

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных систем
и информационных технологий



_____ Кочевский А. А.

« 19 » апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Численные методы»

по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии
профиль подготовки «Информационные системы и технологии»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы» по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии. – 13 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Численные методы» составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 926 (с изменениями и дополнениями), зарегистрированного в Министерстве юстиции Российской Федерации от 12 октября 2017 года за № 48535, учебного плана по направлению подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии, (профиль «Информационные системы и технологии») и Положения о рабочей программе учебной дисциплины в ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля».

СОСТАВИТЕЛЬ

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры прикладной математики Кочевский А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики

18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики _____ Малый В. В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Согласована:

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Кочевский А. А.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

19 апреля 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий _____ Ветрова Н. Н.

© Кочевский А.А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – сформировать у студентов систему понятий о вычислительной математике, теории погрешностей, о численных методах решения задач линейной алгебры и математического анализа.

Задачи дисциплины: дать студентам представление о численных методах решения математических задач; дать умения и навыки применения численных методов для решения практических (прикладных) задач с использованием ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Численные методы» входит в блок дисциплин обязательной части учебного плана.

Основывается на базе дисциплин: информатика, алгебра и геометрия, математический анализ.

Является основой для изучения следующих дисциплин: системный анализ.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Численные методы», должны

знать:

- терминологию, основные понятия и определения вычислительной математики;

- основы теории погрешностей;

- постановки задач решения систем линейных алгебраических уравнений, нелинейных уравнений и их систем, оптимизации функций, интерполирования, обработки экспериментальных данных, численного дифференцирования, численного интегрирования функций и дифференциальных уравнений;

- численные методы решения указанных задач;

- оценки сходимости численных методов и точности получаемого результата;

уметь:

- правильно выбирать численный метод для решения конкретной задачи;

- осуществлять оценку точности численного метода;

- применять на практике компьютерные средства численного решения практических задач;

владеть:

- навыками решения практических задач с использованием численных методов.

Перечисленные результаты образования являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и

требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО):

общефессиональных:

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (з.е.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Объем учебной дисциплины (всего)	144 (4 з.е.)	-	144 (4 з.е.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего) в том числе:	56	-	12
Лекции	28	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	-	-	-
Лабораторные работы	28	-	6
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Индивидуальное задание	18	-	18
Самостоятельная работа студента (всего)	88	-	132
Форма аттестации	экзамен (5)	-	экзамен (5)

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 5

Тема 1. Введение.

Предмет вычислительной математики. Историческая справка. Роль компьютера в исследовании сложных математических моделей. Понятие вычислительного эксперимента. Требования, предъявляемые к задачам (устойчивость, корректность). Требования, предъявляемые к алгоритмам. Проблема погрешностей в вычислительной математике. Погрешность модели, алгоритма, входных данных, вычислительного процесса. Источники и классификация погрешностей.

Тема 2. Элементарная теория погрешностей.

Относительная и абсолютная погрешности. Понятие верного знака. Погрешность числа, заданного с верными знаками. Погрешности арифметических операций. Погрешность функции (прямая задача теории погрешностей). Обратная задача теории погрешностей.

Тема 3. Численные методы решения задач линейной алгебры.

Обусловленность и устойчивость систем. Классификация методов решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод

- Гаусса, выбор главного элемента. Вычисление определителей, вычисление обратной матрицы. Метод прогонки. Метод простой итерации (Якоби). Оценка погрешности. Модификация Зейделя. Проблема собственных значений. Степенной метод. -разложение.
- Тема 4. Численное решение нелинейных уравнений и систем. Методы решения систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации, метод Ньютона. Условия сходимости итерационных процедур. Решение скалярных уравнений. Способы отделения корней. Метод половинного деления (дихотомии), пропорциональных частей (хорд), касательных (Ньютона), простой итерации, комбинированный метод. Геометрические иллюстрации методов. Метод решения нелинейных уравнений и систем путем сведения к оптимизационным задачам.
- Тема 5. Численные методы минимизации (максимизации). Методы поиска для функции одной переменной. Метод Фибоначчи, «золотого сечения». Метод квадратичной интерполяции. Методы безусловной минимизации выпуклых функций многих переменных. Градиентный метод и его модификации. Метод наискорейшего спуска. Покоординатный спуск. Поиск глобального минимума методом случайного поиска и локального спуска. Метод Нелдера-Мида.
- Тема 6. Методы интерполяции и приближения функций. Постановка задачи интерполирования. Узлы интерполирования. Интерполирующая функция. Единственность решения задачи интерполирования. Алгебраический интерполяционный многочлен: форма Лагранжа и Ньютона. Оценка погрешности. Интерполирование сплайнами. Аппроксимация методом наименьших квадратов. Равномерное, среднеквадратичное приближение. Метод ортогональных полиномов. Полиномы Чебышева.
- Тема 7. Численное интегрирование и дифференцирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Погрешность методов. Принцип Рунге. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности. Разностные формулы численного дифференцирования. Вычисление производных с использованием интерполяционных многочленов. Оценки погрешностей. Применение квадратурных формул.
- Тема 8. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка задачи численного интегрирования обыкновенного дифференциального уравнения. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты. Автоматический выбор шага. Многошаговые методы. Интегрирование систем уравнений. Экстраполяционная и интерполяционная формулы Адамса. Метод

