

Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2024. Т. 30, № 4. С. 122–132. ISSN 2073-1426

Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2024, vol. 30, no. 4, pp. 122–132.

ISSN 2073-1426

Научная статья

УДК 378:62

EDN 378:62

<https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-4-122-132>

ДИДАКТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Рахимов Амон Акпарович, кандидат педагогических наук, доцент, Политехнический институт Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими, Таджикистан, Худжанд, amon_rahimov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2075-44>

Аннотация. В настоящей статье рассматривается дидактический подход к использованию компьютерного моделирования в процессе математической подготовки студентов в техническом вузе, а также проанализированы различные компьютерные программы, такие как Wolfram Alpha, онлайн-калькулятор и другие. Предложена актуальная версия методики использования компьютерного моделирования в процессе обучения математике, представлены новая модель и алгоритмы для вычисления задач численными методами, а также разработки программного обеспечения в решении задач численного метода. Данная программа разработана в среде компьютерного языка программирования JavaScript. Использование компьютерного моделирования в процессе преподавания математики совершенствует качество обучения, повышает интерес студентов к предмету. Приведенные в статье программы смогут помочь в обучении математике студентам, ученикам, а также преподавателям во всех ступенях образования.

Ключевые слова: методика обучения, программное обеспечение, компьютерное моделирование, модель, математика, компьютерные программы, программа Wolfram Alpha, онлайн-калькулятор, C++, Python, JavaScript.

Для цитирования: Рахимов А.А. Дидактические подходы к использованию компьютерного моделирования в процессе математической подготовки студентов в техническом вузе // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2024. Т. 30, № 4. С. 122–132. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-4-122-132>

Research Article

DIDACTIC APPROACHES THE USE OF COMPUTER MODELING OF THE PROCESS OF MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS IN A TECHNICAL UNIVERSITY

Amon A. Rakhimov, Candidate of Pedagogical Associate Professors, Polytechnic of the Tajik Technical University named after M.S. Osimi in Khujand, Tajikistan, Khujand, amon_rahimov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2075-44>

Annotation. This article discusses the didactic approach of using computer modeling of the process of mathematical training of students at a technical university, and also in this work various computer programs such as Wolfram Alpha, online calculator and other programs are analyzed. Another version of the methodology is proposed: the use of computer modeling in the process of teaching mathematics, the creation of a new model and algorithms for calculating problems using numerical methods, as well as software development in solving problems of the numerical method. This program is developed in the environment of the JavaScript computer programming language. The use of computer modeling in the process of teaching mathematics increases the quality of education and students' interest in the subject. These programs will be able to help students, students, and teachers at all levels of education in teaching mathematics.

Keywords: teaching methods, software, computer modeling, model, mathematics, computer programs, Wolfram Alpha program, online calculator, C++, Python, JavaScript.

For citation: Rakhimov A.A. Didactic approaches to the use of computer modeling of the process of mathematical training of students in a technical university (In Russ.). Vestnik of Kostroma State University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics, 2024, vol. 30, no. 4, pp. 122–132. <https://doi.org/10.34216/2073-1426-2024-30-4-122-132>

Введение. Компьютерные системы, программы и технологии, которые они позволяют использовать, играют все более важную роль в работе и повседневной жизни. Таким образом, способность применять компьютеры для решения задач является важной компетенцией, которую студенты должны развивать, чтобы преуспеть в современном цифровом мире. Даже люди, которые не планируют карьеру в области вычислительной техники, могут получить пользу от развития навыков решения задач, поскольку они улучшают понимание и способствуют решению широкого спектра проблем, выходящих за рамки информатики.

«Решение численными методами» – это итеративный процесс разработки вычислительных решений проблем, которые выражаются в виде логических последовательностей шагов (т. е. алгоритмов), где каждый шаг точно определен, чтобы его можно было выразить в форме, которую способен выполнить компьютер [Глазырина, Карчевский: 5].

Российские ученые: М.А. Науменко (исследования касаются преподавания математики с помощью технических средств и использования компьютерного моделирования), Т.А. Иванова, Д.Л. Егоренков, О.А. Тарасова, Э.Т. Селиванова, К.А. Федулова, Ж.И. Солодовиченко, В.А. Штофф, Л.А. Шкутина и Т.В. Чернякова – обосновывают в своих работах методы обучения математике посредством компьютерного моделирования, использования технологических и информационных средств, применения компьютерных программ при обучении геометрии, математических моделей в обучении будущих инженеров.

В работах современных таджикских исследователей С.Г. Гуломнабиева, З.А. Аминовой, А.А. Умарова, М. Нугмонова, Н.С. Абдуллоева и А.А. Рахимова рассмотрены вопросы использования компьютерных программ, применения математического и компьютерного моделирования, а также использование технических средств в процессе обучения.

Следует отметить, что в настоящее время описано применение компьютерных программ в процессе обучения математике [Астафьяева: 1; Рахимов 2017: 8; Рахимов 2023: 9; Гербеков, Башкаева: 4], использование программы Maple [Рахимов 2023: 10, Рахимов 2022: 11] и программы JavaScript [Рахимов 2023: 12; Рахимов 2024: 13] на теоретических и практических занятиях [Нугмонов: 7], что позволяет эффективно внедрять компьютерное моделирование в процессе обучения студентов технических вузов математике [Рахимов 2024: 14]. Также весьма актуальные вопросы методики обучения основам компьютерного моделирования в педагогическом вузе и школе рассмотрены в работе Селивановой [Селиванова: 15].

Постановка задачи. Постановка задачи заключается в разработке программного и системного обеспечения для решения задач вычислительного метода

с использованием компьютерных программ и технологий. Основной целью работы является создание удобного и функционального инструмента, который позволит пользователям эффективно решать задачи, связанные с численными методами, и внедрять вычислительное моделирование в процессы обучения и математической подготовки студентов технических направлений вузов.

