

УДК 372.851  
DOI 10.17513/snt.39936

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ PHOTOMATH И ДРУГИХ ОНЛАЙН-КАЛЬКУЛЯТОРОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

<sup>1</sup>Тутынина О.И., <sup>1</sup>Беспалько А.А., <sup>2</sup>Сочнева Н.В., <sup>1</sup>Камскова И.Д.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, e-mail: tutynina@mail.ru;

<sup>2</sup>Волго-Вятский филиал ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», Нижний Новгород, e-mail: snv\_nki@mail.ru

Статья посвящена проблеме использования современных онлайн-калькуляторов при изучении математических дисциплин в высших учебных заведениях. Несанкционированное применение учащимися Photomath и других вычислительных сервисов не только на занятиях, но и во время промежуточных аттестаций приводит к фактам академической недобросовестности и снижает эффективность процесса обучения высшей математике. Учитывая распространенность и растущую популярность подобных приложений, следует сделать это применение контролируемым и методически оправданным. Данная цель может быть достигнута путем внедрения онлайн-калькуляторов в учебный процесс таким образом, чтобы максимально использовать их быстродействие, наглядность представления материала, а также пошаговая визуализация решения, которая сопровождается всеми необходимыми пояснениями. В статье рассматриваются возможные направления использования математических приложений, обеспечивающие положительный эффект в обучении. Особая роль в работе отводится методике составления таких примеров и задач, чтобы исключить элементы академической нечестности со стороны учащихся в тех случаях, где требуется формирование навыков самостоятельных вычислений. В этом случае математические онлайн-калькуляторы расширяют возможности учебного процесса и становятся хорошим помощником в работе преподавателя.

**Ключевые слова:** Photomath, математические онлайн-калькуляторы, высшая математика, решение задач, методика преподавания

## USING THE PHOTOMATH APPLICATION AND OTHER ONLINE CALCULATORS IN TEACHING HIGHER MATHEMATICS

<sup>1</sup>Tutynina O.I., <sup>1</sup>Bespalko A.A., <sup>2</sup>Sochneva N.V., <sup>1</sup>Kamskova I.D.

<sup>1</sup>National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod, e-mail: tutynina@mail.ru;

<sup>2</sup>Volga-Vyatka branch of the Moscow Institute of Communications and Informatics, Nizhny Novgorod, e-mail: maznich@mail.ru

The article is devoted to the problem of using modern online calculators in the study of mathematical disciplines in higher educational institutions. Unauthorized use of Photomath and other computing services by students not only in the classroom, but also during intermediate assessments, leads to facts of academic dishonesty and reduces the effectiveness of the higher mathematics teaching process. Given the prevalence and growing popularity of such applications, it is necessary to make this application controlled and methodically justified. This goal can be achieved by introducing online calculators into the learning process in such a way as to maximize their potential for educational purposes. The undoubted advantages of such services are their speed, visual presentation of the material, as well as step-by-step visualization of the solution, which is accompanied by all necessary explanations. The article discusses possible ways of using mathematical applications that provide a positive effect in learning. A special role in the work is given to the methodology of compiling such examples and tasks in order to exclude elements of academic dishonesty on the part of students in cases where the formation of independent computing skills is required. In this case, online mathematical calculators expand the possibilities of the educational process and become a good assistant in the work of a teacher.

**Keywords:** Photomath, online mathematical calculators, higher mathematics, problem solving, teaching methods

Проблема использования различных онлайн-калькуляторов при изучении разделов высшей математики возникла уже достаточно давно. В настоящее время эти сервисы позволяют получать подробные решения большинства типовых задач: от неопределенных интегралов до дифференциальных уравнений и рядов Фурье. Единственное, что требуется сделать ученику, это правильно ввести задание и списать развернутый ответ.

Однако технологии продолжают развиваться, и теперь появились приложения на базе Android, которые распознают сфотографированный пример и решают его со всеми необходимыми пояснениями. Фактически пользователю необходимо сделать только одно движение: навести камеру телефона на листок с заданием. Это значит, что применение подобных сервисов возможно на любом занятии, экзамене или зачете.

