

## РАСЧЕТНЫЕ ПРОГРАММЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ КАК ВЫЗОВ ТРАДИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ВУЗОВСКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Карманова А.В., Павлюков И.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, e-mail: avkarm@mail.ru*

В статье акцентируется внимание на некоторых последствиях цифровой трансформации высшего образования. Обозначена одна из проблем дидактики математики, связанная с активным распространением среди студентов всевозможных вычислительных программ, онлайн-сервисов или приложений для смартфонов, позволяющих решать математические примеры и упражнения, не затрачивая каких-либо умственных усилий. В связи с этим находится под угрозой система традиционного математического образования, обеспечивающая развитие мышления и аналитических способностей обучаемых при последовательном и самостоятельном выполнении математических упражнений. Целью исследования является анализ применения обучающимися указанных средств программного вычисления для дальнейшей разработки образовательных стратегий в сложившихся условиях. В связи с этим в статье представлены результаты эмпирического исследования, проведенного на базе нескольких факультетов КубГАУ, в процессе изучения математики. Обобщения и выводы выполнены на большом массиве социологического материала. Определены структура и характер задействования средств программного вычисления при различных видах учебной деятельности. В рамках изучения глубины проблемы установлены формы заданий, используемых в этом процессе. Уточнены названия программ, их носители. В указанном дидактическом пространстве обозначено деструктивное влияние некоторых расчетных программ и приложений. Предложены локальные пути решения данной проблемы и намечены направления системной работы по методическому обеспечению цифровой трансформации математического образования без ущерба для дидактически эффективных элементов этой системы, прошедших проверку временем.

Ключевые слова: цифровая трансформация образования, обучение математике, средства программного вычисления, расчетные приложения.

## COMPUTATION PROGRAMS AND APPLICATIONS AS A CHALLENGE TO THE TRADITIONAL SYSTEM OF UNIVERSITY MATHEMATICAL EDUCATION

Karmanova A.V., Pavlukov I.A.

*FGBOU VO «Kuban State Agricultural University named after I.T. Trubilina», Krasnodar, e-mail: avkarm@mail.ru*

The article focuses on some consequences of digital transformation of higher education. One of the problems of mathematics didactics is identified, which is associated with the active dissemination among students of all kinds of computing programs, online services or applications for smartphones that allow solving mathematical examples and exercises without expending any mental effort. In this regard, the system of traditional mathematical education, which ensures the development of thinking and analytical abilities of students through consistent and independent performance of mathematical exercises, is under threat. The purpose of the study is to analyze the use of these software computing tools by students for the further development of educational strategies in the current conditions. In this regard, the article presents the results of an empirical study conducted at several faculties of Kuban State Agrarian University in the process of studying mathematics. Generalizations and conclusions are made on a large array of sociological material. The structure and nature of the use of software computing tools for various types of educational activities have been determined. As part of the study of the depth of the problem, the forms of tasks used in this process have been established. The names of programs and their media have been clarified. In the specified didactic space, the destructive influence of some calculation programs and applications is indicated. Local ways to solve this problem are proposed and directions for systemic work are outlined on methodological support for the digital transformation of mathematical education, without compromising the didactically effective elements of this system that have stood the test of time.

Keywords: digital transformation of education, teaching mathematics, software computing tools, calculation applications.

Стремительное внедрение цифровых технологий в высшее образование приводит к

значительным изменениям в самой структуре преподавания многих учебных дисциплин. Образовательная среда обогащается инновационными технологиями, электронными средствами обучения. Доступность цифровых устройств открывает новые пути коммуникации между преподавателем и студентом. Цифровая трансформация определяет другой уровень использования математических расчетов в будущей профессиональной деятельности обучающихся. «Вместо того чтобы сосредоточиться на вычислениях, современные технологии позволяют получать навыки установления связей между концепциями во время решения задач и процесса проверки. Помогают обучающимся оценить себя и исправить ошибки» [1]. Отметим, что концентрация содержания обучения вокруг только определенных программных комплексов значительно сузит компетенции будущих специалистов в мире стремительно меняющихся технологий и программ. Однако изучение математики – это не только процесс освоения математического инструментария, но и вид деятельности, формирующий определенные когнитивные способности обучаемых. В этом контексте только при решении заданий «вручную», без использования программ, вырабатывается умение понимать суть и особенности применения математических методов, развивается аналитическое мышление студентов.

