

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 14.11.2022 15:56:49
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Приборы и методы контроля
качества и диагностики»



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

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.01 «Приборостроение»

по профилю

«Приборы и методы контроля качества и диагностики»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Перегудов А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭУТ
13.05.2022, протокол № 8

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 18.05.2022, протокол № 8

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	ЭУТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	3
Семестр	6
Виды занятий	
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
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ»

Дисциплина «Численные методы» направлена на формирование у студентов навыков разработки алгоритмов и написания программ для решения задач по численному анализу и обработке данных встречающихся в курсах по созданию систем и приборов контроля различных сред и материалов. Обращается внимание на специфику и проблемы, возникающие при реализации математических задач в численной форме. Рассматриваются простейшие численные задачи, методы их решения и алгоритмы, реализующие эти методы; обсуждаются возможности современных математических пакетов по решению наиболее распространенных численных задач.

SUBJECT SUMMARY

«NUMERICAL METHODS»

The discipline "Numerical methods" is directed to formation at students of skills of development of algorithms and writing of programs for the solution of tasks of the numerical analysis and data processing of the acoustic devices and systems and devices of control of various environments and materials which are found in courses on creation. The attention to specifics and problems arising at realization of mathematical tasks in a numerical form is paid. The elementary numerical tasks, methods of their decision and algorithms realizing these methods are considered; possibilities of modern mathematical programs according to the solution of the most widespread numerical tasks are discussed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целью курса является получение студентами знаний об особенностях численного подхода к решению естественно-научных и инженерных задач, об используемых методах и условиях из использования и получения базовых навыков практического применения полученных знаний в профессиональной деятельности.

2. Задачи дисциплины:

Формирование у студентов навыков разработки схемы решения и умения писать программы для решения задач по численному анализу и обработке данных. Изучение закономерностей представления математических объектов в ЭВМ и связанных с этим погрешностей, принципах построения алгоритмов вычислительных задач, методах решения численных задач простейших типов. обработке данных.

3. Формирования знаний о базовых методах решения основных классов математических задач с использованием современных технических средств, правилах и условиях их использования, возникающих при этом погрешностях и методах их снижения.

4. Освоение навыков и умений применения вычислительной техники для численного решения научных и инженерных задач на основе полученных знаний.

5. Навыки применения вычислительной техники для численного решения научных и инженерных задач на основе полученных знаний.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»

2. «Информационные технологии»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Волновые процессы в твердых телах»

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
СПК-2	Способен выполнять математическое моделирование процессов и систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики
<i>СПК-2.1</i>	<i>Выполняет математическое моделирование процессов в области приборов и методов контроля качества и диагностики</i>
<i>СПК-2.2</i>	<i>Выполняет математическое моделирование систем в области приборов и методов контроля качества и диагностики</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	Основы вычислительной математики	8	2		10
3	Алгоритмы решения задач интерполяции и представления функций	12	6		24
4	Линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений и их алгоритмы	12	8		22
5	Заключение	1	1	1	
	Итого, ач	34	17	1	56
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Понятие вычислительной математики, прикладные аспекты использования, роль в современной науке и технике. Использование современной цифровой и микропроцессорной техники для решения вычислительных задач, роль численного моделирования. Развитие численных методов, особенности, связанные с использованием достижений компьютерной техники.
2	Основы вычислительной математики	Основные понятия, используемые в численных методах: ошибки, вычислительный алгоритм, устойчивость, сходимость и т.д. Представление чисел в вычислительных системах, отличия аналитических и численных представлений математических понятий. Численная модель в физике и технике.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Алгоритмы решения задач интерполяции и представления функций	<p>Математические функции и их представление в ЭВМ. Интерполяция Лагранжа и Ньютона, сплайн-интерполяция; сравнительная оценка различных методов. Интерполяция функций нескольких переменных, сеточные методы. Конечно-разностные операторы.</p> <p>Использование при решении задач численного интегрирования и дифференцирования, основные квадратурные формулы, конечно-разностные операторы и методы решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Обработка результатов измерений: оценки и классификация. Методы аппроксимации. Вычислительные схемы обработки экспериментальных данных, оценка погрешностей. Моделирование функций в цифровых системах.</p>
4	Линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений и их алгоритмы	<p>Уравнения с одним неизвестным. Локальный поиск корней, метод дихотомии. Итерационные методы решения уравнений, сравнительная оценка скорости сходимости, требования к ресурсам вычислительной системы. Специальные методы решения алгебраических уравнений. Особенности поиска комплексных корней. Реализация алгоритмов в стандартных программах.</p> <p>Системы линейных алгебраических уравнений, каноническая, матричная и операторная формы записи. Методы Гаусса, Гаусса-Жордана, итерационные методы; оценки ошибок. Типы матриц, нормы векторов и матриц, связь характеристик матриц со сходимостью численных алгоритмов. Методы Зайделя, верхней релаксации, Чебышева.</p> <p>Решение систем нелинейных уравнений. Методы простой итерации, Ньютона, возмущения параметров. Сравнительная оценка и погрешности.</p> <p>Задачи на собственные значения матриц. Реализация алгоритмов в стандартных программах.</p>
5	Заключение	<p>Применение численных методов к решению научных и технических проблем акустики. Использование рассмотренных приемов для других классов вычислительных задач.</p>