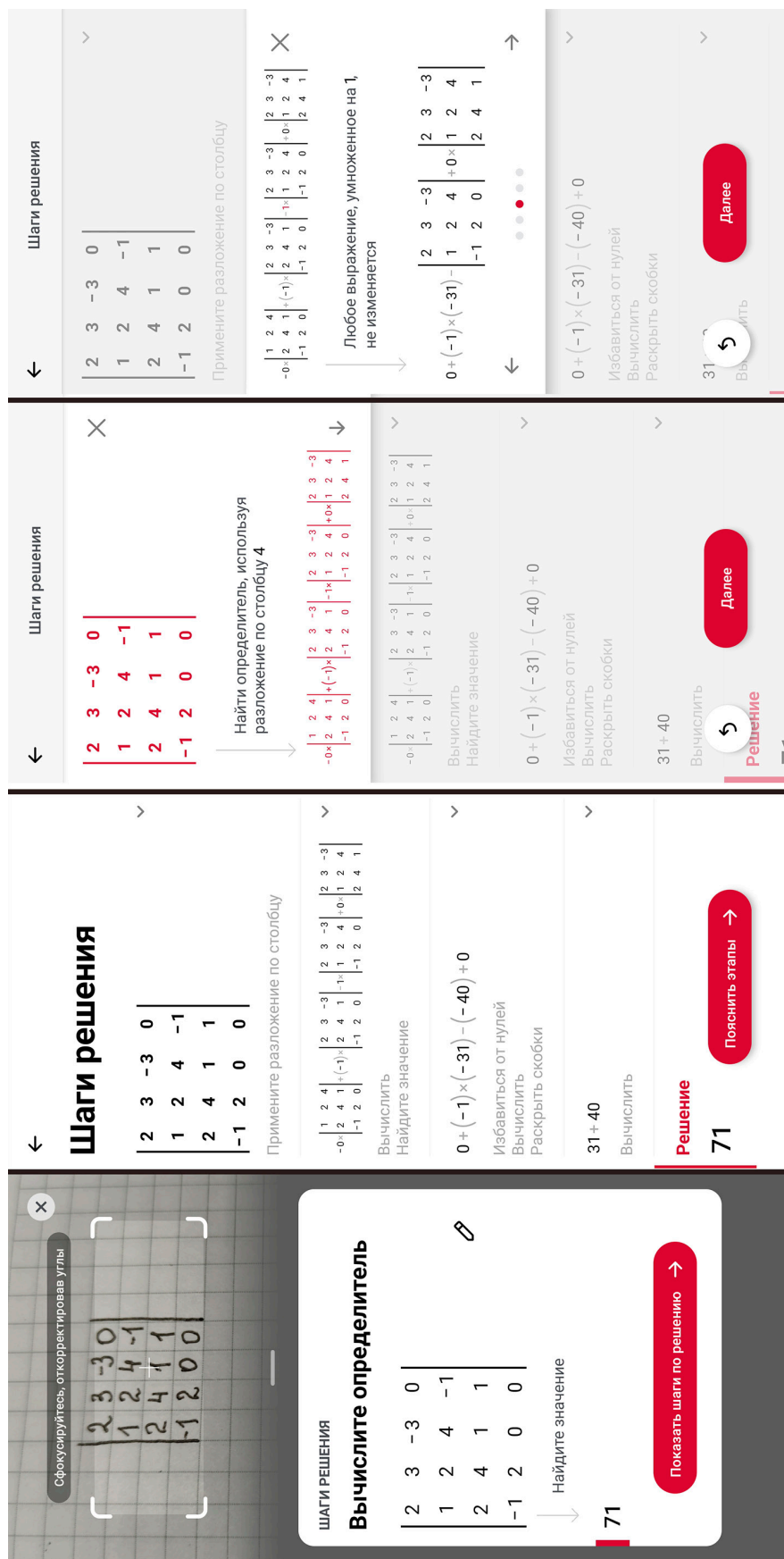


Рис. 1. Вычисление определителя в приложении Photomath

Наиболее популярным приложением такого рода является Photomath. +100 миллионов скачиваний в сервисе Google Play означает, что приложение Photomath установили более 100 миллионов, но пока еще менее 500 миллионов пользователей. Поэтому вопрос о внедрении онлайн-калькуляторов в учебный процесс неактуален: анонимный опрос 300 студентов высших учебных заведений показал, что 90% из них уже активно используют Photomath.

