

DOI 10.69571/SSPU.2024.88.1.023

УДК 378.14:51:004.9

ББК 22.1с515

А.А. РАХИМОВ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ
ОБУЧЕНИЯ АЛГЕБРЕ СТУДЕНТОВ
ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ**

A.A. RAKHIMOV

**THE USE OF COMPUTER MODELING
IN THE PROCESS OF TEACHING ALGEBRA
TO STUDENTS OF TECHNICAL FIELD**

Образование, а также компьютерное обеспечение производственных процессов являются одними из основных факторов социально-экономического развития общества. В статье рассматривается вклад компьютерного моделирования в процесс обучения математике, а также подготовки студентов в техническом вузе. Использование компьютерных программ в процессе преподавания математики повышает качество обучения, интерес студентов к предмету. Также в статье приведены примеры построения моделей в различных компьютерных программах, таких как Ms Excel, Maple 18 и C++.

Education, as well as computer support for production processes, are among the main factors of socio-economic development of society. The article examines the contribution of computer modeling to the process of teaching mathematics, as well as the preparation of students at a technical university. The use of computer programs in the process of teaching mathematics increases the quality of education and students' interest in the subject. The article also provides examples of building models in various computer programs such as Ms Excel, Maple 18 and C++.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: компьютерное моделирование, модель, математика, компьютерные программы, программа Maple, Ms Excel, C++, технические средства, методика обучения, цифровизация образования

KEY WORDS: computer modeling, model, mathematics, computer programs, Maple program, Ms Excel, C++, technical tools, teaching methods, education digitalization

ВВЕДЕНИЕ. Образование является одним из основных факторов социально-экономического развития общества. Оно определяет будущий имидж общества. Целью моделирования является исследование величин и поиск новых знаний об исходном исследуемом объекте.

Современные учёные, такие как Нугмонов М., Азимова Н.С., Раджабов Т., Шарифов Ж., Саторов Э. и другие, озабочены вопросом преподавания математики в средней и высшей профессиональных школах. Также в области преподавания информационных технологий и компьютерного моделирования исследователи Ф.С. Комилиян и Б.Ф. Файзализода представили научные работы, в которых рассматриваются теория и методика преподавания математики с точки зрения дидактики, педагогики, методики преподавания и воспитания. Данными проблемами занимались известные российские ученые: М.А. Науменко (о преподавании математики с помощью технических средств и использования компьютерного моделирования) [3], Т.А. Иванова [2], Д.Л. Егоренков [1], О.А. Тарасова [10], Э.Т. Селиванова [8], К.А. Федулова [12], Ж.И. Солодовиченко [9], Штофф В.А. [15], Л.А. Шкутина

[14] и Т.В. Чернякова [13]. В их исследованиях обоснованы методы обучения математике посредством компьютерного моделирования, использования технологических и информационных средств, использования компьютерных программ при обучении геометрии, математических моделей в обучении будущих инженеров, подготовки профессиональных учителей (интеграция педагогики и информационных технологий), а также методики обучения компьютерной графике, проводились исследования по обучению студентов вузов.

В работах российских ученых Е.Т. Селивановой [8] исследуется методика преподавания компьютерного моделирования в педагогических вузах и средних школах, а также подготовка будущих учителей по преподаванию предмета компьютерного моделирования, о которой рассказывает Федулова К.А. [12]. Дидактические основы компьютерно-графического моделирования в обучении студентов изучены в работе Л.Н. Солодовichenko [9].

ЦЕЛЬ данной статьи подчеркнуть важную роль использования компьютерного моделирования в процессе обучения алгебры студентов технических направлений. В данной статье проиллюстрировано применение различных компьютерных программ при решении системы линейных уравнений в процессе обучения алгебры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. При подготовке данной работы использовались следующие методы: теоретико-методологический анализ, анализ и синтез. Также были рассмотрены теоретические материалы по исследуемой теме, проведен анализ данных с использованием компьютерных программ. В настоящее время существуют мобильные приложения и сайты, которые ускоряют процесс решения систем алгебраических уравнений. Некоторые студенты могут испытывать затруднения с пониманием цели и порядка решения таких заданий. Для адаптации процесса обучения к современным требованиям представляется целесообразным объединить несколько программ расчета. Сравнение результатов мотивирует студентов к более глубокому пониманию материала и сократит время, затрачиваемое на решение задач.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. В работе К.А. Федуловой [12] обучение компьютерному моделированию представлено как составная часть подготовки будущих преподавателей математики, проведены научные исследования в части психолого-педагогической подготовки кадров для высших учебных заведений.

Многие исследователи (Л.Л. Босова, М.С. Дядченко, Г.А. Кручини, И.В. Роберт, Г.Р. Тараева и др.) показывают, что использование компьютеров и технических средств в учебном процессе предоставляет следующие преимущества: наглядное представление учебной информации, погружение в нее (использование мультимедийных технологий и внутренняя реальность позволяют создать особую среду); повышение мотивации, активной вовлеченности студентов в учебный процесс и т.д.