Методика создания программного обеспечения для решения задач вычислительного метода представляет собой инновационный подход, который будет вносить существенный вклад в образовательное пространство. Разработка таких программ обеспечит студентов и начинающих специалистов необходимыми инструментами для эффективного освоения и применения численных методов в обучении математике. Более того, данное программное решение будет способствовать развитию вычислительного мышления и повышению уровня компетенций в области программирования и математики, а также эти программы будут полезными и своевременными для преподавателей математики вузов для проверки письменных работ студентов.

Материалы и методы. В данной работе будут использованы различные методы, включая анализ существующих исследований, проведение экспериментов для тестирования программного обеспечения, проектирование интерфейса и модулей. Комбинация этих методов позволит получить полное понимание разрабатываемого программного решения и оценить его эффективность.

Основная часть. Численные (вычислительные) методы – методы решения математических задач в численном виде. Представление как исходных данных в задаче, так и её решения – в виде числа или набора чисел.

Многие численные методы являются частью библиотек математических программ, являются важной составляющей в системе подготовки инженеров технических специальностей.

Основами для вычислительных методов являются:

- решение систем линейных уравнений;
- интерполирование и приближённое вычисление функций;
- численное интегрирование;
- численное решение системы нелинейных уравнений;
- численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений;
- численное решение уравнений в частных производных (уравнений математической физики);
- решение задач оптимизации.

Проводится анализ популярных языков программирования, которые широко используются в веб-разработке. Эти языки включают в себя такие ин-

струменты, как Python, Java, C++, Fortran и JavaScript. Рассмотрим их особенности и преимущества при разработке программного обеспечения для решения задач численного метода.

Python, пользующийся широкой популярностью среди научного сообщества, предоставляет удобные средства для работы с численными методами. Его мощные библиотеки для символьных вычислений, численного решения уравнений и визуализации делают его привлекательным выбором для научных исследований.

SymPy – это библиотека Python для символьных вычислений, позволяющая проводить аналитическое решение задач.

SciPy – это ключевая библиотека для научных вычислений в Python, предоставляющая множество функций для численного решения дифференциальных уравнений, включая различные методы, такие как метод Эйлера и метод Рунге – Кутты.

FiPy – специализированная библиотека Python для решения частных дифференциальных уравнений.

Эти библиотеки делают Python мощным инструментом для работы с численными методами и научными вычислениями.

Библиотека Numeric предоставляет решения для разнообразных численных задач в JavaScript. Несмотря на то, что JavaScript не является прямым выбором для сложных вычислительных задач, в некоторых случаях его производительность достаточна. Numeric содержит более сотни функций для численной математики, включая операции с векторами и матрицами, решение задач линейной алгебры, работу с разреженными матрицами, комплексными числами и решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Графическое представление результатов осуществляется с помощью библиотеки Flot.

Fortran изначально разрабатывался для решения сложных вычислительных задач и по-прежнему остается популярным выбором для научных и инженерных приложений, особенно на параллельных вычислительных системах. Он предлагает мощные средства для численных вычислений и оптимизации, и его компиляторы входят в список значимых дости-

жений в области информатики.

C++ является универсальным объектно ориентированным языком программирования, который предоставляет гибкие средства для создания новых типов данных и управления памятью. Он широко используется в различных областях, от системного программирования до создания приложений с графическим интерфейсом пользователя. Помимо возможностей, которые дает C, C++ предоставляет гибкие и эффективные средства определения новых типов – объектов. При правильном использовании этот метод позволяет сокращать программный код, создавать программы, легкие для понимания и контроля.

Исходя из изученных материалов и имеющихся навыков в области языков программирования, для проектной части исследовательской работы был выбран язык разметки HTML, язык стилей CSS и интерактивный язык JavaScript.

Решение задач вычислительного метода включает в себя применение математических и алгоритмических методов для моделирования и решения различных задач, таких как численное интегрирование, решение дифференциальных уравнений, решение линейных уравнений и другие. Существует множество веб-сайтов и приложений, которые предоставляют инструменты и ресурсы для решения таких задач. В данном разделе приводится анализ таких программных решений.

На рисунке 1 показано решение системы линейных уравнений с помощью программы Maple. Решение было совершено с помощью оператора *solve*. Нужно отметить, что использование всех возможностей Maple может потребовать времени и усилий для изучения, особенно для новичков в программировании и математике, что является его главным минусом. Также Maple предоставляет свой собственный язык программирования, что может усложнить работу пользователям, привыкшим к другим языкам программирования, таким как Python или Matlab.

Для эффективной работы Maple требуются мощные компьютеры с большим объемом оперативной памяти. Maple является коммерческим программным