Г.И. Саранцев считал, что важнейшим видом учебной деятельности, в процессе которой усваивается математическая теория, развиваются творческие способности и самостоятельность мышления, является выполнение математических упражнений [2, с. 3]. Говоря об этих базовых компонентах в обучении математике, отметим, что они перестают выполнять свои функции в условиях широкого распространения в студенческой среде всевозможных приложений и программ, способствующих решению математических заданий. Под такими средствами программного вычисления (далее – СПВ) в контексте настоящей статьи будем понимать любую программу, сайт или мобильное приложение, автоматизирующее и выполняющее частично или полностью решение математических заданий, но обладающее более расширенным функционалом, чем обычный калькулятор.

Цель исследования: определить характер и структуру задействования СПВ обучающимися в процессе изучения высшей математики в вузовской образовательной среде; обозначить пути решения возникающих при этом дидактических проблем.

**Материал и методы исследования.** Площадкой для проведения исследования стал Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, факультеты агрохимии и защиты растений (1-й курс), плодоовощеводства и виноградарства (1-й, 3-й курс), архитектурно-строительный (1-й, 2-й курс) в 2023 году. Для достижения целей исследования было проведено анонимное анкетирование 260 студентов.

На первом этапе методом интервью определен релевантный список вопросов анкеты. При этом использован метод перекрестного опроса, направленный на парное сравнение признаков, заложенных в вопросах. Были сформулированы бинарные оппозиции, которые дают возможность получить устойчивые зависимости между свойствами объекта исследования. Помимо этого, в текст анкеты были введены вопросы-ловушки, вопросы-дубли, с помощью которых косвенным образом определялась истинность ответов по отдельным аспектам исследования [3]. Кроме открытых вопросов, использовались и закрытые, содержащие полные наборы альтернатив.

На втором этапе в процессе анкетирования 8 студентов обозначили, что ни разу не применяли СПВ, поэтому все аналитические выводы будут сделаны на базе опроса 252 респондентов, положительно ответивших на вопрос об использовании СПВ по математике в период обучения.

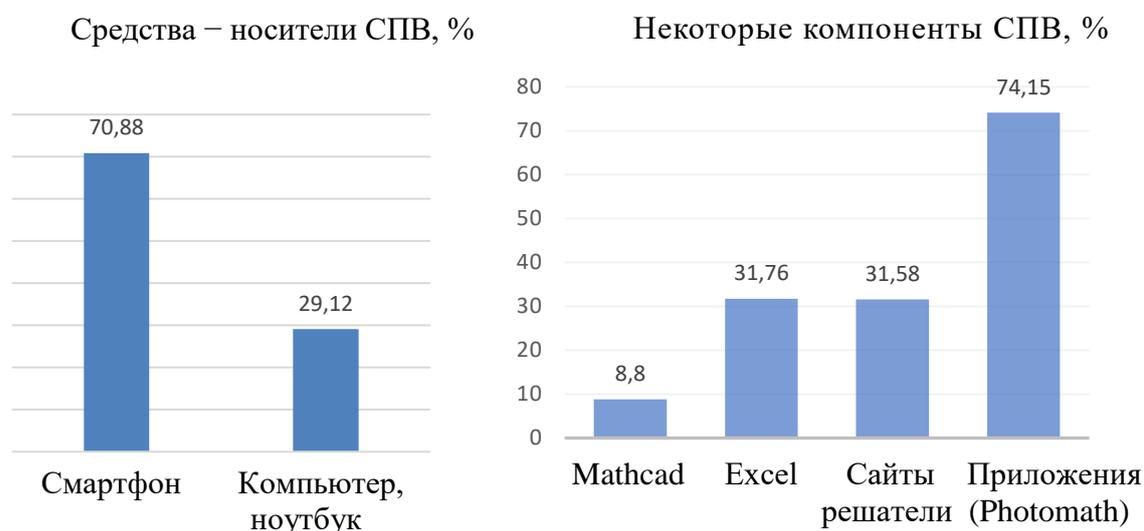
На третьем этапе, при сопоставлении данных анкетирования, применялись визуально-аналитические способы (диаграммы и таблицы), составленные с помощью электронных таблиц Excel.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В контексте исследования разделим СПВ по возможностям их применения в образовательной среде. Выделим из них те, которые могут при соответствующем методическом сопровождении стать эффективными средствами обучения, и отнесем их к 1-му виду СПВ. Часто это системы расчетных программ, интегрированных в программные комплексы, например Maple, Mathcad, программа электронных таблиц со встроенными формулами Excel. Они ориентированы на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением, отличаются легкостью использования и применения для коллективной работы [4]. Заложенные в них дидактические возможности таковы, что при методически обоснованной организации выполнения даже рутинных расчетов они могут поднять математические способности студентов на новый уровень.

