

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 08.06.2023 10:34:32
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Разработка программно-
информационных систем»



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

«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.04 «Программная инженерия»

по профилю

«Разработка программно-информационных систем»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

д.т.н., профессор Лисс А.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МОЭВМ
15.02.2022, протокол № 2

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	МОЭВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	2
Семестр	4
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	
Дифф. зачет (курс)	2

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА»

В курсе рассматриваются особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Изучаются теоретические основы численных методов, методы анализа погрешностей вычислений. Вводятся и объясняются понятия корректности, обусловленности, устойчивости методов и алгоритмов численного решения математических задач. Изучаются численные методы линейной алгебры, методы решения нелинейных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений. Рассматриваются методы приближения и аппроксимации функций, методы интерполяции функций, изучаются методы тригонометрической интерполяции, дается понятие об алгоритмах дискретного преобразования Фурье. Изучаются методы численного дифференцирования и интегрирования, методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия вычислительной математики изучаются с применением вычислительных машин. Лабораторные работы содержат элементы научного исследования.

SUBJECT SUMMARY

«COMPUTATIONAL MATHEMATICS»

The course discusses the features of mathematical calculations by implementing a computer. We study the theoretical basis of numerical methods, computational methods of analysis errors. Introduces and explains the notion of correctness, OCU-conditional, the stability of methods and algorithms for the numerical solution of mathematical tasks-iCal. We study the numerical linear algebra methods for solving nonlinear equations and systems of linear algebraic equations. Considered approximation methods and approximation of functions, methods of interpolation functions, trigonometric interpolation methods are studied, given the concept of algorithms, discrete Fourier transform. Study the methods of numerical differentiation and integration, methods of solution of ordinary differential-equations. Basic concepts of

computational mathematics are studied with the use of computers. Laboratory works contain elements of scientific research.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью дисциплины является получение теоретических знаний об особенностях математических вычислений на ЭВМ, понятиях корректности и обусловленности вычислительных задач, методов и алгоритмов и приобретение практических навыков применения полученных знаний для решения задач профессиональной деятельности.
2. Изучение методов решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений, методов решения задач линейной алгебры, численных методов дифференцирования, методов приближения функций алгебраическими и тригонометрическими многочленами; получение знаний в области интегрирования и интерполирования функций
3. Получение знаний в области интегрирования и интерполирования функций, вычислительных возможностях для решения задач вычислительной математики.
4. Формирование умения применять на практике знания о влиянии погрешностей исходных данных на результат решения вычислительных задач,; выбирать для реализации численные методы, удовлетворяющие требованиям по быстродействию и точности решения задач
5. Освоение навыков применения численных методов для решения задач вычислительной математики, использования возможностей вычислительных средств при решении задач вычислительной математики.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

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

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Машинное обучение»
2. «Построение и анализ алгоритмов»
3. «Методы оптимизации»
4. «Цифровая обработка сигналов»
5. «Цифровая обработка изображений»
6. «Теория принятия решений»

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-0	Способен разрабатывать информационные модели и применять их для решения задач профессиональной деятельности
<i>ПК-0.1</i>	<i>Знает современные виды информационных моделей, применяемых при решении задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.2</i>	<i>Создает и модифицирует информационные модели для решения задач профессиональной деятельности</i>
<i>ПК-0.3</i>	<i>Применяет информационные модели для решения задач 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. Погрешности результатов численного решения задач	6	6		8
3	Тема 2. Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов	4	4		6
4	Тема 3. Методы решения нелинейных уравнений	6	6		8
5	Тема 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений	4	6		6
6	Тема 5. Теория интерполирования и приближения функций	6	6		6
7	Тема 6. Численное дифференцирование и интегрирование	6	6		6
8	Заключение	1		1	35
	Итого, ач	34	34	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет вычислительной математики. Методы и задачи вычислительной математики. Связь вычислительной математики с другими дисциплинами специальности.
2	Тема 1. Погрешности результатов численного решения задач	Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Неустраняемая погрешность функции для приближенных значений аргументов. Погрешности суммы, разности, произведения, частного. Понятие о вероятностной оценке погрешности. Особенности машинной арифметики.
3	Тема 2. Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов	Корректность вычислительной задачи. Обусловленность вычислительной задачи. Примеры плохо обусловленных задач. Корректность вычислительных алгоритмов. Обусловленность вычислительных алгоритмов