Масштаб бедствия преподавателей математики можно пояснить на простом примере. Требуется вычислить определитель 4-го порядка. Задание написано от руки и фотографируется наведением экрана телефона прямо в приложении Photomath. Сервис сразу представляет задание в печатном виде и выдает ответ (рис. 1). Нижняя кнопка «Показать шаги по решению» подробно описывает каждый шаг вычислений.

Вопрос «Кто виноват?» неактуален, поскольку происходит естественное развитие цифровых технологий, в которых молодежь ориентируется намного эффективнее, чем старшее поколение. Поэтому на повестку выносятся второй вопрос – «Что делать?», что делать преподавателю математики, прямая цель которого – сформировать у студентов необходимые компетенции? Нажатие одной кнопки в телефоне явно не способствует выполнению этой задачи.

Авторы работы не рассматривают идею запрета на использование мобильных устройств во время занятий, поскольку функционал преподавателя и так достаточно большой, чтобы тратить время на тотальный контроль над учениками. Поэтому остается единственное решение: встроить современные вычислительные сервисы в методику преподавания высшей математики.

В данной работе рассматриваются проблемы использования онлайн-калькуляторов при изучении высшей математики и обсуждается методический потенциал их использования в качестве рабочего инструмента во время аудиторных занятий и при выполнении самостоятельной работы студентов.

### **Материалы и методы исследования**

Материалами исследования служат возможности онлайн-калькуляторов вообще и Photomath в частности для эффективного и методически оправданного использования на занятиях по высшей математике.

В качестве методов исследования авторы предлагают два направления:

– открытое внедрение онлайн-калькуляторов в учебный процесс с максимальным использованием их потенциала в методических целях;

– ограничение возможности их применения путем соответствующего подбора заданий в тех случаях, когда требуется развитие навыков самостоятельных вычислений [1].

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Если говорить конкретно про Photomath, то его вычислительные возможности пока еще не так широки, как у монозадачных онлайн-калькуляторов на базе Windows. На сегодняшний день его преимущество состоит только в отсутствии необходимости ручного ввода данных задачи (хотя и такая возможность в нем предусмотрена). Однако очевидно, что расширение возможностей – это дело времени: подобные сервисы постоянно улучшаются, и каждая новая версия увеличивает свой функционал по сравнению с предыдущей.

Обойти математический онлайн-калькулятор в моменте не так уж сложно. Все они работают по определенным алгоритмам и предназначены для стандартных задач: решить систему линейных уравнений, найти производную заданной функции, вычислить неопределенный или определенный интеграл, двойной, тройной интегралы, разложить функцию в степенной ряд, найти общее или частное решение дифференциального уравнения и т.д. Поэтому даже небольшое отклонение от алгоритма способно поставить программу в тупик и, по крайней мере временно, гарантировать отсутствие академической недобросовестности со стороны студентов.

В частности, приведенный выше пример с вычислением определителя матрицы легко блокируется в Photomath, если в задании конкретизировать метод разложения: допустим, требуется найти детерминант двумя способами: разложением по второй строке и по третьему столбцу. В этом случае, даже если сервис угадает и выполнит одно разложение в соответствии с задачей, то вторым способом все равно придется считать самостоятельно. Однако следует отметить, что уже появились монозадачные калькуляторы, которые позволяют выбирать параметры разложения, например Matrix calculator на базе Windows, так что этот метод далеко не совершенен.

Некоторые авторы предлагают обходить онлайн-калькуляторы с помощью задач с параметрами [2]. Действительно, в некоторых случаях это позволяет добиться цели, однако далеко не всегда.

В частности, Photomath прекрасно работает с буквенными обозначениями вместо чисел (рис. 2).

