

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ІНФОРМАТИКИ

Весті БДПУ. Серія 3. 2020. № 2. С. 42–48.

УДК 378.091.2[510.57+004]

UDC 378.091.2[510.57+004]

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

CALCULATING MATHEMATICS AS A CONSTITUENT OF TRAINING A FUTURE MATHEMATICS AND INFORMATICS TEACHER

Т. Г. Алейникова,

доцент кафедры информатики и информационных технологий ВГУ им. Машерова, кандидат физико-математических наук;

С. И. Василец,

проректор по учебной работе Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, доцент, кандидат физико-математических наук;

А. И. Шербарф,

доцент кафедры информатики и методики преподавания информатики Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка, кандидат физико-математических наук

T. Aleynikova

Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies, VSU named after P. Masherov, PhD in Physics and Mathematics;

S. Vasilets,

Vice-Rector on Teaching Work, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, Associate Professor, PhD in Physics and Mathematics;

A. Sherbaf,

Associate Professor of the Department of Informatics and Methods of Teaching Informatics, Belarusian State Pedagogical University named after Maxim Tank, PhD in Physics and Mathematics

Поступила в редакцию 14.05.20.

Received on 14.05.20.

В статье обсуждаются вопросы обучения будущих учителей физики, математики и информатики основам вычислительной математики. Подчеркивается важное значение вычислений в повышении уровня математической культуры студентов и уровня их математической подготовки и их роль в интеграции математики с информатикой и другими смежными дисциплинами математического и естественно-научного цикла.

Ключевые слова: вычислительные методы, подготовка учителя физики, математики и информатики, электронные таблицы, математические пакеты, языки программирования.

The article considers the questions of training the future teachers of Physics, Mathematics and Informatics to the bases of calculating Mathematics. The important meaning of calculations in increasing the level of mathematical culture of students and the level of their mathematical training and their role in integration of Mathematics with Informatics and other related disciplines of mathematical and natural cycle is emphasized.

Keywords: hods, training of Physics, Mathematics and Informatics teacher, electronic tables, mathematical packages, programming languages.

Введение. Процессы цифровизации, происходящие во всех сферах современного общества, оказывают непосредственное влияние не только на инфраструктуру высшего образования, но и на его содержание. В условиях цифровой трансформации работодатели предъявляют высокие требования к квалификации специалиста. Чтобы система образования смогла их удовлетворить и ка-

чественно подготовить студентов к будущей профессиональной деятельности, необходимо обновлять содержание обучения для обеспечения изменяющихся потребностей общества. Подготовка учителя математики и информатики к работе с будущим поколением жителей цифрового мира должна базироваться на глубоком понимании математической основы цифровых данных, а также вла-

дении современными технологиями их обработки.

Вычисления из инструментов для решения различного рода математических задач, анализа данных, управления бизнес-процессами превратились в новые научные понятия. Они проникли во все сферы человеческой деятельности, стали новыми способами решения задач окружающего мира и, как следствие, новыми подходами к обучению, к становлению личности, обладающей знаниями и навыками нового тысячелетия.

Изучение основ вычислительной математики будущими учителями физики, математики и информатики является важным элементом их профессиональной подготовки и способствует развитию прикладного характера обучения. Основные понятия этой области знания (модель, погрешности, вычислительные методы, их реализация в различных средах), с одной стороны, относятся к информатике, с другой – к ряду разделов математики. При этом студент повышает уровень своей математической подготовки, учится использовать математический аппарат для моделирования реальных задач. Практическая реализация рассматриваемых моделей актуализирует потребность в навыках квалифицированного использования компьютера для решения теоретических и практических задач в своей профессиональной деятельности [1].

Вычислительную математику следует рассматривать не только как теорию вычислительных методов, но и как раздел информатики, который включает в себя алгоритмы программной реализации построенных методов и проблемы использования современных сред программирования, систем компьютерной математики и других средств. Студенты знакомятся с проблемами построения, применения и теоретического обоснования алгоритмов приближенного решения различных классов задач. Все вычислительные алгоритмы ориентированы на использование компьютерных технологий, что в значительной степени влияет на характер изложения учебного материала. Особенности этой области знания является, во-первых, множественность, то есть возможность решить одну и ту же задачу разными методами и в разных средах, во-вторых, появление новых задач и стремительное развитие вычислительных технологий требуют переоценки существующих алгоритмов и приводят к соз-

данию новых. Студент может систематизировать и закрепить знания, полученные при изучении высшей математики и таких разделов информатики, как алгоритмы и структуры данных, языки программирования, информационные технологии, а также применять эти знания к решению различных прикладных задач.