В работах современных таджикских исследователей Гуломнабиева С.Г., Хаитовой У.Х., Худойбердиева Х.А., Солиева О.М., Рахимова А.А. [5], [6], [7] и Ризоева Э. обсуждены использование компьютерных программ, применение компьютерного моделирования, математического моделирования и использование технических средств в процессе обучения.

Следует отметить, что использование компьютерных программ, в том числе Maple [5], [6] в процессе обучения математике [11] на теоретических и практических занятиях, влияет на эффективность процесса обучения студентов технических вузов математике.

Использование численных методов на базе ЭВМ расширило класс исследуемых задач и создало условия для комплексного анализа проблемы. Если обычно машины брали на себя физические функции человека в производственном процессе, то вычислительные машины расширили интеллектуальные возможности человека.

Благодаря компьютерным технологиям математическое моделирование широко используется в химии, биологии, геологии, медицине, космонавтике, экономике, в военном деле, психологии, лингвистике и других естественных и гуманитарных науках.

Сущность компьютерного моделирования заключается в создании модели, представляющей собой программный комплекс, описывающий поведение системы в процессе эксплуатации. Компьютерная модель предназначена для проведения экспериментов на компьютере и состоит из двух частей — программной и аппаратной. Программная составляющая интерпретируется техническим устройством — процессором компьютера. Только в этом случае компьютерная модель показывает возможности моделируемого объекта.

Математическое моделирование играет важную роль в применении математических методов при решении различных практических задач. Математическая модель записывается в виде уравнений, неравенств, графиков и других математических соотношений и с необходимой точностью описывает важные стороны изучаемого объекта (системы). Замена изучаемого объекта (системы) подходящей моделью позволяет провести научное исследование объекта (системы) с использованием универсальных методов математики. С помощью математики мы учитываем широкий спектр фактов и наблюдений и на основе количественного анализа прогнозируем, как объект (система) будет вести себя в различных условиях и в будущем.

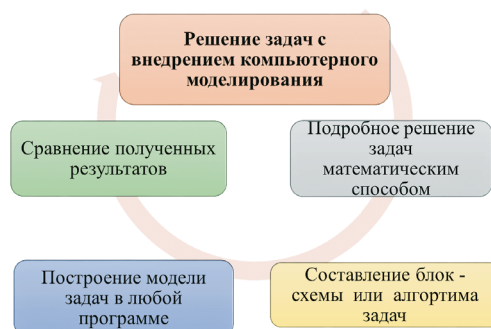
Система компьютерной математики представляет собой сложное программное средство, обеспечивающее автоматизацию, технологическое единство и обработку математических задач с отображением её условий на заранее определённом языке пользователя. Благодаря математическому моделированию достигнуты большие успехи в естественных и гуманитарных науках. Действительно, подтверждаются слова К. Маркса о том, что «современная наука достигнет своих высших высот только в том случае, если она сможет широко использовать математику».

Исследования и эксперименты показывают, что использование компьютерного моделирования целесообразно при обучении не только математике, но и в других областях знаний. Математическое моделирование также широко распространено в сфере экономики. Например, в учебнике Орловой И.В. и В.А. Половникова [4] математические методы и модели в экономике предлагается применять для компьютерного моделирования каждой экономической задачи с помощью программы MS Excel.

Также при изучении теоретической части курса высшей математики в науке рассматриваются методы их использования. После теоретической части приводятся примеры решения ряда задач в виде математических моделей, что делает изучение математических методов и моделей в экономике более простым и доступным. В каждой задаче представлены компьютерные модели, полностью рассмотренные и спроектированные.

На основании исследований вышеупомянутых авторов можно сделать вывод о том, что компьютерное моделирование делает процесс обучения математике более эффективным. Например, для решения задач в процессе обучения математике с использованием компьютерного моделирования можно использовать следующий алгоритм, который показан ниже (рис. 1).

Рис. 1. **Решение примеров и задач с использованием компьютерного моделирования**



В последние годы появление систем компьютерной математики и их постоянное развитие, как количественное, так и качественное, способствует повышению эффективности обучения.

Для решения математических или технических задач могут использоваться следующие компьютерные программы:

- 1) Ms Excel
- 2) Matlab, Maple, Mathematica
- 3) Программируемые компьютерные программы: Visual Basic, Python, C++ и т.д.

С помощью этих программ легко решать примеры и задачи. Работа с задачами вычислительной математики или численными методами невозможна без использования технических средств, так как в примерах и задачах много дробно-рациональных чисел, а результаты их решения выражаются чрезвычайно малыми или большими числами, поэтому использование компьютерного моделирования в процессе математической работы на уроках алгебры очень важно. Теперь рассмотрим примеры и математические задачи, подходящие для студентов инженерных специальностей, в которых используется компьютерное моделирование. Этот метод может быть использован не только для обучения студентов инженерных специальностей, но и для студентов средних учебных заведений и студентов всех специальностей.