Рис. 1. Решение систем линейных уравнений в Maple

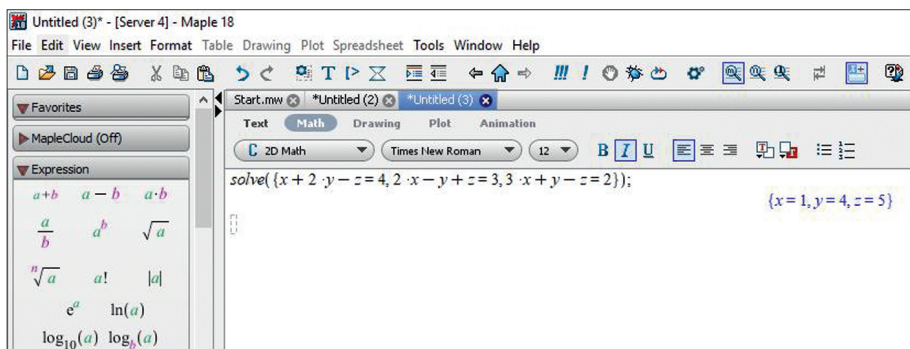
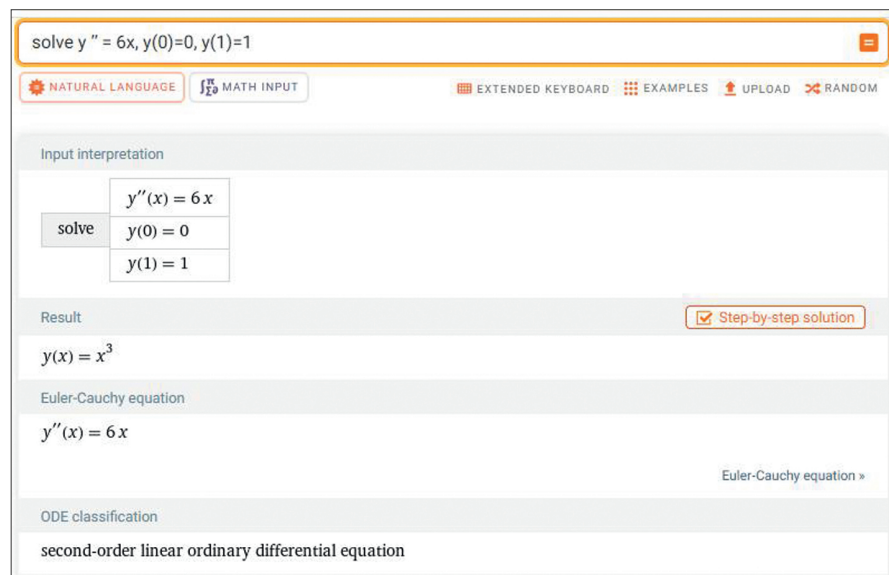


Рис. 2. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений



обеспечением, и для его использования необходимо приобрести лицензию. Это может быть препятствием для студентов и небольших организаций с ограниченным бюджетом.

Таким образом, Maple является мощным инструментом для математического вычисления, которая очень полезна для студентов и профессионалов.

Wolfram Alpha – современная платформа для выполнения численных задач. Это онлайн-программа, предназначенная для решения математических, инженерных и научных задач. Она отличается от других поисковых систем, таких как Google, тем, что сразу предоставляет результат, а не ссылки. Данная программа позволяет получить информацию о математических объектах, решать математические задачи, строить график функций и поверхностей. Доступна как бесплатная версия с ограниченными возможностями, так и платная с расширенным функционалом.

Wolfram Alpha обеспечивает возможность решать математические задачи, такие как дифференцирование, интегрирование, решение уравнений и работа с матрицами. Программа охватывает множество разделов математики, включая высшую математику технического вуза, и предоставляет готовые ответы, что полезно для обучения и самопроверки.

На рисунке 2 представлено решение обыкновенного дифференциального уравнения. Система решила его, предоставила результат и определила тип уравнения – линейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка. Пошаговое решение недоступно в бесплатной версии, его нужно купить. Важно отметить, что Wolfram Alpha поддерживает только английский язык, что ограничивает ее использование говорящими на других языках.

Таким образом, проводя анализ функционала программы Wolfram Alpha, важно отметить, что она предоставляет широкий спектр возможностей, включая

поиск информации, решение уравнений, построение графиков, дифференцирование, интегрирование и многое другое. Также она предоставляет готовые результаты, что упрощает процесс получения информации. Программа имеет удобный интерфейс, с которым легко взаимодействовать. При наборе первых символов отображается похожий запрос, и, выбрав готовый шаблон, можно изменить его под свои данные. В отличие от специализированных математических программ, таких как Matlab, Maple, Mathcad, эта программа разработана специально для использования в онлайн-режиме, не требуя установки на компьютер.

Анализ онлайн-калькуляторов для решения задач вычислительного метода. Описанные Выше программы Maple и Wolfram Alpha, хотя и предоставляют мощные возможности для вычисления, обладают интерфейсом, который может оказаться сложным для восприятия и повседневного использования неспециалистом. Пользователям, не имеющим глубоких знаний в области математики и программирования, может быть трудно использовать эти программы эффективно. Для решения данной задачи существует более доступные и удобные онлайн-калькуляторы для решения задач вычислительного метода. Такие калькуляторы являются легко воспринимаемыми для широкого круга пользователей и имеют простой интерфейс, который позволяет быстро и удобно выполнять различные вычисления. Данный раздел описывает такие разработанные онлайн-калькуляторы.

Онлайн-калькулятор Math (<https://math.semestr.ru/>) можно использовать для проверки своего решения по многим математическим и экономическим дисциплинам. Результат решения – это отчет в формате Word (и Excel при необходимости), содержащий ход решения с комментариями, исходные формулы и выводы.

Рис. 3. Решение СЛАУ методом Гаусса с помощью онлайн-калькулятора Math (шаг 1)