Основная часть. Учитывая специфику подготовки будущих педагогов по специальностям «Математика и информатика», «Физика и информатика», связанную с изучением численных методов и программирования, при изучении ряда математических дисциплин особое внимание уделяется вычислительным аспектам. Так, например, при изучении определенного интеграла и его приложений студентам предлагаются задания на составление интегральных сумм не в общем, а простейшем случае (отрезок интегрирования делится на равные части, значения подынтегральной функции вычисляются в точках, являющихся серединами частичных отрезков разбиения). Таким образом, фактически студенты реализуют метод прямоугольников приближенного вычисления определенного интеграла (рисунок 1). Такой подход позволяет студентам не только применить теорию на практике, но и развить алгоритмическое мышление.

На вычислительные аспекты обращается внимание студентов в курсе изучения линейной алгебры (системы линейных алгебраических уравнений, многочлены).

Учитывая, что изучение вычислительных методов носит междисциплинарный характер, у студентов возникают определенные сложности, связанные с тем, что не все из них глубоко усвоили базовые математические дисциплины, а также приобрели необходимый опыт программирования. Это снижает мотивацию к обучению и может негативно сказываться на качестве подготовки будущих специалистов. Для повышения результативности обучения целесообразно активизировать деятельностный потенциал студента [2].

Практические навыки решения задач и анализа полученных результатов студенты получают на лабораторных занятиях, представляющих собой активную форму обучения. Одной из целей изучения основ вычислительной математики является предоставление студенту возможности использовать специальные ресурсы (языки программиро-

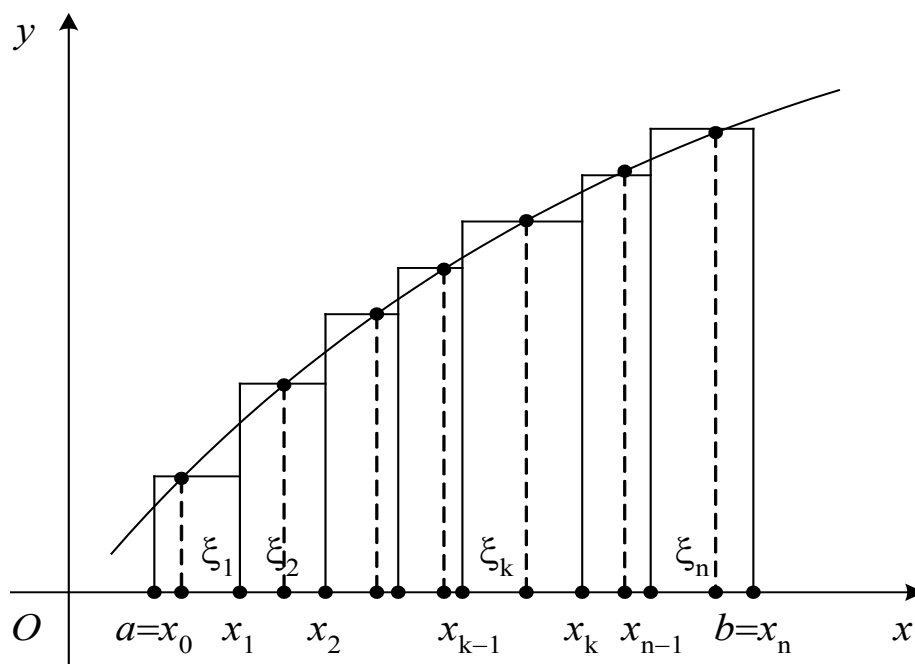


Рисунок 1 – Приближенное вычисление
определенного интеграла с помощью метода прямоугольников

вания, пакеты прикладных программ, электронные таблицы) в математическом контексте. Студентам даются задания, связанные с какой-то математической проблемой, для выполнения которых они должны научиться использовать соответствующие элементы той или иной технологии.