конечных разностей.

Тема 9. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Граничные и краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Классификация задач. Метод стрельбы. Методы конечных разностей. Проекционные методы. Методы коллокации и Галеркина. Погрешности методов. Метод конечных элементов.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Семестр 5		28	-	6
Тема 1.	Введение	2	-	0,5
Тема 2.	Элементарная теория погрешностей	2	-	0,5
Тема 3.	Численные методы решения задач линейной алгебры	4	-	0,5
Тема 4.	Численное решение нелинейных уравнений и систем	4	-	0,5
Тема 5.	Численные методы минимизации (максимизации)	2	-	0,5
Тема 6.	Методы интерполяции и приближения функций	2	-	0,5
Тема 7.	Численное интегрирование и дифференцирование	4	-	1
Тема 8.	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений	4	-	1
Тема 9.	Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	4	-	1
Итого:		28	-	6

4.4. Практические (семинарские) занятия

Практические работы по дисциплине не предусмотрены.

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Семестр 1		28	-	6
1.	Метод Гаусса решения СЛАУ	1	-	
2.	Решение СЛАУ методом Якоби	1	-	1
3.	Решение системы нелинейных уравнений методом Ньютона	2	-	-
4.	Графическая локализация корней и метод дихотомии	2	-	1
5.	Методы пропорциональных частей и касательных	2	-	-
6.	Метод «золотого сечения» поиска минимума	2	-	-

	функции			
7.	Градиентный метод поиска минимума функции многих переменных	1	-	1
8.	Метод Нелдера-Мида	2	-	
9.	Интерполяционный полином Лагранжа	1	-	1
10.	Сплайн-интерполяция	2	-	
11.	Аппроксимация методом наименьших квадратов	2	-	1
12.	Численное интегрирование	2	-	
13.	Численное дифференцирование	2	-	
14.	Решение задачи Коши ОДУ методом Эйлера	2	-	1
15.	Решение задачи Коши ОДУ методом Рунге-Кутты с автоматическим выбором шага	2	-	
16.	Решение краевой задачи ОДУ методом конечных разностей	2	-	
Итого:		28	-	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Тема 1	Введение		4	-	8
Тема 2	Элементарная теория погрешностей	Проработка материала лекций и учебников, выполнение индивидуального задания	10	-	12
Тема 3	Численные методы решения задач линейной алгебры	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение индивидуального задания	10	-	12
Тема 4	Численное решение нелинейных уравнений и систем	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение индивидуального задания	10	-	15
Тема 5	Численные методы минимизации (максимизации)	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение индивидуального задания	10	-	15
Тема 6	Методы интерполяции и приближения функций	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение курсовой работы	10	-	15
Тема 7	Численное интегрирование и дифференцирование	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение курсовой работы	12	-	20
Тема 8	Численное решение	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к	10	-	15

	обыкновенных дифференциальных уравнений	лабораторным работам; выполнение курсовой работы			
Тема 9	Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	Проработка материала лекций и учебников, подготовка к лабораторным работам; выполнение курсовой работы	12	-	20
Итого:			88	-	132

4.7. Курсовые работы/проекты.

Курсовые работы по дисциплине не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

- технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

- технологии концентрированного обучения, суть которых состоит в создании максимально близкой к естественным психологическим особенностям человеческого восприятия структуры учебного процесса и которые дают возможность глубокого и системного изучения содержания учебных дисциплин за счет объединения занятий в тематические блоки;

- технологии модульного обучения, дающие возможность обеспечения гибкости процесса обучения, адаптации его к индивидуальным потребностям и особенностям обучающихся (применяются, как правило, при самостоятельном обучении студентов по индивидуальному учебному плану);

- технологии дифференцированного обучения, обеспечивающие возможность создания оптимальных условий для развития интересов и способностей студентов, в том числе и студентов с особыми образовательными потребностями, что позволяет реализовать в культурно-образовательном пространстве университета идею создания равных возможностей для получения образования;

- технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых

осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

Максимальная эффективность педагогического процесса достигается путем конструирования оптимального комплекса педагогических технологий и (или) их элементов на личностно-ориентированной, деятельностной, диалогической основе и использования необходимых современных средств обучения.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором или преподавателем, ведущим лабораторные занятия по дисциплине в следующих формах:

- защита индивидуальных заданий;
- защита лабораторных работ.