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Представление чисел в ЭВМ; двоичная и шестнадцатеричная системы; целые числа и числа с плавающей запятой.	2
2. Простейшие вычислительные задачи и оценка их погрешностей.	1
3. Семинар: Особенности представления чисел в ЭВМ для разных программных пакетов и их влияние на погрешности вычислений	2
4. Ошибки и погрешности при вычислениях, распространение ошибок.	2
5. Семинар: Представление экспериментальных зависимостей с использованием интерполяции и аппроксимации.	2
6. Анализ сходимости итерационных методов решения уравнений.	2
7. Собственные числа и вектора матриц, физический смысл задач на собственные вектора и числа.	2
8. Семинар: Приведение задач по расчетам акустических полей к системам уравнений. Методы их решения.	2
9. Нормы векторов и матриц; их связь с точностью решения, численных задач.	2
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Целью ИДЗ является получение и закрепление навыков численного решения физической задачи, сформулированной в выданном варианте задания.

При этом содержание работы должно включать не только численное значение результата решения, но и отражать обоснованы основные этапы решения, к которым относятся:

1. Анализ исходных формул, описывающих задачу и необходимые их преобразования;

2. Определение класса (или классов) численных задач, используемых для решения;
3. Обоснованный выбор метода решения;
4. Описание алгоритма и его характеристика (желательна схема алгоритма);
5. Текст программы численного решения задачи;
6. Распечатка результатов работы программы;
7. Анализ полученных результатов.

Работа должна быть оформлена в виде текстового файла, с титульным листом стандартного образца и содержанием, отражающим основные этапы решения задачи. Текст составленных программ и окно работы программы должны быть представлены в виде скриншотов.

Подготовленный отчет в правильном решении принимается к защите в рамках которой студент отвечает на вопросы по содержанию основных полученных результатов. Критерии оценки ИДЗ приводятся в соответствующих пунктах РПД.

Примеры вариантов задания:

Задача 1.

В акустоэлектронных устройствах (например, ультразвуковых линиях задержки) может использоваться распространение упругих волн в анизотропных пьезоэлектрических кристаллах. Причем волны могут испытывать отражения от боковых граней. Для расчета характеристик устройств на основе таких звукопроводов надо уметь решать задачу об отражении. Определить характеристики отраженных волн (с учетом неоднородных волн). (Необходимые формулы и параметры материала задаются в персональном задании).

Задача 2.

При градуировке термопары получена зависимость термо-ЭДС (ТЭДС) в мВ от температуры в 0С представленная в таблице вариантов.

Вычислить на основе исходных данных по варианту:

1. Коэффициенты аналитической зависимости.
2. Температуру для ряда полученных в эксперименте значений ТЭДС.
3. Погрешность определения температуры.

Задача 3.

Из среды с акустическим удельным волновым сопротивлением ρ_0 и скоростью распространения волны c_0 падает гармоническая волна амплитудой ξ_0 на границу системы двух слоев с параметрами ρ_1 c_1 и ρ_2 c_2 и толщинами d_1 и d_2 соответственно на границе с безграничной третьей средой, имеющей характеристики ρ_3 c_3 (см. рис). Считать, что затухания в средах пренебрежимо мало.

Определить амплитуду и фазу волны, прошедшей в третью среду.

Рабочая частота – 1.25 МГц

Задача 4.

На пластину (поперечные размеры много больше длины волны и задачу можно решать как одномерную) вырезанную из кристалла перпендикулярно заданному направлению действует сила, создавая напряжение $\sigma = 1$ н/м². Известна таблица модулей упругости кристаллического материала пластины C_{ik} .

Определить деформацию пластины вдоль направления действия силы, например u_{11} (перпендикулярно граням пластины) и в поперечных направлениях, например u_{12} и u_{13} .

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.

Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников лекционный материал, а также задания выданные для самостоятельного выполнения.

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»).

Особое место уделяется консультированию, как в рамках изученного материала, так и сведений необходимых для выполнения ИДЗ. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами как в рамках аудиторного общения, так и различные формы дистанционного взаимодействия.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	9
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	2
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	6
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	16

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	7
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	4
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	4
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	4
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	4
ИТОГО СРС	56

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	Самарский, Александр Андреевич. Введение в численные методы [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский, 2009. -288 с.	22
2	Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы [Текст] : учеб. пособие [для инж.-техн. спец. вузов] / Е.А. Волков, 2008. -248 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	Костомаров, Дмитрий Павлович. Вводные лекции по численным методам [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" и специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" / Д.П. Костомаров, А.П. Фаворский, 2004. -184 с.	50
3	Сдвижков О.А. MathCAD-2000 [Текст] : введение в компьютерную математику / О.А. Сдвижков, 2002. -203, [1] с.	20