Для проведения лабораторных работ по вычислительным методам был разработан практикум, материал которого охватывает ряд базовых разделов вычислительной математики: элементы теории погрешностей, решение алгебраических и трансцендентных уравнений с одной переменной, системы линейных алгебраических уравнений, аппроксимация функций, численное дифференцирование и численное интегрирование, обыкновенные дифференциальные уравнения. Каждая тема содержит методические указания, краткую теоретическую справку и подробные решения типовых задач несколькими способами. Приводятся примеры, как применяемые вычислительные методы реализуются с помощью табличного процессора MS Excel, математического пакета Maple и языка программирования Python. Студенту предлагается выбрать ту или иную технологическую среду для численного решения поставленной задачи. Практикум иллюстрирован большим количеством примеров с решениями несколькими методами, реализованными в различных программных средах. Это дает студенту возможность, с одной стороны, сравнить решения, провести оценку по-

грешности и сделать выводы об эффективности методов и алгоритмов, с другой стороны, использовать при необходимости предложенные примеры в качестве образцов для решения собственных задач.

Применение электронных таблиц упрощает работу студента с данными и позволяет получать результаты без проведения расчетов вручную или специального программирования. Существует множество задач, в которых исходные данные должны быть представлены в табличной форме, электронные таблицы представляют собой удобный и самый доступный инструмент для автоматизации их обработки. Использование математических формул в электронных таблицах позволяет представить взаимосвязь между различными параметрами некоторой реальной системы. Основное свойство электронных таблиц (ЭТ) – мгновенный пересчет формул при изменении значений входящих в них операндов. Благодаря этому свойству, с помощью Excel легко проводить вычислительный эксперимент (подбирать параметры, анализировать зависимости, прогнозировать поведение системы и т. д.), графические возможности таблиц позволяют студенту визуализировать исходные данные и полученные результаты. Студенту необходимо приобрести опыт применения современных возможностей ЭТ, которые позволяют применять алгоритмы вычислительной математики в виде готового инструментария.

Например, чтобы применить метод наименьших квадратов в анализе данных, достаточно воспользоваться контекстным меню на точечном графике (рисунок 2). В то же время предлагаемый обширный выбор параметров для аппроксимации окажется недоступным пользователю, не обладающему соответствующими знаниями в области теории приближения функций.

Использование математических пакетов не лишает студента возможности разработки собственных программ, реализующих вычислительные методы, так как большинство пакетов имеют встроенные алгоритмические языки. Кроме этого, в математических пакетах имеется инструмент для графической интерпретации полученных результатов, а также для получения решений с помощью встроенных (библиотечных) функций. К сожалению, многие студенты слабо владеют алгоритмическими языками, поэтому значительная часть времени при использовании современных алгоритмических языков отводится отладке программ, а не исследованию/изучению применяемого вычислительного алгоритма и его эффективности. В этом случае использование математических пакетов представляется разумным, встроенные функции пакета, содержащие реализацию того или иного численного метода, позволяют студенту высвободить время для обдумывания алгоритма.

В качестве примера был выбран пакет Maple, с помощью которого можно проводить

аналитические преобразования, численно решать задачи, а также наглядно представлять результаты вычислений. Еще одна полезная опция пакета – пакет расширений Student, позволяющий визуализировать некоторые численные методы, что дает возможность пошагово выполнять алгоритмы и проводить вычислительный эксперимент (рисунок 3).

Эффективность применения Maple повышается в случаях, когда математические преобразования, которые носят в решении задачи вспомогательный характер, проводятся с помощью готовых команд, например приведения уравнения к итерационному виду. Также полезно сравнение полученного студентом результата с тем, который дает встроенная команда пакета. Это позволяет не только критически осмыслить собственный алгоритм, но и изучить особенности применения команд математических пакетов при решении конкретных задач.