Фонды оценочных средств, включающие типовые индивидуальные задания, задания к выполнению лабораторных работ, позволяющие оценить результаты текущей и промежуточной аттестации обучающихся по данной дисциплине, помещаются в приложении к рабочей программе в соответствии с «Положением о фонде оценочных средств».

Форма аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями

	и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

Балабко Л.В., Численные методы / Л.В. Балабко, А.В. Томилова - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 163 с. - ISBN 978-5-261-00962-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785261009627.html> (дата обращения: 1.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

Бахвалов Н.С., Численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / Н. С. Бахвалов, А. В. Лапин, Е. В. Чижонков ; под ред. В. А. Садовниченко. - 4-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - 243 с. - ISBN 978-5-9963-2980-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329809.html> (дата обращения: 1.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

Калиткин Н.Н. Численные методы: учеб. пос.- 2-е изд.-СПб:БХВ-Петербург, 2011.

Карманова Е.В., Численные методы : учеб. пособие / Е.В. Карманова. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2015. - 172 с. - ISBN 978-5-9765-2303-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976523036.html> (дата обращения: 1.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

Турчак Л.И., Основы численных методов: Учебное пособие : Учебное пособие. / Турчак Л.И., Плотников П.В. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 304 с. - ISBN 5-9221-0153-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922101536.html> (дата обращения: 1.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

Бахвалов Н. С. Численные методы [Текст] : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - М. : Наука, 1987. - 598 с.

Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях: Учеб. пособие.- М.: Высш. шк., 2000.

Бахвалов Н.С., Численные методы. Решения задач и упражнения : учебное пособие для вузов / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков - М. : Лаборатория знаний, 2016. - 355 с. (Классический университетский учебник) - ISBN 978-5-93208-205-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента"

: [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932082058.html> (дата обращения: 1.09.2019). - Режим доступа : по подписке.

Вержбицкий В.М. Основы численных методов.- М.: Высшая школа, 2005.

Волков Е. А. Численные методы [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Волков. - М. : Наука, 1982. - 256 с.

Копченова Н. В. Вычислительная математика в примерах и задачах [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Копченова, И. А. Марон. - М. : Наука, 1972. - 367 с.

Краскевич В. Е. Численные методы в инженерных исследованиях [Текст] : учеб. пособие / В. Е. Краскевич, К. Х. Зеленский, В. И. Гречко. - К. : Вища школа, 1986. - 264 с.

Мэтьюз Д.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. - М.: СПб.; К.: Издат. дом "Вильямс", 2001.

Самарский А. А. Численные методы [Текст] : учеб. пособие / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - М. : Наука, 1989. - 432 с.

Численные методы. Сборник задач [Текст] : учеб. пособие / под ред. У. Г. Пирумова. - М. : Дрофа, 2007. - 144 с.

в) методические указания:

Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Численные методы» для студентов заочной формы обучения направлений подготовки «Прикладная математика и информатика», «Прикладная информатика», «Программная инженерия» [Электронный ресурс] / сост. А. А. Кочевский. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 51 с.

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Численные методы» для студентов направлений подготовки «Прикладная математика и информатика», «Прикладная информатика», «Программная инженерия» [Электронный ресурс] : Лабораторные работы 1-9 / сост. А. А. Кочевский. - Луганск : ЛНУ им. В. Даля, 2019. - 36 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Численные методы» предполагает использование компьютерных классов, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Лабораторные занятия: компьютерный класс с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/
Пакет для математических расчётов	SMath Studio	https://ru.smath.com/
Система компьютерной алгебры	Maxima	http://maxima.sourceforge.net/

Программный пакет решений для работы с математическими моделями и графиками	GNU Octave	http://www.gnu.org/software/octave/
Среда IDE для C, C++, Fortran.	Codeblocks	http://www.codeblocks.org/ https://sourceforge.net/projects/codeblocks/
Пакет прикладных математических программ - открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов	Scilab	http://www.scilab.org/
Интегрированная среда разработки для Python	Eclipse	https://www.eclipse.org/