Ко 2-му виду СПВ отнесем приложения и программы, которые только предоставляют решение математического задания, не неся при этом никакой дидактической нагрузки. Они являются средствами трансляции применения математических методов, но не объясняют их принципы работы, то есть дают «готовую» учебную информацию. А.И. Архипова такую установку на «готовое» знание, исключая самостоятельные рефлексивные действия со стороны обучающихся, расценивает как учебную деятельность в рамках парадигмы догматического обучения [5]. В этом случае происходит работа с учебной информацией, не влекущая за собой развития мышления студентов. Такие СПВ могут оказывать формальную и ограниченную помощь в обучении, в ситуациях проверки уже полученного решения. К СПВ

второго вида можно отнести онлайн-калькуляторы локальных математических заданий, представленные, например, на сайтах «вычислить онлайн матрицу», «вычислить систему», либо в приложениях для смартфонов, например Photomath, MalMath, Mathpix, Step-by-step. Отметим, что последние среди СПВ 2-го вида получили наибольшее распространение. Они находятся у обучаемых в постоянном доступе, обладают усовершенствованной системой ввода заданий, например распознавание примера по фотографии, выдают не только ответ, но и подробное решение, чертят графики, т.е. обладают теми свойствами, которые открывают широкое пространство для манипуляций нерадивых студентов. В условиях такого применения СПВ не могут быть достигнуты развивающие цели математического образования.

Проанализируем, какой вид СПВ наиболее востребован у студентов. На рисунке 1 представлены диаграммы ответов на оппозиционную пару вопросов о конкретных названиях СПВ и устройствах, на которых студенты КубГАУ их используют.



*Рис. 1. Результаты анкетирования студентов по использованию компонентов СПВ и их носителей*

Достоверность ответов на эти вопросы подтверждает факт значительного приближения результатов использования приложения Photomath (74,15%) и результатов применения расчетных средств в виде приложений на смартфоне (70,88%). Выявлено, что Photomath как СПВ 2-го вида действительно является самым популярным расчетным приложением среди студентов. На перекрестный вопрос о применении в целом СПВ 1-го вида (Mathcad, Maple, Excel) ответили отрицательно («скорее использую редко, чем часто»; «не использую») 79,25% опрошенных. В совокупности результаты анкетирования указывают на предпочтения среди обучаемых к СПВ 2-го вида – не менее 70% анкетлируемых. Более подробно характер применения СПВ раскрывают ответы на оппозиционную пару вопросов о формах контактной работы и видах работ, в которых используют СПВ. Из рисунка 2 видно, что факт

задействования во внеаудиторной работе СПВ подтвердили 84,85% опрошенных, в аудиторной работе – 23,14%.