Пример. Решите систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} (3x+y+z=-15, \\ @-x-3y=15, \\ @2x+2z=-10.) \end{cases}$$

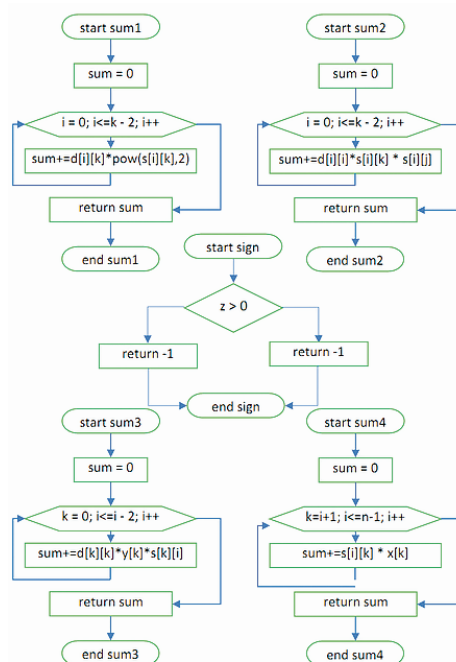
Решение: Как всем известно, в части курса высшей математики по линейной алгебре изучается система линейных алгебраических уравнений. Эту систему можно решить различными математическими методами, такими как метод Крамера, метод Гаусса, метод обращения матрицы и метод Жордана-Гаусса.

Мы не будем выполнять математическое решение этих примеров, поскольку решений подобных примеров и задач в учебниках по математике и в Интернете великое множество. Поэтому рассмотрим решение системы с помощью компьютерного моделирования. Для этого мы используем компьютерные программы Ms Excel, C++ и Maple 18.

Ниже приведены общие сведения о программе на языке C++ и методах её ввода, программирования и вывода.

1. Покажем алгоритм решения системы уравнений в программе на языке C++, которая представлена ниже (рис. 2).

Рис. 2. Блок-схема решения системы линейных уравнений методом Гаусса



2. При подготовке программы на языке C++ появится окно, в котором необходимо ввести название документа, как показано ниже (рис. 3):

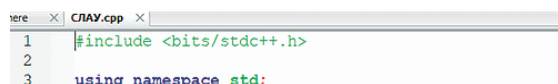


Рис. 3. Наименование документа на C++

3. Затем используются директивы using namespace std, которые позволяют нам использовать стандартные имена, такие как cin, cout и endl, без указания порядка имен std. Функция printMatrix определена для отображения матрицы на экране, показана ниже (рис. 4):

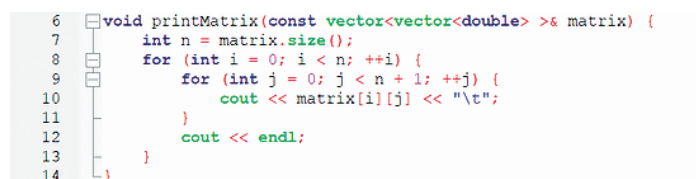


Рис. 4. Ввод матрицы в программе C++

4. Для решения системы уравнений определяется функция solveEquations, как показано ниже (рис. 5):

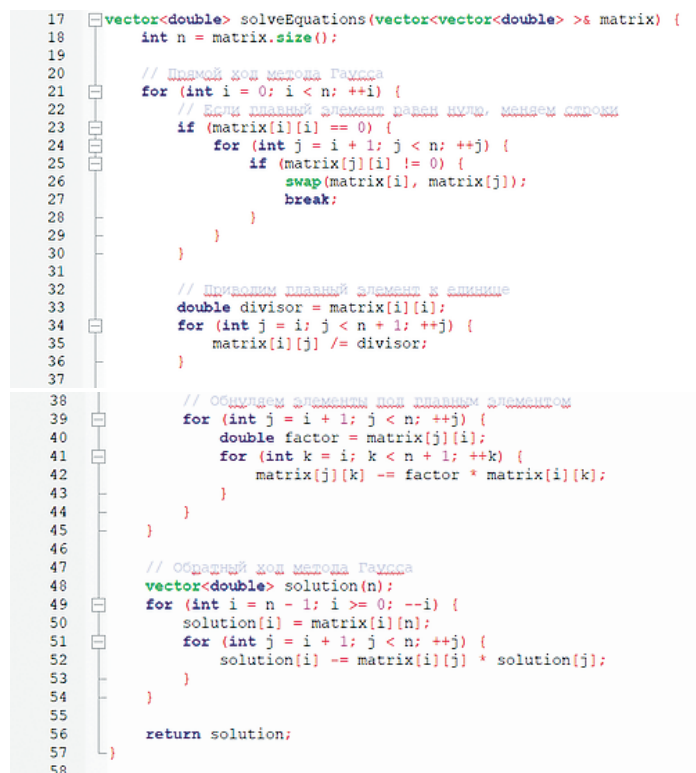


Рис. 5. Модель решения системы уравнений в среде C++

5. Основная функция — это основной логический порядок программы, она показана ниже (рис. 6).

