№ п/п	Электронный адрес
1	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=7351>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Численные методы решения прикладных задач» формой промежуточной аттестации является 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

Для допуска к экзамену студент должен успешно пройти тестирование в соответствии с графиком и методикой текущего контроля

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

### Примерные вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Полиномиальная интерполяция, особенности практического использования
2	Кусочно-полиномиальная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Кривые Безье
3	В-сплайны
4	Практический анализ задач метода наименьших квадратов
5	Решение с использованием базиса нуль-пространства

### Форма билета

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Численные методы решения прикладных задач**

1. Кусочно-полиномиальная интерполяция. Сплайн-интерполяция. Кривые Безье.

2. Метод Ньютона и особенности его применения. Глобально сходящиеся модификации метода Ньютона.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

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

Тесты текущего контроля успеваемости построены по принципу вопросов с вариантами выбора одного или нескольких правильных ответов. Пример вопроса теста приведен ниже.

**Решение СЛАУ существует и единственно в том и только в том слу-**



**чае, если**

1.  $\det(A)=0$
2.  $\det(A)\neq 0$
3.  $\text{cond}(A)=1$

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 3. Линейные задачи наименьших квадратов с линейными ограничениями равенствами	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		Тест
9	Тема 5. Системы нелинейных уравнений	
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Тест

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), прохождение двух тестов в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости. Каждый тест может быть максимально оценен на 50 баллов. Если студент по сумме двух тестов набирает 52 балла и более, он допускается к экзамену.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также мо-

жет учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

### **самостоятельной работы студентов**

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

### **при выполнении курсового проекта (работы)**

Текущий контроль при выполнении курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовой проект (работу).

Оформление пояснительной записки на курсовой проект (работу) выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсового проекта (работы) осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

## 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, персональный компьютер IBM-совместимый Pentium или выше, проектор, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше;
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест, оборудованных компьютерами IBM-совместимыми Pentium или выше, – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, меловая или маркерная доска, персональный компьютер IBM совместимый Pentium или выше	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 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

<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>