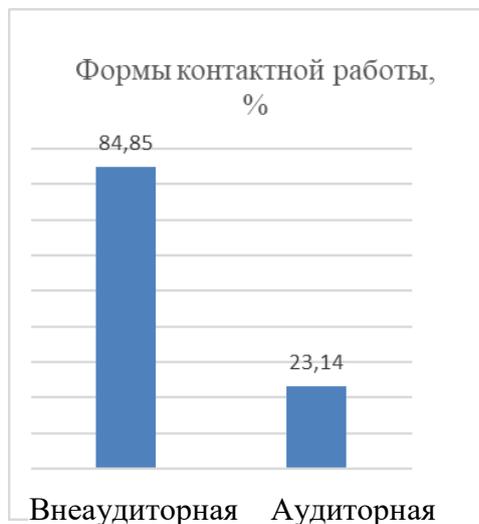


Рис. 2. Результаты анкетирования студентов по формам работ, в которых задействованы СПВ

Эти результаты согласуются с данными о видах работ, которые представлены на рисунке 3. Здесь присутствует высокий процент (63,5%) использования вычислительных средств для решения расчетно-графических работ, которые выполняются вне аудитории. В процессе этой работы, при наличии соответствующих средств, у обучаемых появляется искушение облегчить свой труд, переписав решение с экрана. Такой подход к выполнению некоторых домашних заданий подтверждают преподаватели математики КубГАУ. Это может означать, что не всегда самостоятельная работа обучаемых состоит во вдумчивом решении упражнений и задач.



Рис. 3. Результаты анкетирования по формам и видам работ, в которых задействованы СПВ

Вызывает беспокойство тот факт, что 63,49% опрошенных во всех группах ответили положительно («да»; «скорее да, чем нет») на вопрос: «Применяют ли они СПВ сразу при возникновении проблем в решении, не попробовав его получить самостоятельно?» 66,41% респондентов с помощью СПВ получают поэтапные решения заданий. 82,88% опрошенных довольны результатом, достигнутым при применении СПВ.

При выделении из выборки опрошенных социальных групп первокурсников и студентов старших курсов инженерных или аграрно-биологических факультетов в результатах не замечено значительных расхождений. Это обусловлено тем, что обучающиеся очень быстро обмениваются информацией о новых СПВ и их возможностях. Если среди первокурсников хоть и редко, но встречаются респонденты, которые лично не пользовались СПВ, то среди студентов 2-х и 3-х курсов с такими программами и приложениями знакомы все. Также опрос показал, что первокурсники чаще отдают предпочтение вычислительным сайтам, а студенты 2–3-х курсов в среднем на 9,8% чаще используют Excel. Это объясняется их тесным взаимодействием с этой программой при выполнении таблиц и статистических расчетов для других дисциплин, например в курсовых работах. Следовательно, инструменты Excel ими хорошо освоены и стали привычны в использовании. Можно предположить, что регулярное использование и других СПВ 1-го вида при соответствующем педагогическом и методическом сопровождении поможет выработать у студентов привычку выполнять вычисления в программных средствах более высокого уровня.

Также опрос выявил мнение студентов по некоторым аспектам введения в программу обучения вычислительных компьютерных программ по математике. Здесь результаты неоднородны среди различных курсов и групп. Но в среднем 17,7% респондентов считают, что такие программы надо изучать в составе курса математики, 21,22% – в составе курса информатики. 29,29% видят место освоения СПВ в специальных профильных дисциплинах при выполнении расчетов будущей профессиональной деятельности. В совокупности, за внедрение СПВ в учебный процесс высказались 68,21% опрошенных. Но надо учитывать, что 31,79% согласились с мнением, что нет необходимости добавлять изучение расчетных средств по математике в программу обучения, студент при необходимости освоит такие программы самостоятельно. Вопрос дополнения учебного курса расчетными программами в указанном аспекте требует тщательного анализа, обсуждения и экспертной оценки педагогического сообщества. Однако научные публикации говорят о том, что он уже запущен.

При внедрении СПВ 1-го вида в дидактическое сопровождение математики усилится процесс цифровой трансформации учебно-методических материалов. Здесь потребуются разработка теоретических принципов введения в курс математики сквозных цифровых технологий, компьютерных программ, информационных систем и приложений, применяемых

для математического решения профессиональных задач [6]. На современном этапе функционирования дидактических систем в условиях цифровой трансформации, когда намечаются только контуры интеграции, можно лишь наметить общие направления взаимодействия с СПВ.