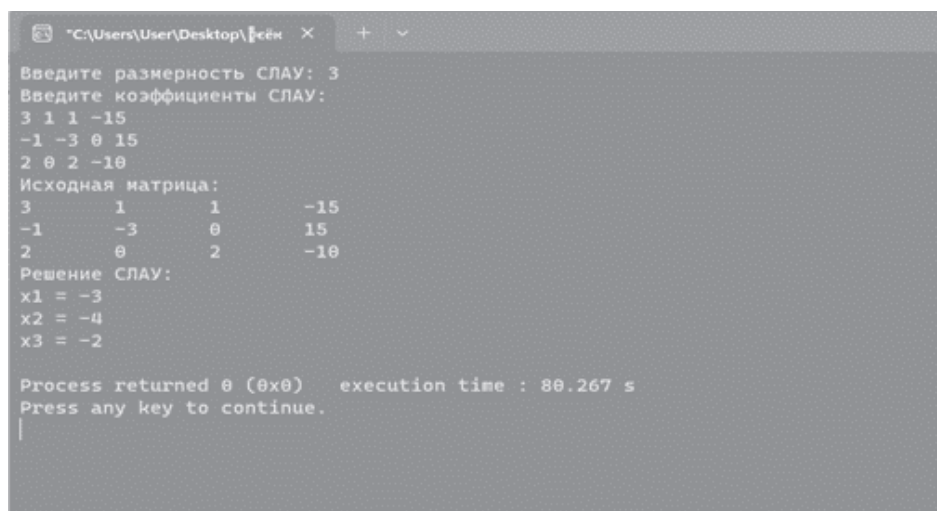
```

59 int main() {
60     setlocale(LC_ALL, "Russian");
61     //system("chcn 1251");
62     int n;
63     cout << "Введите размерность СЛАУ: ";
64     cin >> n;
65
66     vector<vector<double>> matrix(n, vector<double>(n + 1));
67
68     cout << "Введите коэффициенты СЛАУ:" << endl;
69     for (int i = 0; i < n; ++i) {
70         for (int j = 0; j < n + 1; ++j) {
71             cin >> matrix[i][j];
72         }
73     }
74
75     cout << "Исходная матрица:" << endl;
76     printMatrix(matrix);
77

```

Рис. 6. Логическая модель задачи в программе C++

6. Сначала программа запрашивает размеры системы уравнений и присваивает их переменной n . Затем создается двумерная матрица-вектор, размеры которой равны $n \times (n + 1)$. Затем программа печатает исходную матрицу на экране с помощью функции `printMatrix`. Затем начинает работать функция `solveEquations`, которая решает систему уравнений с матричным выражением. Результат сохраняется в векторе решения. Наконец, программа отображает решение системы, которая поэлементно выбирает вектор решения см. ниже (рис. 7).



```

C:\Users\User\Desktop\...
Введите размерность СЛАУ: 3
Введите коэффициенты СЛАУ:
3 1 1 -15
-1 -3 0 15
2 0 2 -10
Исходная матрица:
3      1      1      -15
-1     -3      0      15
2      0      2     -10
Решение СЛАУ:
x1 = -3
x2 = -4
x3 = -2

Process returned 0 (0x0)   execution time : 80.267 s
Press any key to continue.

```

Рис. 7. Окончательный результат решения системы линейных уравнений в среде C++

Программа C++ это компилируемый язык программирования общего назначения, являющийся расширением языка C. Он объединяет принципы процедурного, объектно-ориентированного и общего программирования и использует возможности программирования для создания различных типов программ.

Теперь воспользуемся компьютерным моделированием в Ms Excel и рассмотрим систему уравнений в среде этой программы. Решение этой системы уравнений представлено ниже (рис. 8).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

	A	B	C	D	E	F	G
1	$3x + y + z = -15,$						
2	$-x - 3y = 15,$						
3	$2x + 2z = -10.$						
4							
5							
6	3	1	1	-15			
7	-1	-3	0	15			
8	2	0	2	-10			
9							
10			x	-3			
11			y	-4			
12			z	-2			
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							

At the bottom of the spreadsheet, the text "Халли системан муудилахо" is visible.

Рис. 8. Решение системы уравнений в среде Ms Excel матричным способом

Компьютерная модель указанной задачи, то есть система уравнений, решалась методом обратной матрицы. В среде программы используются следующие порядки: MUMNOJ(массив1; массив2) и MOBR(массив). Для решения системы линейных алгебраических уравнений методом обратной матрицы использовалась следующая математическая формула:

$$X = A^{-1} \cdot B, (1)$$

где A — матрица коэффициентов переменной, A-1 — обратная матрица, а B — матрица свободных членов.