Для студентов, которые нацелены на развитие навыков программирования, Maple предоставляет широкие возможности. Его внутренний язык программирования похож на уже изученный студентами Pascal и не вызывает серьезных трудностей в применении. В практикуме приводятся примеры циклов, функций и процедур в качестве образцов при реализации студентами алгоритмов решения лабораторных заданий.

Очень важно приобщить студентов к реализации изученных алгоритмов на языках

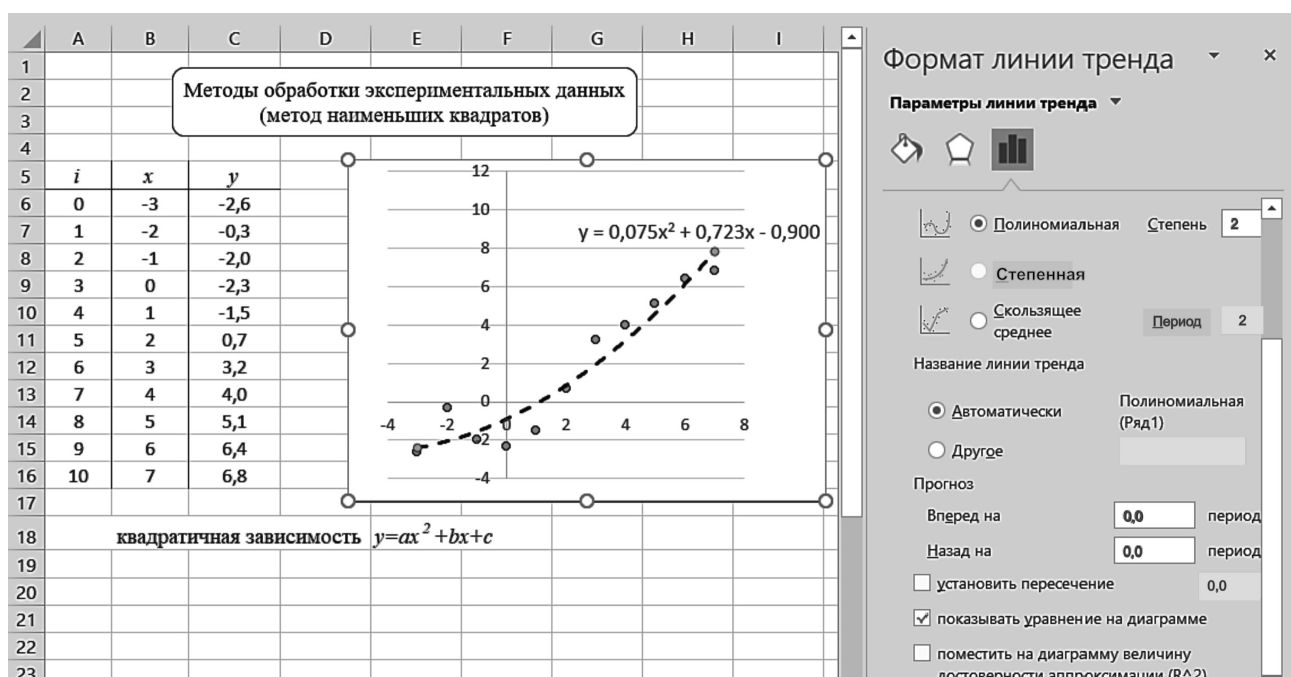


Рисунок 2 – Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов в Excel

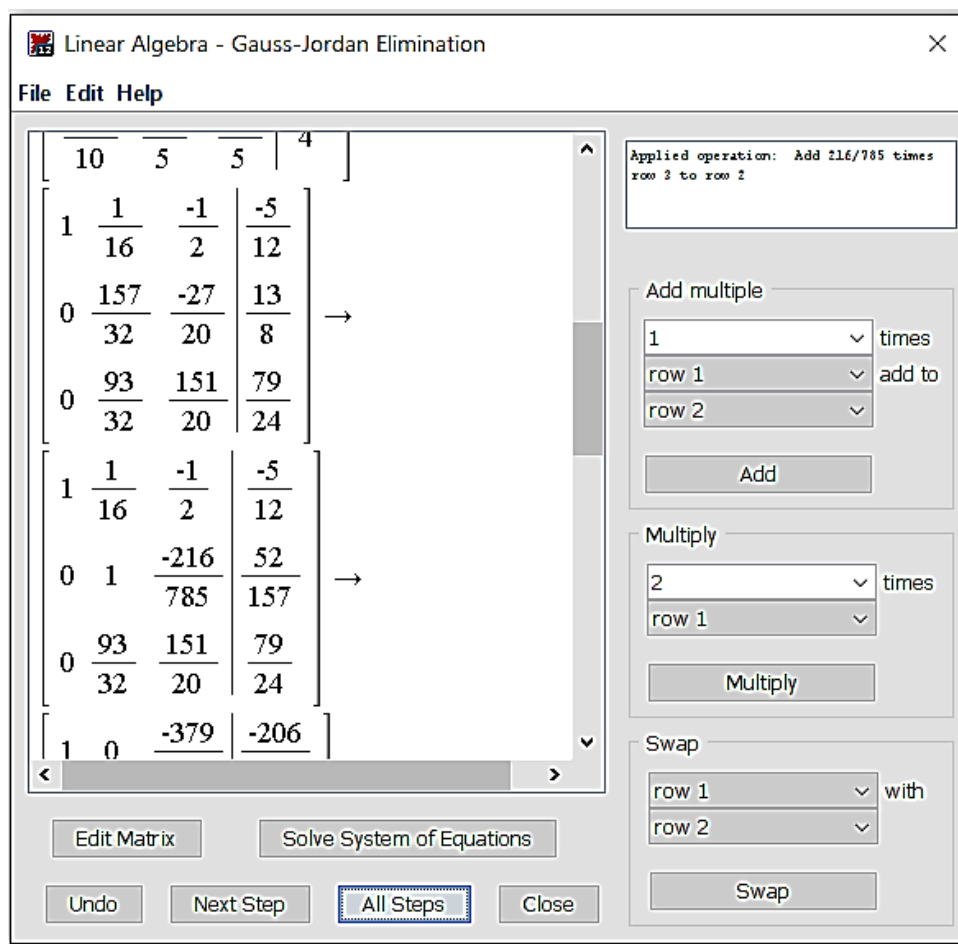


Рисунок 3 – Реализация метода Жордана – Гаусса для решения СЛАУ в Maple

программирования, что, несомненно, будет способствовать развитию системного мышления, закреплению навыков алгоритмизации и программирования, а также более глубокому усвоению основных принципов численного решения прикладных задач. В практикуме приводятся примеры реализации вычислительных алгоритмов на современном универсальном языке программирования Python, который относится к наиболее востребованным и популярным языкам программирования, о чем свидетельствуют многочисленные рейтинги и анализ предложений на рынке разработки программных продуктов. К преимуществам Python относят высокую производительность программных решений и структурированный, хорошо читаемый код. Он универсален, поэтому подходит для решения разнообразных задач и многих платформ. Программировать можно практически на всех платформах, язык хорошо спроектирован и логичен. Поскольку Python считается языком с «низким порогом входа», в последние годы он популярен в школьном образовании, на нем все чаще программируют школьники – участники

олимпиад, его преподают на факультативах и различных курсах. Многие студенты, изучавшие основы алгоритмизации и программирования с использованием Pascal и C#, мотивированы расширить свои навыки и изучить еще один язык. Чаще всего выбор делается в пользу именно перспективного для будущего школьного учителя Python.

Исходя из того, что Python не входит в программу дисциплин учебного плана, студентам сначала предлагаются примеры написания простейших функций, например для вычисления погрешностей. Затем сложность постепенно повышается, студенты разрабатывают собственные модули, используют для решения задач инструменты популярных библиотек для научных и математических расчетов NumPy и SciPy с графической визуализацией результатов (рисунок 4).