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Тема 3. Методы решения нелинейных уравнений	Постановка и основные этапы решения задачи. Методы локализации и уточнения корней. Одношаговые и многошаговые методы. Теоремы о сходимости итерационных методов. Обусловленность задачи вычисления корня. Метод простой итерации. Обусловленность метода. Метод Ньютона. Теоремы об априорной и апостериорной оценках погрешности метода. Метод хорд. Априорная и апостериорная оценки погрешности метода.
5	Тема 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений	Постановка задачи. Норма вектора и матрицы и их свойства. Обусловленность задачи решения СЛАУ. Решение задач линейной алгебры в среде программирования MATLAB. Метод Гаусса. Схема единственного деления, ее вычислительная неустойчивость. Вычислительная устойчивость схемы частичного выбора и схемы полного выбора. LU-разложение. Итерационные методы решения СЛАУ. Метод Зейделя. Метод квадратного корня. Метод прогонки.
6	Тема 5. Теория интерполирования и приближения функций	Постановка задачи интерполирования. Теорема Чебышева о существовании и единственности обобщенного интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа для интерполирования по системе алгебраических многочленов. Интерполяционный многочлен Лагранжа для равноотстоящих узлов. Погрешности интерполяционной формулы Лагранжа. Выбор узлов интерполирования. Многочлены Чебышева. Разделенные разности и их свойства. Интерполяционная формула Ньютона для неравных промежутков. Остаточный член формулы Ньютона. Конечные разности и их свойства. Связь между конечными и разделенными разностями. Интерполяционная формула Ньютона для равных промежутков. Остаточные члены интерполяционных формул Ньютона. Интерполирование периодических функций. Вид тригонометрического интерполяционного многочлена. Преобразование Фурье. Понятие об интерполировании сплайнами. Локальный интерполяционный кубический сплайн.
7	Тема 6. Численное дифференцирование и интегрирование	Постановка задачи численного дифференцирования. Формулы численного дифференцирования для равноотстоящих и не равноотстоящих узлов. Постановка задачи приближенного вычисления определенных интегралов. Квадратурные формулы наилучшей степени точности. Интерполяционные квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы прямоугольников и трапеций. Формула Симпсона. Метод Рунге для приближенной оценки погрешности интегрирования. Формулы Гаусса.
8	Заключение	Общие выводы по курсу. Рекомендации по подготовке к экзамену.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Особенности машинной арифметики, точность вычислений на ЭВМ	4
2. Изучение понятия обусловленности вычислительной задачи	6
3. Решение нелинейных уравнений	6
4. Численное интегрирование	6
5. Интерполирование функций	6
6. Решение систем линейных алгебраических уравнений	6
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 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	10
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	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
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	25
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	Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Электронный ресурс], 2021. -368 с.	неогр.
2	Русина Л. Г. Вычислительная математика. Численные методы интегрирования и решения дифференциальных уравнений и систем [Электронный ресурс], 2021. -168 с.	неогр.
3	Поршнев С. В. Вычислительная математика. Курс лекций [Электронный ресурс] / С. В. Поршнев, 2014. -320 с.	неогр.
Дополнительная литература		
1	Форсайт, Джордж Б. Машинные методы математических вычислений [Текст] / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер ; пер. с англ. Х.Р.Икрамова, 1980. -279 с.	14
2	Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Вычислительная математика" [Текст] : учеб. пособие / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 1997. -28 с.	9

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

№ п/п	Электронный адрес
1	С.К. Буйначев. Применение численных методов в математическом моделировании https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28819/1/978-5-7996-1197-2_2014.pdf

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10743>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Вычислительная математика» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
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 промежуточной аттестации допускаются студенты, посетившие не менее 80% лекций, выполнившие и защитившие 6 практических работ. Дифференцированный зачет проводится в виде тестирования. Тест состоит из 20 заданий, представляющих собой вопросы с возможностью выбора одного или нескольких правильных ответов. Ответ на вопрос считается правильным, если указаны все возможные правильные ответы. В зависимости от количества правильных ответов тест оценивается: "Неудовлетворительно" - менее 15 правильных ответов, "Удовлетворительно" - 15-16 правильных ответов, "Хорошо" - 17-18 правильных ответов, "Отлично" - 19-20 правильных ответов.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Неустраняемая погрешность функции для приближенных значений аргументов.
2	Погрешности суммы, разности, произведения, частного.
3	Обусловленность вычислительной задачи. Примеры плохо обусловленных задач.
4	Корректность вычислительных алгоритмов.
5	Метод Гаусса. Схема единственного деления, ее вычислительная неустойчивость.
6	Вычислительная устойчивость схемы частичного выбора и схемы полного выбора.
7	LU-разложение.
8	Многочлены Чебышева.
9	Разделенные разности и их свойства.
10	Интерполяционная формула Ньютона для неравных промежутков.
11	Остаточный член формулы Ньютона.
12	Конечные разности и их свойства. Связь между конечными и разделенными разностями.

Вариант теста

Задание №1

Значащими цифрами приближенного числа a^* называют:

- 1. Все цифры в его записи, начиная с первой после запятой
- 2. Все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой после запятой
- 3. Все цифры в его записи, начиная с первой ненулевой слева

Задание №2

Даны два приближенных числа a^* и b^* с абсолютными погрешностями $\Delta(a^*) \leq 3$ и $\Delta(b^*) \leq 2$. Чему равна верхняя граница $\Delta(a^* - b^*)$?

- 3
- 2
- 5

Задание №3

Метод бисекции для нахождения корня уравнения $f(x)=0$ сходится:

- 1. Со скоростью геометрической прогрессии со знаменателем $q=1/2$
- 2. С квадратичной скоростью
- 3. Имеет порядок сходимости 2,5

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. Погрешности результатов численного решения задач Тема 2. Корректность и обусловленность вычислительных задач и алгоритмов Тема 3. Методы решения нелинейных уравнений	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		Коллоквиум
10	Тема 4. Решение систем линейных алгебраических уравнений Тема 5. Теория интерполирования и приближения функций Тема 6. Численное дифференцирование и интегрирование	
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Коллоквиум

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 6 практических работ. 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 на двух коллоквиумах в течение семестра в соответствии с графиком текущего контроля успеваемости.

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	Помещение для практических занятий	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

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