Третий способ — решение системы линейных алгебраических уравнений посредством компьютерного моделирования или программой Maple 18, поскольку эта программа предназначена для решения математических, механических, экономических и т.д. задач. В программе Maple 18 возможно решение любых математических задач в программной среде с помощью математических формул и порядков. Для решения системы линейных алгебраических уравнений в программе Maple 18 воспользуемся командой solve (математическое выражение) и покажем ее окончательный результат ниже (рис. 9).

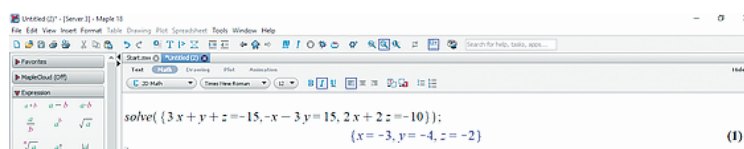


Рис. 9. Решение системы уравнений в среде Maple 18

Одной из самых мощных программ для систем компьютерной математики является программа Maple. Она охватывает многие области математики и может применяться как в системе преподавания и обучения, так и в серьезных научных исследованиях. Работать с этой программой можно как в интерактивном диалоговом режиме, так и путем разработки программ на специальном языке Maple, ориентированном на сложные математические расчеты. Работа Maple в основном ориентирована на символьные преобразования, а основой системы является специальное ядро. Она также включает несколько специализированных пакетов, обычно посвященных конкретным областям математики. Активация этих пакетов осуществляется командой *with*, аргументом которой является имя этого пакета. Всего в Maple имеется более 3000 команд, охватывающих практически все области математики.

Рассмотрим еще один способ решения системы уравнений в программе Maple 18, где показано пошаговое решение системы уравнений методом Гаусса, см. ниже (рис. 10-12).

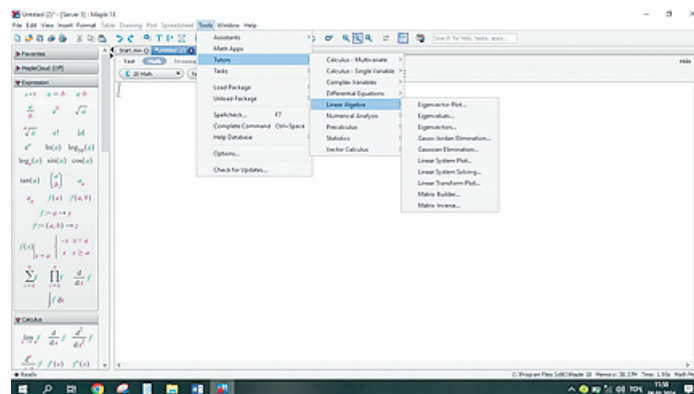


Рис. 10. Выбор пакета линейной алгебры в Maple 18

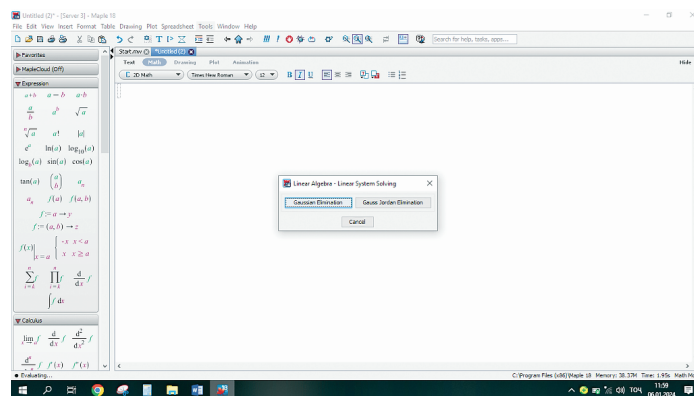


Рис. 11. Выбор метода решения системы в среде Maple 18

Из решения приведенного выше примера можно сделать вывод, что использование компьютерного моделирования в процессе обучения математике значительно облегчает изучение предмета и делает его более интересным для студентов. Как известно, решение системы линейных алгебраических уравнений рассчитывается компьютерным моделистом тремя способами, и среди этих трех способов Maple 18 является самой простой программой, а программа на C++ — более сложной. Все эти программы имеют свои преимущества: с помощью программы на языке C++ можно решать все виды систем уравнений по количеству неизвестных и уравнений; программа Maple 18 специально создана для решения математических задач, и ее производительность меньше, чем у программы на C++, поскольку каждое уравнение системы вводится отдельно; программа Ms Excel считается такой же, как и программа Maple 18, в ее ячейки вводится каждый коэффициент уравнения и записывается общая формула его решения. В этом отношении каждая компьютерная программа имеет свои преимущества.