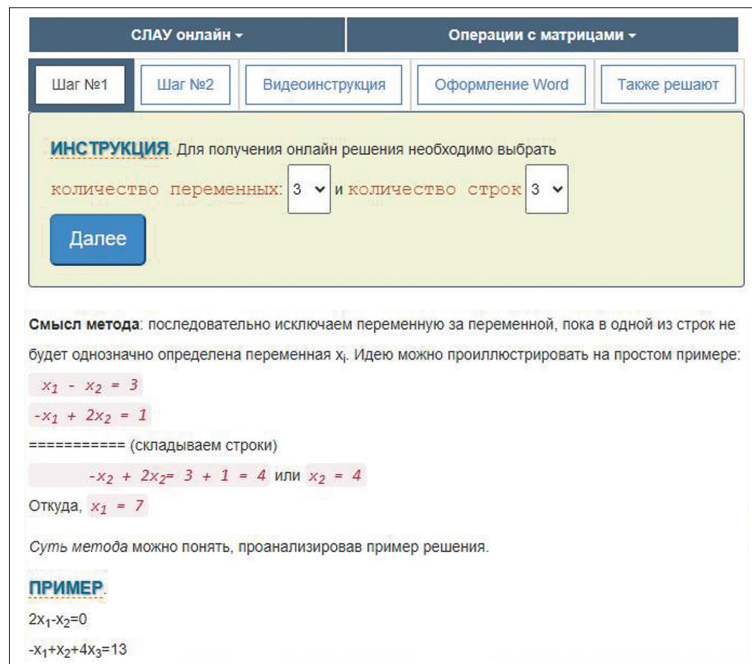
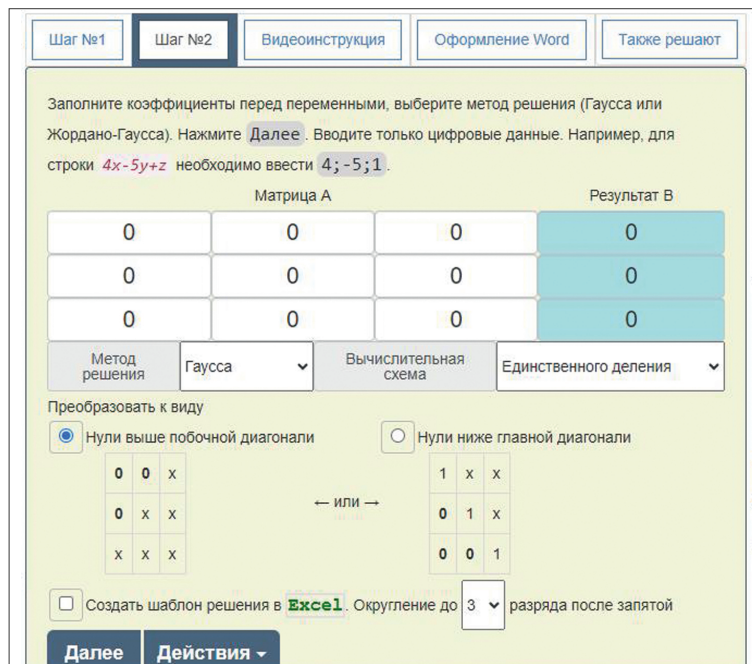


Рис. 4. Решение СЛАУ методом Гаусса с помощью онлайн-калькулятора Math (шаг 2)



Данный ресурс предоставляет решения по таким направлениям вычислительной математики, как методы поиска нулей функции, методы минимизации функций, итерационные методы решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), прямые методы решения СЛАУ, численное интегрирование функций, вычисление определителей.

На рисунке 3 показан первый шаг решения СЛАУ методом Гаусса, где сначала нужно выбрать количество переменных и количество строк. Важно отметить, что тут предоставлены такие возможности веб-ресурса, как видеоинструкция и оформления решения СЛАУ в Word. Также описывается смысл метода, пример решения и вывод.

На рисунке 4 продемонстрирован второй шаг решения СЛАУ, где необходимо заполнить коэффициенты перед переменными и выбрать метод решения. При заполнении данных выводится пошаговое решение и результат. Как видно, онлайн-калькулятор имеет простой интерфейс, который упрощает ввод данных.

В целом онлайн-калькулятор Math (<https://math.semestr.ru/>) представляет собой полезный инструмент для решения математических и экономических задач с простым интерфейсом, подробными шагами решения и возможностью генерировать отчеты. Однако следует учитывать его ограничения по функциональности и необходимость доступа в Интернет для использования.

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод, что для разработки программы с целью решения задач вычислительного метода важно учесть принципы, выделенные в данном разделе. Программа должна предоставлять понятный интерфейс, обеспечивать высокую точность результатов, работать эффективно и надежно, а также быть доступной в Интернете.

Моделирование прецедентов использования.

В данном разделе рассматривается процесс моделирования прецедентов использования, который определяет поведение системы. Существует несколько методов визуализации, применяемых для моделирования поведения системы: диаграмма прецедентов использования, диаграмма последовательностей, диаграмма коммуникации и диаграмма деятельности.

Диаграмма вариантов прецедентов – это тип поведенческой диаграммы UML, который позволяет визуализировать различные типы ролей в системе, а также то, как эти роли взаимодействуют с системой.

Данная диаграмма вариантов прецедентов (рис. 5) описывает взаимодействие между пользователем и системой. Рассмотрим действия каждого из акторов:

- выбор методов вычислительного метода (пользователь): пользователь может выбрать методы для решение конкретных задач из имеющего списка;
- ввод данных для вычисления (пользователь): после выбора метода пользователь вводит необходимые данные для расчета;
- просмотр результата (пользователь): после завершения расчета пользователь может рассматривать результат;
- обработка запроса и решение задачи (система): на данном этапе система обрабатывает данные в соответствии с данными, которые вводил пользователь. Далее выполняются необходимые шаги для получения результата.

Таким образом, диаграмма вариантов прецедентов по данной теме описывает поведение основных акторов: пользователя и системы.