Выполнение заданий по вычислительным методам с применением различных технологических сред несомненно способствует активизации учебного процесса. Использование разработанного практикума на лабораторных занятиях по вычислительным методам позво-


```

1 #интерполяционный многочлен Лагранжа
2 import numpy as np
3 import matplotlib.pyplot as plt
4
5 def lagrange(x,y,t):
6     l = 0
7     for j in range(len(y)):
8         p1=1; p2=1
9         for i in range(len(x)):
10             if i!=j:
11                 p1 = p1*(t-x[i])
12                 p2 = p2*(x[j]-x[i])
13             l = l + y[j]*p1/p2
14     return l
15
16 x = np.array([0.00,2.00,5.00,7.00,12.00,14.00], dtype=flo
17 y = np.array([5.00,-20.94,-96.88,-155.02,124.02,747.64],
18
19 xnew = np.linspace(np.min(x),np.max(x),50)
20 ynew=[lagrange(x,y,i) for i in xnew]
21 print(lagrange(x,y,10))
22 plt.plot(x,y,'o',xnew,ynew, lw=2, color="black")
23 plt.grid(True)
24 plt.show()

```

[Python 7.8.0 -- An enhanced Interactive Python.

In [1]: runfile('D:/Практикум ВМ/Ex_4_1_Lagrange.py', wdir='D:/Практикум ВМ')
-125.34335600907032

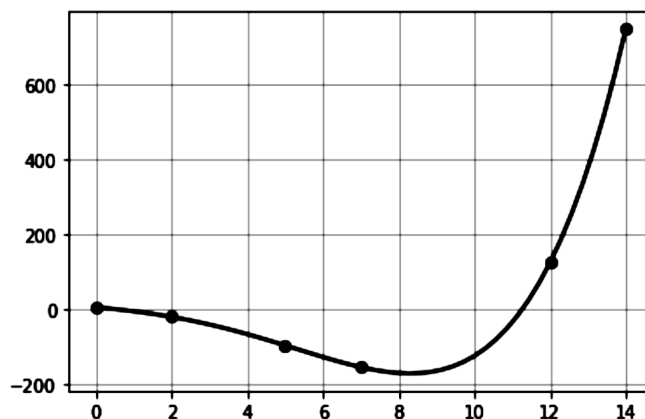


Рисунок 4 – Построение интерполяционного многочлена на языке Python

лит студентам с различным уровнем подготовки и индивидуальными особенностями выполнять необходимые задания и анализировать полученные результаты. Предлагаемый теоретический и практический материал способствует формированию у них представлений о фундаментальных основах теории и методологии вычислений, высокого уровня знаний, умений и навыков, необходимых для численного решения прикладных задач, анализа, сравнения, обобщения полученных результатов.

Заключение. Обучение вычислительным методам имеет важное значение в повышении уровня математической культуры студентов и уровня их математической подготовки, так как они играют фундаментальную роль в интеграции математики и физики с информатикой, методикой обучения (предмету) и другими смежными дисциплинами подготовки из математического, естественно-научного и профессионального цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательные стандарты высшего образования специальностей 102 05 01 Математика и информатика, 102 05 02 Физика и информатика. – Утв. и введ. пост. Министерства образования Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. № 87.
2. Клуникова, М. М. Методика развития вычислительного мышления студентов при изучении курса «Численные методы» на основе смешанного обучения / М. М. Клуникова // Информатика и образование. – 2019. – № 6. – С. 34–41.
3. Корнилов, В. С. Обучение численным методам как фактор расширения научного мировоззрения студентов / В. С. Корнилов, В. В. Беликов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2011. – № 21. – С. 70–73.

REFERENCES

1. Obrazovatel'nye standarty vysshego obrazovaniya special'nostej 102 05 01 Matematika i informatika, 102 05 02 Fizika i informatika. – Utv. i vved. post. Ministerstva obrazovaniya Respubliki Belarus' ot 30 avgusta 2013 g. № 87.
2. Klunnikova, M. M. Metodika razvitiya vychislitel'nogo myshleniya studentov pri izuchenii kursa «Chislennye metody» na osnove smeshannogo obucheniya / M. M. Klunnikova // Informatika i obrazovanie. – 2019. – № 6. – S. 34–41.
3. Kornilov, V. S. Obuchenie chislennym metodam kak faktor rasshireniya nauchnogo mirovozzreniya studentov / V. S. Kornilov, V. V. Belikov // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Informatika i informatizaciya obrazovaniya. – 2011. – № 21. – S. 70–73.