Программа Maple даёт возможность сделать методы проведения практических и лекционных занятий более эффективными для студентов различных специальностей. Прежде всего, следует отметить, что время, потраченное на ознакомление, изучение языка программирования Maple и приобретение первых навыков работы, значительно меньше, чем время, потраченное на изучение других программ. Кроме того, следует отметить, что элементы исследовательской и учебной деятельности, возникающие в результате использования

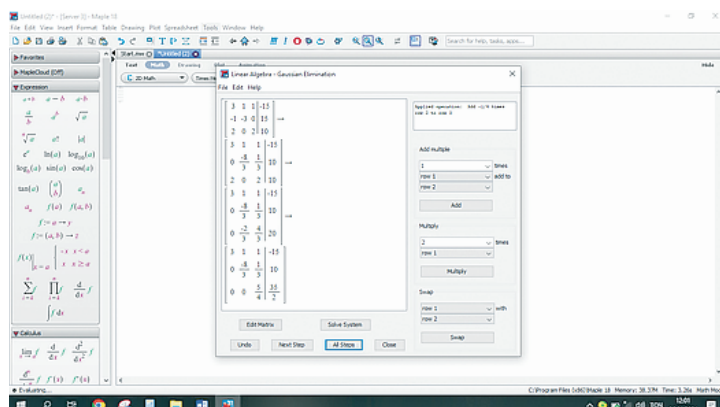


Рис. 12. Пошаговое решения системы уравнений в среде Maple 18

данной программы, значительно повышают интерес студентов к изучаемому предмету. Программа Maple позволяет студентам мыслить самостоятельно, уделять больше времени отслеживанию основных теоретических положений изучаемого предмета, проверять правильность выполнения домашнего задания. Эта программа помогает быстро выполнить простые расчеты и получить не только численный ответ в типовых задачах, но и в некоторых случаях — графическое представление результата. Поэтому мы убеждены, что программу следует широко изучать и использовать в образовательном процессе.

Компьютерное моделирование является одной из фундаментальных отраслей информатики. С 1995 года образовательный курс «Компьютерное моделирование» включен в перечень предметов, направленных на подготовку будущих учителей информатики и математики [15, с.260].

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

Для проведения педагогического эксперимента и получения результатов обучения математике с внедрением компьютерного моделирования были выбраны две учебных группы. В одной из них (группа 1-25.01.07 ра «Экономика и управление в предприятиях») в процессе работы была использована компьютерная математика, группа 1-25.01.04 «Финансы и кредит» — компьютерная математика при обучении математики не использовалась.

Применение данной методики, т.е. компьютерной математики и программ для моделирования схем и моделей, привело к положительным изменениям результатов обучения по математике. 97,7% студентов экспериментальной группы (1-25.01.07 ра) получили положительные баллы по математике (см. рис. 13). В экспериментальной группе занятия проводились с использованием компьютерных программ C++, Python, MS Excel и Maple 18, что привело к улучшению успеваемости студентов (см. Рис. 13).



Рис. 13. Баллы итогового экзамена по математике группы 1–25.01.07 ра

В таблице 1 показано количество студентов и групп, участвующих в экспериментальной работе. Диаграмма представляет сравнительный анализ успеваемости по математике при использовании компьютерного моделирования за первый семестр, с учетом оценок на итоговом экзамене. Количество «десяток», полученных студентами во время обучения в 1-ом семестре на итоговом экзамене, значительно превысило количество «десяток», полученных студентами при обучении без использования компьютерной системы. Результаты свидетельствуют о том, что студенты успешно усвоили материал по данному предмету и могут применить эти программы на других технических дисциплинах.

Таблица 1. Сведения студентов

Оценки	Группы	
	1-25.01.04 ра без внедрения компьютерной математики	1-25.01.07 ра при внедрении компьютерной математики
0	4	1
1	2	0
2	3	1
3	7	2
4	3	2
5	4	5
6	3	7
7	1	6
8	1	3
9	0	4
10	2	6
Всего	30	37

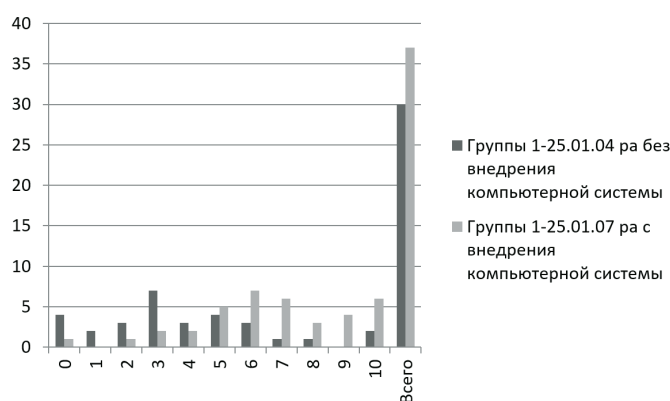


Рис. Сравнительный анализ успеваемости студентов по математике

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Программы компьютерного моделирования позволяют преподавателям на разных этапах изучения каждой новой темы проводить контрольное тестирование, состоящее из «параллельных вариантов». С помощью этих тестов можно проанализировать, насколько обучающиеся усвоили обязательные минимальные знания. Проанализировав результаты теста, можно выявить проблемы, возникшие в процессе обучения. Это особенно

важно при работе со студентами бакалавриата. Однако разработка и апробация многовариантных (или индивидуальных) задач требует от преподавателя больше времени и сил. Использование компьютерной программы Maple эффективно при решении и этой проблемы.