Рис. 5. Диаграмма вариантов прецедентов программного обеспечения

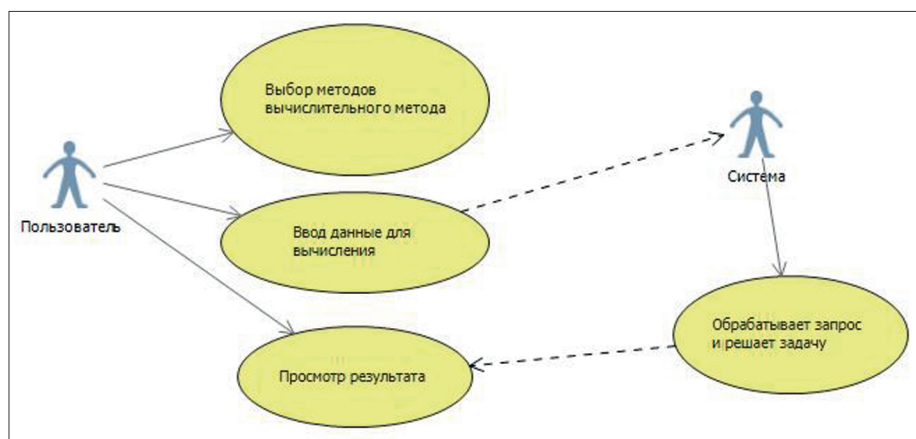
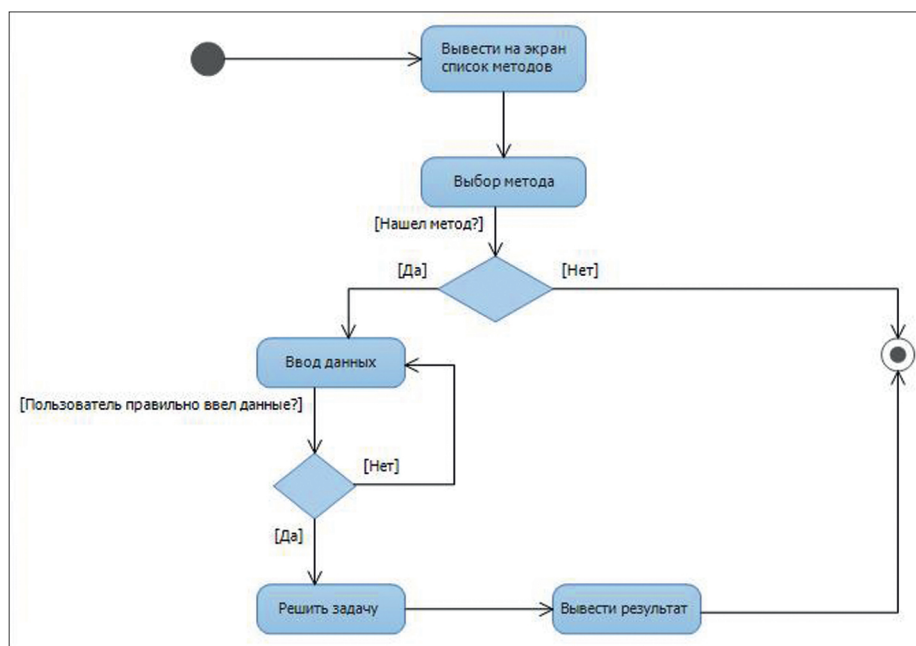


Рис. 6. Диаграмма деятельности программного обеспечения



Модель деятельности описывает поведение, в которой участвуют несколько элементов системы. Это может быть поведение, которое проявляется в выполнении конкретной задачи или компоненты функциональности, которую можно использовать в разных частях системы.

Диаграмма деятельности показывает шаги вычисления. Каждый из таких шагов называется действием. Действия нельзя разбить на более мелкие части. Диаграмма деятельности описывает, какие шаги выполняются последовательно, а какие параллельно. Передача управления от одного состояния вида деятельности к другому называется потоком управления. Ниже представлена диаграмма деятельности для исследуемой темы:

Диаграмма деятельности для темы «Разработка программы для решения задач вычислительного метода» (рис. 6) начинается с блока «Начало», который означает старт процесса. От этого блока линия идет к блоку «Вывести на экран список методов», где будут отображаться доступные методы.

Далее идет блок «Выбор метода», где пользователь выбирает метод для решения своей задачи. В зависимости от выбора пользователя процесс идет к блоку условия. Если пользователь не нашел метод, процесс заканчивается блоком «Конец». Если же он нашел метод для решения своей задачи, то стрелка идет к блоку «Ввод данных», где пользователь должен ввести данные, для того чтобы система решила задачу. Здесь ставится условие: если ввод данных неверен, сообщается об ошибке ввода данных и процесс заново идет к блоку «Ввод данных».

В блоке «Решить задачу» выполняются необходимые алгоритмы на основе выбранного метода и введенных значений. Результат задачи будет отображаться с помощью блока «Вывести результат». Процесс заканчивается с помощью блока «Конец».

Таким образом, диаграмма деятельности отображает основные шаги и условия, которые выполняются в процессы работы программы.

В данном разделе статьи рассматривается процесс создания программного обеспечения, предназначенного для решения задач вычислительного метода. В ходе работы освещаются ключевые аспекты, начиная с реализации программы с учетом выбранного языка программирования и заканчивая оценкой экономической эффективности разработанной программы.

Например, рассмотрим один из разделов численного метода, элементарную теорию погрешностей. Ниже приводятся теоретические сведения, построение блок-схемы, алгоритм решения и реализация с помощью компьютерного моделирования JavaScript.

Определение 1. Приближенным значением некоторой величины a называется число a_p , которое не-

значительно отличается от точного значения этой величины. Пусть a – точное значение некоторой величины, а a_p – ее приближенное значение.

Определение 2. Абсолютной погрешностью Δ приближенного значения называется модуль разности между точным и приближенным значениями этой величины:

$$\Delta = a - a_p \quad (1)$$

Определение 3. Относительной погрешностью приближенной величины a_p называется отношение абсолютной погрешности приближенной величины к абсолютной величине ее точного значения:

$$\delta = \frac{|a_p - a|}{|a|} = \frac{\Delta}{|a|} \quad (2)$$

Это равенство можно записать в другой форме: $|a|\delta$.