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Мат бюро. Изучаем численные методы. https://www.matburo.ru/st_subject.php?p=dr
2	Метод Лагранжа Вывод формулы, доказательство единственности https://www.youtube.com/watch?v=IOG8P_n9RHY

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=9264>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Численные методы» формой промежуточной аттестации является 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 (дифференцированному зачету) допускаются студенты, имеющие положительную оценку по всем этапам текущего контроля -1-ой и 2-ой контрольным работам и защите индивидуального домашнего задания. Баллы, набранные по результатам этих испытаний суммируются и являются основанием для выставления итоговой оценки. В случае несогласия студента с оценкой или желанием улучшить оценку в рамках дифференцированного зачета может быть проведен опрос по материалу курса (по вопросам) с выставлением итоговой оценки. Пересдача долгов осуществляется на основании опроса по вопросам при защищенном ИДЗ. Критерии результирующей оценки по дисциплине приведены в п. 6.4.

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

Примерные вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Аппроксимация; определение вида аппроксимирующих зависимостей.
2	Численное интегрирование. Формулы прямоугольников и трапеций, формула Симпсона: сравнительная характеристика, оценка погрешности.
3	Погрешности; обусловленность задачи и устойчивость алгоритма; сходимость алгоритма.
4	Математическая модель, алгоритм (схема алгоритма). Методы проверки математической модели.
5	Метод Горнера. Определение кратности корня. Влияние погрешностей в коэффициентах полиномов на точность вычисления корней.
6	Метод решения систем линейных алгебраических уравнений Гаусса-Жордана.
7	Представление чисел в ЭВМ; типы чисел, особенности двоичного формирования, свойства, отличия от математических чисел.
8	Алгебраические уравнения; свойства корней алгебраических уравнений; отделение корней алгебраических уравнений.
9	Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Формы записи СЛАУ. О применимости формулы Крамера. Существование и единственность решения. Классификация методов решения СЛАУ.
10	Интерполяционный полином в форме Ньютона. Свойства интерполяционного полинома Ньютона.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Вопросы к контрольной работе

1. Основные понятия, используемые в численных методах: ошибки, вычислительный алгоритм, устойчивость, сходимость и т.д.
2. Представление чисел в вычислительных системах, отличия аналитических и численных представлений математических понятий.
3. Численная модель в физике и технике.

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
2	Основы вычислительной математики Алгоритмы решения задач интерполяции и представления функций	
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		Контрольная работа
10		Линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений и их алгоритмы
11		
12		
13	Контрольная работа	
14	Алгоритмы решения задач интерполяции и представления функций Линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений и их алгоритмы	
15		
16		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **60** % занятий), по результатам которого студент получает дополнительные баллы к оценке дифференцированного зачета.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), активности при участии в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля с повышением его общего балла.

самостоятельной работы студентов

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

Текущий контроль при выполнении индивидуального домашнего задания осуществляется в соответствии с заданием на (работу). Получение результатов, оформление пояснительной записки.

Защита ИДЗ осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Критерии оценивания контрольных работ и ИДЗ

Предусмотренные две контрольные работы и ИДЗ оцениваются по 4 - бальной системе, при этом положительной оценкой считается оценка выше 3 баллов. Оценки выставляются на основании следующих критериев:

Неудовлетворительно - 2 и менее баллов, неправильные ответы студента на заданные вопросы, не способен найти решение поставленных задач и выстроить процесс решения численных инженерных и физических задач.

Удовлетворительно - 3 балла, студента иногда затрудняется отвечать на заданные вопросы, не всегда способен найти решение поставленных задач и выстроить процесс решения численных инженерных и физических задач.

Хорошо - 4 балла, правильные ответы с небольшими неточностями на заданные вопросы, проявляет способность найти решение поставленных задач, выстроить процесс решения численных инженерных и физических задач с небольшими неточностями.

Отлично - 5 балла, правильные ответов студента на заданные вопросы, проявлена способность найти решение поставленных задач, базируясь на знаниях, полученных в процессе обучения, способность выстроить процесс решения численных инженерных и физических задач.

Положительные оценки суммируются, образуя итоговый балл для **промежуточной аттестации по курсу**.

Неудовлетворительно - 0 - 8 баллов, теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выпол-

ненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

Удовлетворительно - 9 - 10 баллов, 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 - 11 - 13 баллов, 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 - 14 - 15 баллов, 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

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, меловая или маркерная доска, и /или проектор, экран, переносной ноутбук или стационарный компьютер	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, и /или проектор, экран, переносной ноутбук или стационарный компьютер	1) Операционная система, поддерживающая работу с открытыми математическими пакетами - Octave? SciLab 2) Офисный пакет Libre Office.
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) Операционная система, поддерживающая работу с открытыми математическими пакетами - Octave? SciLab 2) Офисный пакет Libre Office.

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