Традиционными методами обучения компьютерному моделированию являются лекции и лабораторные занятия. Лекции направлены на формирование глубоких и систематических знаний в области компьютерного моделирования. На лабораторных занятиях формируются основы понятий курса и умение использовать полученные знания, основные навыки построения и исследования моделей.

Опираясь на все вышесказанное, можно сделать вывод, что изучение компьютерного моделирования является важным компонентом как для общей подготовки учителей информатики и математики, так и при формировании их исследовательских компетенций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования. БГТУ. Спб, 1996. 196 с.
2. Иванова Т.А. Использование информационных технологий в обучении математике и информатике студентов средних специальных учебных заведений технического профиля: Автореф...канд.пед.наук. /Т.А. Иванова. Елабуга, 2008. 26 с
3. Науменко М.А. Формирование системного стиля мышления студентов вуза в процессе компьютерного моделирования математических задач: Дис ... канд. пед. наук [Текст] / М.А. Науменко. Ставрополь, 2010. 210 с.
4. Орлова И.В., Половников В.А. Экономика — математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учеб.пособие. 2-е изд., испр.и.доп. М.: Вузовский учебник: ИНФР А. М.: 2010. 366 с.
5. Рахимов А.А. Компьютерная система Maple как средство формирования творческой самостоятельности в обучении высшей математике студентов технических вузов в условиях кредитной технологии обучения //Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2017. № . 1-4. С. 57-60.
6. Рахимов А.А. Компьютерное моделирование как один из способов повышения эффективности обучения по высшей математике в техническом вузе / А.А. Рахимов // Вестник Костромского государственного университета. Серия: Педагогика. Психология. Социокинетика. 2023. Т. 29. № 2. С. 132-143.
7. Рахимов А.А. Компьютерное моделирование как условие повышения эффективности обучения высшей математике в техническом вузе / А.А. Рахимов // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. 2023. № 4(85). С. 83-98.
8. Селиванова Э.Т. Методика обучения основам компьютерного моделирования в педагогическом вузе и школе: Дисс...канд.пед.наук [Текст]/ Э.Т. Селиванова. Новосибирск, 2000. 144 с.
9. Солодовichenko JI.H. Дидактические основы композиционного компьютерно-графического моделирования в подготовке студентов: Автореф...канд. пед. наук. Караганда, 2001. 26 с.
10. Тарасова О.А. Методика обучения трехмерному компьютерному моделированию в курсе информатики профильной школы: Дис ... канд. пед. наук [Текст] / О.А. Тарасова. СПб., 2005. 226 с.
11. Умаров А.А. Методика моделировании процесса нахождения приближенных значений определённого интеграла с помощью формулы прямоугольников с применением программы Javascript / А.А. Умаров, А.А. Рахимов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия гуманитарных и экономических наук. 2023. № 1-1(107). С. 180-185.
12. Федулова К.А. Подготовка будущих педагогов профессионального образования к компьютерному моделированию: Дисс...канд. пед. наук [Текст]/ Екатеринбург, 2014. 210 с.
13. Чернякова Т.В. Методика обучения компьютерной графике студентов вуза: Автореф... канд пед. наук: 13.00.08 / Т.В. Чернякова. Екатеринбург, 2010. 25 с.

14. Шкутина Л.А. Подготовка педагога профессионального обучения на основе интеграции педагогических и информационных технологий: Автореф...д-р. пед. наук: 13.00.08 / Л.А. Шкутина. Караганда, 2002. 27 с.
15. Штофф В.А. Моделирование и философия / В.А. Штофф. М.: Л.: Наука. 1966. 301 с.