Таким образом, алгоритм нахождения абсолютной и относительной погрешности представлен на рисунке 7.

Алгоритм решения:

1. Ввод a, a_p (приближенное значение);
2. Вычисление абсолютной погрешности:
 $\Delta = a - a_p$;
3. Вычисление относительной погрешности:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{|a_p|};$$

4. Вывод результатов абсолютной и относительной погрешностей.

Реализация программы с учетом выбранного языка. Рассматриваются примеры кода и демонстрируются специфические возможности языка, которые использовались для реализации программы.

Для раздела вычислительного метода «Элементарная теория погрешностей» была разработана программа, которая предназначена для вычисления абсолютной и относительной погрешностей между фактическим

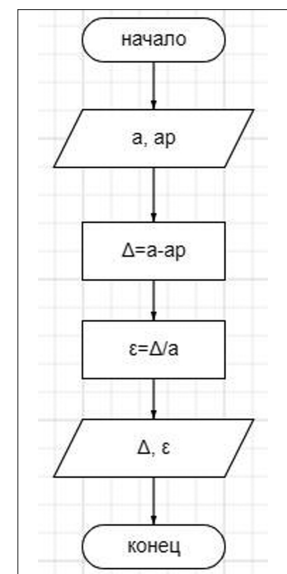
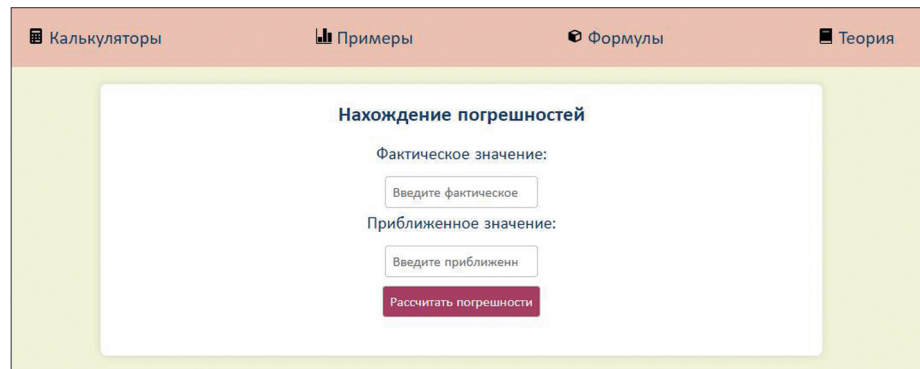


Рис. 7. Блок-схема нахождения абсолютной и относительной погрешностей

Рис. 8. Страница «Нахождение погрешностей»



и приближенным значениями. Веб-сайт состоит из HTML-разметки, CSS-стиля и JavaScript-кода.

HTML-разметка определяет форму для ввода фактического и приближенного значений, а также кнопку для запуска расчета погрешностей. Результаты расчета отображаются в специальном контейнере.

JavaScript-код выполняет расчеты погрешностей при нажатии на кнопку. Функция `calculateErrors()` получает значения из полей ввода, проверяет их на корректность, а затем вычисляет абсолютную и относительную погрешности. Результаты отображаются в виде текста с помощью `innerHTML`.

Программа также предусматривает обработку ситуации, когда введены некорректные значения или когда введено нечисловое значение. В этом случае выводится соответствующее сообщение о необходимости ввода корректных значений.

Готовая страница «Нахождение погрешностей» (см. рис. 8).

Ниже представлен скрипт, который используется для вычисления абсолютной и относительной погрешностей:

```
<script>
function calculateErrors() {
  const actualValueparseFloat (document.
getElementById ('actualValue').value);
  const approximateValue = parseFloat(document.get
ElementById('approximateValue').value);
  if (isNaN(actualValue) || isNaN(approximateValue)) {
    document.getElementById('result').innerHTML = 'По-
жалуйста, введите корректные значения.';
    return;}
  const absoluteError = Math.abs(actualValue -
approximateValue);
  const relativeError = Math.abs((actualValue -
approximateValue) / actualValue) * 100;
  const resultMessage = `Абсолютная погрешность:
${absoluteError.toFixed(5)}
<br>Относительная погрешность: ${relativeError.
toFixed(5)}`;
  document.getElementById('result').innerHTML =
resultMessage;}
</script>
```

Функция начинается с извлечения значений фактического и приближенного из HTML-элементов с помощью метода `getElementById()`. Затем проверяется, являются ли введенные значения числами с помощью `isNaN()`. Если хотя бы одно из значений не является числом, выводится сообщение об ошибке.

В случае корректных введенных значений функция вычисляет абсолютную погрешность, вычитая приближенное значение из фактического и применяя функцию `Math.abs()` для получения абсолютного значения. Затем вычисляется относительная погрешность делением абсолютной погрешности на фактическое значение, умноженное на 100 для получения процентного значения.

Затем создается строка `resultMessage`, содержащая результаты расчетов. Данные выводятся в HTML-элементе с идентификатором 'result' с помощью свойства `innerHTML`, чтобы отобразить разметку HTML, которая включает в себя вычисленные значения абсолютной и относительной погрешностей.

Код является примером простого и понятного интерактивного веб-сайта для расчета погрешностей, который может быть легко встроен на веб-страницу для использования конечными пользователями.

Заключение

1. В ходе данного исследования была проведена обширная аналитическая работа, направленная на изучение предметной области вычислительного метода и анализа существующих программных продуктов в этой области.

2. В результате исследования были рассмотрены элементарная теория погрешностей, алгебра матриц, методы решения систем линейных уравнений, нелинейных уравнений, а также методы решения дифференциальных уравнений. Также проведен обзор техник и технологий создания и разработки программного обеспечения, что является важным для дальнейшего развития программного продукта в современном мире.