В качестве локальных методов можно предложить активное противодействие применению обучающимися СПВ 2-го вида для решения традиционных упражнений. Это предполагается сделать путем повышения осведомленности преподавателей о функционале и возможностях, главным образом, популярных расчетных приложений для смартфонов. Знание некоторых особенностей таких приложений (какие методы используют, в каком виде представляют решение) поможет выявить факт недобросовестного выполнения заданий. Например, такими особенностями могут быть некоторый специфический символ в решении, характерная запись константы перед дробью или запись всего выражения в числитель дроби, и т.д. Кроме того, на настоящий момент приложения не всегда предоставляют краткое и эффективное решение, вычисляют не все типы математических упражнений учебного курса. Долю таких «нерешаемых» заданий в расчетных работах следует увеличить. Например, приложение Photomath некоторые интегралы, дифференциальные уравнения Бернулли вычисляет крайне нерациональным способом, это отмечают преподаватели и студенты. Методические требования в этих условиях будут направлены на полное описание решения задания, включая все этапы и промежуточные вычисления.

Одно из системных решений проблемы взаимодействия с СПВ при обучении на нематематических направлениях вузов состоит в усилении профессиональной ориентации содержания обучения. В рамках этой концепции разработаны инновационные подходы, например на основе линейно-концентрической модели отбора содержания курса математики. При этом основное внимание должно быть уделено аналитической работе над учебным материалом в процессе составления математических моделей проблемных ситуаций из будущей профессиональной деятельности, а СПВ предлагается оставить рутинные вычисления. Здесь эффективно применение профильных задач по математике, для решения которых явления и процессы окружающего мира описываются в виде математических конструкций и выражений. Для понимания обучающимися процедуры составления таких конструкций окажутся уместными методы педагогической герменевтики [7], которые направляют студентов на рефлексию учебного материала в процессе умственной деятельности. При таких обстоятельствах обучающиеся должны свободно ориентироваться в математическом инструментарии, применяемом для решения каждой профессионально ориентированной задачи, а также определять, в каком СПВ лучше выполнять вычисления.

**Выводы.** Анкетирование показало широкое распространение современных СПВ.

Подтверждено предположение об активном применении СПВ 2-го вида при выполнении базовых элементов курса математики – математических упражнений и задач. Это большой вызов для теории и практики традиционного математического обучения. Обозначенная методическая проблема с развитием цифровых средств становится системной и будет только усиливаться. Поиск ее решения может привести к пересмотру образовательных концепций математического образования, к созданию на их основе новых дидактических подходов и принципов. Это не просто следующий этап эволюции образовательной системы, а период коренной ломки сложившейся парадигмы. Здесь следует действовать осмотрительно, чтобы сохранить дидактически эффективные элементы, проверенные временем. Продолжение настоящего исследования предполагает поиск подходов к осуществлению приведенных рекомендаций.

### Список литературы

1. Шпилев Е.М. Применение компьютерного программного комплекса Maple на занятиях по высшей математике // Вопросы науки и образования. 2018. № 29 (41). С. 77-79.
2. Саранцев Г.И. Упражнения в обучении математике. М.: Просвещение, 1995, 240 с.
3. Мягков А.Ю. Вопросные техники распознавания лжи в социологических опросах // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2006. № 1 (41). С. 48-57.
4. Михайлов Д.Ю. Краткий обзор математического программного обеспечения // Известия ТулГУ. Технические науки. 2019. № 4. С. 325-333.
5. Архипова А.И., Пичкуренко Е. А., Шмалько С.П. Проблемы сохранения традиций великой дидактики в процессе дистанционной цифровизации образования // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 61(3). С. 4-7.
6. Третьякова Н.В., Карманова А.В. Перестройка педагогического процесса в высшей школе как ответ на вызовы, связанные с цифровой трансформацией образования // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75-1. С. 196-199.
7. Карманова А.В., Кондратенко Л.Н. Исследование эффективности структурирования на основе герменевтического подхода профильных задач по математике в аграрном вузе // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30108> (дата обращения: 10.01.2024).