REFERENCES

1. Egorenkov D.L., Fradkov A.L., Harlamov V.YU. *Osnovi matematicheskogo modelirovaniya* [Egorenkov D.L., Fradkov A.L., Kharlamov V. Yu. Fundamentals of mathematical modeling]: BGTU. Spb, 1996. 196 s. (In Russian).
2. Ivanova T.A. *Ispolzovanie informacionnih tehnologii v obuchenii matematike i informatike studentov srednih spetsialnih uchebnykh zavedeniy tehnikeskogo profilya* [Ivanova T.A. The use of information technologies in teaching mathematics and computer science to students of secondary specialized educational institutions of a technical profile]: Avtoref... kand.ped. nauk /T.A. Ivanova. Elabuga, 2008, 26 s. (In Russian).
3. Naumenko M.A. *Formirovanie sistemnogo stilya mishleniya studentov vuza v prosesse kompyuternogo modelirovaniya matematicheskikh zadach* [Naumenko M.A. Formation of a systematic style of thinking of university students in the process of computer modeling of mathematical problems]: Diss ... kand. ped. nauk [Tekst] / M.A. Naumenko. Stavropol, 2010. 210 s. (In Russian).
4. Orlova I.V., Polovnikov V.A. *Ekonomika — matematicheskie metody i modeli: kompyuternoe modelirovanie* [Orlova I.V., Polovnikov V.A. Economics — mathematical methods and models: computer modeling]: Ucheb. posobie. 2-e izd., ispr.i.dop.— M.: Vuzovskiy uchebnik: INFR A. M.: 2010. 366 s. (In Russian).
5. Rakhimov A.A. *Komputernaya sistema Maple kak sredstvo formirovaniya tvorcheskoy samostoyatel'nosti v obuchenii visshей matematike studentov tehnikeskikh vuzov v usloviyah kreditnoy tehnologii obucheniya* [Rakhimov A.A. Maple computer system as a means of forming creative independence in teaching higher mathematics to students of technical universities in terms of credit technology of education] //Vestnik Tadjikskogo natsionalnogo universiteta. Seriya estestvennykh nauk. 2017. № 1-4. S. 57-60. (In Russian).
6. Rakhimov A.A. *Komputernoe modelirovanie kak odin iz sposobov povysheniya effektivnosti obucheniya po visshей matematike v tehnikeskom vuze* [Rakhimov, A.A. Computer modeling as one of the ways to improve the effectiveness of higher mathematics education in a technical university] / A.A. Rakhimov // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika. Psihologiya. Sotsiokinetika. 2023. T. 29, № 2. S. 132-143. (In Russian).
7. Rakhimov A.A. *Komputernoe modelirovanie kak uslovie povysheniya Effektivnosti obucheniya visshей matematike v tehnikeskom vuze* [Rakhimov, A.A. Computer modeling as a condition for improving the effectiveness of teaching higher mathematics at a technical university] / A.A. Rahimov // Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2023. № 4(85). S. 83-98. (In Russian).
8. Selivanova E.T. *Metodika obucheniya osnovam kompyuternogo modelirovaniya v pedagogicheskom vuze i shkole* [Selivanova E.T. Methods of teaching the basics of computer modeling at a pedagogical university and school]: Diss...kand. ped. nauk [Tekst]/ E.T. Selivanova. Novosibirsk, 2000. 144 s. (In Russian).
9. Solodovichenko L.H. *Didakticheskie osnovy kompozitsionnogo kompyuterno-graficheskogo modelirovaniya v podgotovke studentov* [Solodovichenko J.H. Didactic foundations of compositional computer-graphic modeling in the preparation of students]: Avtoref... kand. ped. nauk. Karaganda, 2001. 26 s. (In Russian).
10. Tarasova O.A. *Metodika obucheniya trekhmernomu komputernomu modelirovaniyu v kurse informatiki profilnoy shkoly* [Tarasova O.A. Methods of teaching three-dimensional computer modeling in the computer science course of a specialized school]: Dis ... kand. ped. nauk [Tekst] / O.A. Tarasova. Spb, 2005. 226 s. (In Russian).

11. Umarov A.A. *Metodika modelirovanii prosessa nakhajdeniya priblijennih znacheniiy opredelyonnogo integrala s pomoshyu formuli pryamougolnikov s primeneniem programmi Javascript* [Methodology for modeling the process of finding approximate values of a certain integral using the rectangle formula using a Javascript program] / A.A. Umarov, A.A. Rahimov // Vestnik Bohtarskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Nosira Husrava. Seriya gumanitarnih i Ekonomicheskikh nauk. 2023. № 1-1(107). S. 180–185. (In Russian).
12. Fedulova K.A. *Podgotovka budushih pedagogov professionalnogo obrazovaniya k kompyuternomu modelirovaniyu* [Fedulova K.A. Preparation of future teachers of vocational education for computer modeling]: Diss...kand. ped. nauk [Tekst]/ Ekaterinburg, 2014. 210 s. (In Russian).
13. CHernyakova T.V. *Metodika obucheniya kompyuternoiy grafike studentov vuza* [Chernyakova T.V. Methods of teaching computer graphics to university students]: Avtoref...kand ped. nauk: 13.00.08 / T.V. CHernyakova. Ekaterinburg, 2010. 25 s. (In Russian).
14. SHkutina L.A. *Podgotovka pedagoga professionalnogo obucheniya na osnove integrasii pedagogicheskikh i informacionnih tehnologiiy* [Shkutina L.A. Training of a teacher of professional education based on the integration of pedagogical and information technologies]: Avtoref...d-r. ped. nauk: 13.00.08 / L.A. SHkutina. Karaganda, 2002. 27 s. (In Russian).
15. Shtoff V.A. *Modelirovanie i filosofiya* [Shtoff V.A. Modeling and philosophy] / V.A. Shtoff. M.: L.: Nauka. 1966. 301 s. (In Russian).