3. Также были рассмотрены прецеденты использования, моделирование деятельности, классов, взаимодействия и моделирование прецедентов использования, что позволило разработать более полное

представление о функциональности и структуре программного продукта.

4. Была описана реализация программы для решения задач вычислительного метода математики, рассмотрены основные этапы реализации программы с учетом выбранного языка программирования. Также проведено сравнение результатов задач, решенных с использованием разработанной программы, с результатами, полученными с использованием других программных продуктов.

На основе выполненной работы можно сделать вывод о том, что разработанная программа представляет собой эффективный инструмент для решения различных задач вычислительного метода математики, процесса математической подготовки студентов технических направлений вузов. Сравнение результатов с другими программами подтверждает корректность работы программы и ее потенциал в решении математических задач. Разработка веб-интерфейса также обеспечивает удобство использования программы для широкого круга пользователей.

В дальнейшем планируется расширение функциональности программы, улучшение интерфейса и предоставление пошагового решения пользователям.

Список литературы

- Астафьяева Л.К., Емелина И.Д.* Компьютерные технологии в преподавании математики // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 13. С. 260–263.
- Астратов Ю.* Размышления об использовании компьютеров в учебном процессе // Информатика и образование. 1987. № 5. С. 92–95.
- Ахмадиев Ф.Г.* Численные методы. Примеры и задачи: учеб.-метод. пособие по курсам «Информатика» и «Вычислительная математика» / сост.: Ф.Г. Ахмадиев, Ф.Г. Габбасов, Л.Б. Ермолаева, И.В. Маланичев. Казань: КГАСУ, 2017. 107 с.
- Гербеков Х.А., Башкаева О.П.* Место математического и компьютерного моделирования в системе современного общего образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Информатизация образования. 2017. Т. 14. С. 17–23.
- Глазырина Л.Л., Карчевский М.М.* Введение в численные методы: учеб. пособие. Казань: Казан. ун-т, 2017. 122 с.
- Киясов С.Н., Шурыгин В.В.* Дифференциальные уравнения. Основы теории, методы решения задач: учеб. пособие. Казань: Казанский федеральный университет, 2011. 112 с.
- Нугмонов М., Рахимов А.А.* Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по высшей математике в техническом вузе в условиях кредитной технологии обучения // Вестник Педагогического университета. 2013. № 5-2 (54). С. 200–205.
- Рахимов А.А.* Роль компьютерного моделирования в процессе обучения математике студентов технического вуза // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф.; Омск, 15 марта 2024 года. Омск: Омский государственный педагогический университет, 2024. С. 145–150.
- Рахимов А.А.* Использование компьютерного моделирования AUTOCAD в образовательном процессе для студентов технических направлений вуза // Наука и практика в образовании: электрон. науч. журнал. 2024. Т. 5, № 2. С. 43–48. https://doi.org/10.54158/27132838_2024_5_2_43.
- Рахимов А.А.* Решение систем линейных уравнений с использованием компьютерного моделирования MS Excel и Maple 18 при обучении студентов технических вузов // Инновационные подходы к обучению математике в школе и вузе: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф.; Омск, 15 марта 2024 года. Омск: Омский государственный педагогический университет, 2024. С. 150–153.
- Рахимов А.А.* Использование компьютерного моделирования в процессе обучения алгебре студентов технических направлений // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2024. № 1 (88). С. 49–61. <https://doi.org/10.69571/SSPU.2024.88.1.023>.
- Рахимов А.А., Комилов М.* Методические особенности использование компьютерного моделирования Python и MS Excel в обучении математике на изучающую тему «теория погрешностей» студентами технических направлений вузов // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации (шифр – МКСТР): сб. материалов XXIII Междунар. науч.-практ. конф.; Москва, 30 апреля 2024 г. Москва: Экономическое образование, 2024. С. 9–23.
- Рахимов А.А.* Компьютерное моделирование как один из способов повышения эффективности обучения по высшей математике в техническом вузе // Вестник Костромского государственного университета. Сер.: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2023. Т. 29, № 2. С. 132–143.
- Рахимов А.А., Умаров А.А., Мухаббатов Х.К.* Методика моделирования процесса нахождения приближенных значений определённого интеграла с помощью формулы прямоугольников с применением программы JavaScript // Вестник Педагогического университета. Сер. 2: Педагогика и психология, методика преподавания гуманитарных и естественных дисциплин. 2023. № 3 (17). С. 155–161.
- Селиванова Э.Т.* Методика обучения основам компьютерного моделирования в педагогическом вузе и школе: дис. ... канд. пед. наук. Новосибирск, 2000. 144 с.

References

- Astafyaeva L.K., Emelina I.D. *Komputernie tehnologii v prepodovanii matematiki* [Computer technologies in teaching mathematics]. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 2013, no. 13, pp. 260-263. (In Russ.)
- Astratov Y. *Razmishlenie ob ispolzovanie komputerov v uchebnom prosese* [Reflections on the use of computers in the educational process]. *Informatika i obrazovanie* [Informatics and education], 1987, no. 5, pp. 92-95. (In Russ.)
- Akhmadiev F.G. *Chislenniy metody. Primeri i zadachi. Uchebnoe – metodicheskoe posobie po kursam "Informatika" i "Vychislitel'nay matematika"* [Numerical methods. Examples and tasks. Educational and methodical manual for the courses "Computer Science" and "Computational Mathematics"], comp.: F.G. Akhmadiev, F.G. Gabbasov, L.B. Ermolaeva, I.V. Malanichev. Kazan, KGASU Publ., 2017, 107 s. (In Russ.)
- Gerbekov H.A., Bashkaeva O.P. *Mesto matematicheskogo modelirovaniya v sisteme sovremennogo obrazovaniya* [The place of mathematical and computer modeling in the system of modern general education]. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Ser.: Informatizacija obrazovaniya* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Ser.: Informatization of education], 2017, vol. 14, pp. 17-23. <https://doi.org/https://doi.org/>. (In Russ.)
- Glazyrina L.L., Karchevsky M.M. *Vvevenie v chislennye metody: ucheb. posobie* [Introduction to numerical methods: a textbook], L.L. Glazyrina, M.M. Karchevsky. Kazan, Kazan. univ. Publ., 2017, 122 p. (In Russ.)
- Kiyasov S.N., Shurygin V.V. *Dyferentsialnie uravnenie. Osnovy teorii i metody* [Differential equations. Fundamentals of theory, methods of solving problems]: a textbook. Kazan, Kazan Federal University Publ., 2011, 112 p. (In Russ.)
- Nugmonov M., Rakhimov A.A. *Metodicheskoe obespechenie samoatoytel'noy raboty studentov po vysshey matematike v tekhnicheskoy vuzov v usloviykh kreditnoy tekhnologii obucheniya* [Methodological support for independent work of students in higher mathematics at a technical university in terms of credit technology of education]. *Vestnik Pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Pedagogical University], 2013, no. 5-2 (54), pp. 200-205. (In Russ.)
- Rakhimov A.A. *Rol komputernogo modelirovaniya v protsesse obucheniya matematike studentov tekhnicheskoy vuzov* [The role of computer modeling in the process of teaching mathematics to students of a technical university]. *Innovacionnye podhody k obucheniju matematike v shkole i vuzov: materialy IV Vseros. nauch.-prakt. Konf.* [Innovative approaches to teaching mathematics at school and university: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference]; Omsk, March 15, 2024. Omsk, Omsk State Pedagogical University Publ., 2024, pp. 145-150. (In Russ.)
- Rakhimov A.A. *Ispolzovanie komputernogo modelirovaniya AUTOCAD v obrazovatel'nom protsesse dly studentov tekhnicheskoy napravleniy vuzov* [The use of AUTOCAD computer modeling in the educational process for students of technical areas of higher education]. *Nauka i praktika v obrazovanii: jelektron. nauch. zhurnal* [Science and practice in education: electronic scientific journal], 2024, vol. 5, no. 2, pp. 43-48. https://doi.org/10.54158/27132838_2024_5_2_43. (In Russ.)
- Rakhimov A.A. *Reshenye lynenykh uravneniy s ispolzovaniem komputernogo modelirovaniya MS Excel i Maple 18 pry obuchenii studentov tekhnicheskoy vuzov* [Solving systems of linear equations using computer modeling MS Excel and Maple 18 in teaching students of technical universities]. *Innovacionnye podhody k obucheniju matematike v shkole i vuzov: materialy IV Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Innovative approaches to teaching mathematics at school and university: materials of the IV All-Russian Scientific and Practical conference]; Omsk, March 15, 2024. Omsk, Omsk State Pedagogical University Publ., 2024, pp. 150-153. (In Russ.)
- Rakhimov A.A. *Ispolzovanie komputernogo modelirovaniya v protsesse obucheniya algebra studentov tekhnicheskoy vuzov* [The use of computer modeling in the process of teaching algebra to students of technical fields]. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Surgut State Pedagogical University], 2024, no. 1 (88), pp. 49-61. <https://doi.org/10.69571/SSPU.2024.88.1.023>. (In Russ.)
- Rakhimov A.A., Komilov M. *Metodicheskie osobennosti ispol'zovanie komp'yuternogo modelirovaniya Python i MS Excel v obuchenii matematike na izuchajushhuyu temu «teorija pogreshnostej» studentami tekhnicheskoy napravleniy vuzov* [Methodological features of the use of computer modeling python and MS excel in teaching mathematics on the topic "theory of errors" by students of technical areas of universities]. *Sovremennye tendencii razvitiya nauki i mirovogo soobshhestva v jepohu cifrovizacii (shifr – MKSTR): sb. materialov XXIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Modern trends in the development of science and the world community in the era of digitalization (cipher-MCSTR): A collection of materials of the XXIII International Scientific and practical Conference; Moscow, April 30, 2024]. Moscow, Economic Education Publ., 2024, pp. 9-23. (In Russ.)
- Rakhimov A.A. *Komputernoe modelirovanie kak odin iz sposobov effektivnosti obucheniya po vysshey matematike v tekhnicheskoy vuzov* [Computer modeling as one of the ways to improve the effectiveness of higher mathematics education in a technical university]. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Pedagogika. Psihologija. Sociokinetika* [Bulletin

of Kostroma State University. Ser.: Pedagogy. Psychology. Sociokinetics], vol. 29, no. 2, pp. 132-143. (In Russ.)

Rakhimov A.A., Umarov A.A., Mukhabbatov H.K. *Metodika modelirovani protsesa nahogdenya priblizhenykh znacheniy opredelennogo integral* [Methodology for modeling the process of finding approximate values of a certain integral using a rectangle formula using a Javascript program]. *Vestnik Pedagogicheskogo universiteta. Ser. 2: Pedagogika i psihologija, metodika prepodavaniya gumanitarnykh i estestvennykh disciplin* [Bulletin of the Pedagogical University. Ser. 2: Pedagogy and Psychology, methods of teaching humanities and natural sciences], 2023, no. 3 (17), pp. 155-161. (In Russ.)

Selivanova E.T. *Metodika obusheniya komputernogo modelirovaniya v pedagogicheskom vuze* [Methods of teaching the basics of computer modeling in a pedagogical university and school]: Dissertation of the Candidate of Pedagogical Sciences. Novosibirsk, 2000, 144 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 16.08.2024; одобрена после рецензирования 19.09.2024; принята к публикации 25.10.2024.

The article was submitted 16.08.2024; approved after reviewing 19.09.2024; accepted for publication 25.10.2024.