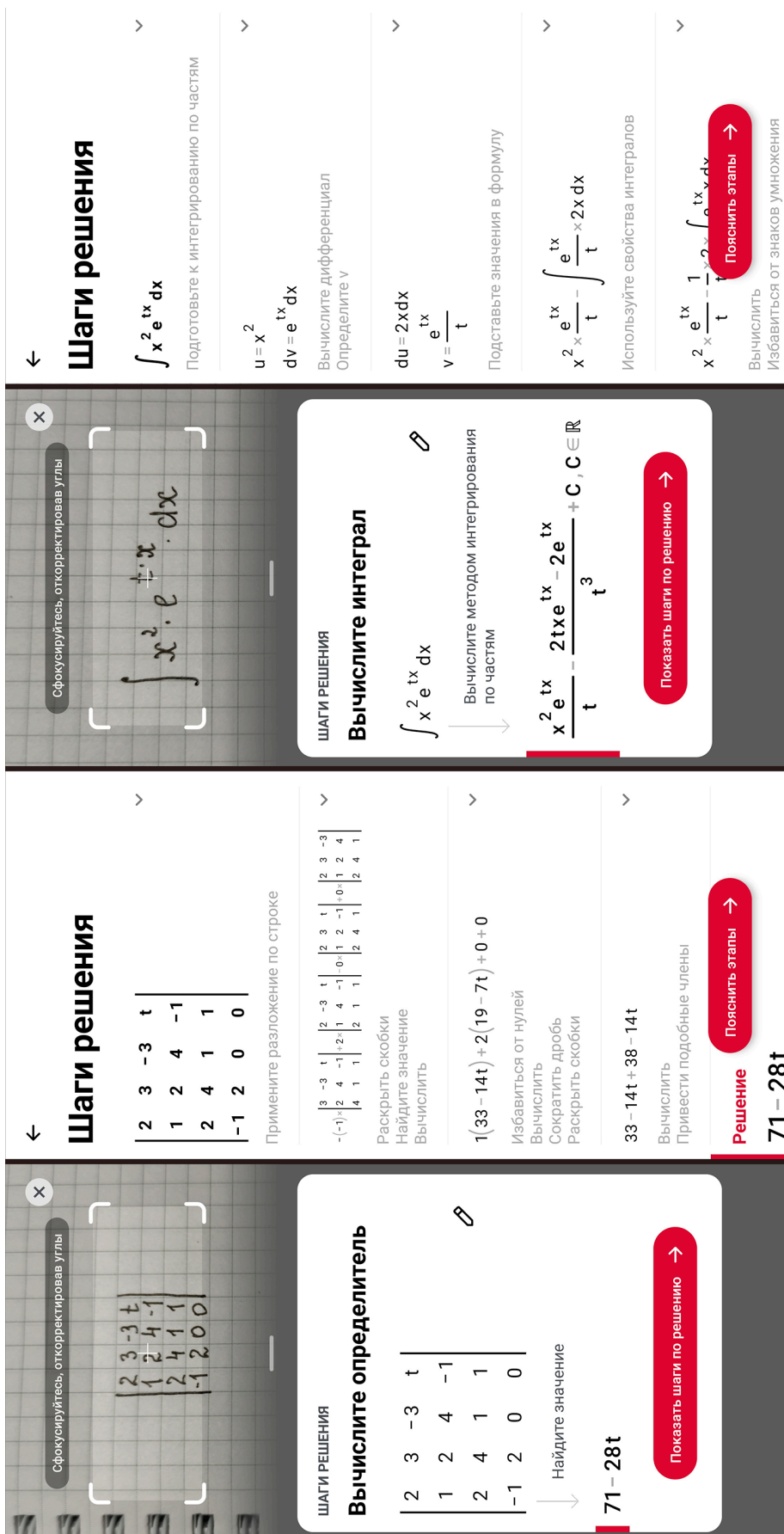


Рис. 2. Вычисления с параметрами в приложении Photomath

Например, если в рассмотренном выше примере ввести вместо элемента  $a_{14} = 0$  параметр  $t$  и поставить вопрос о нахождении этого параметра при условии, что определитель равен 72, то приложение выдает простейшее выражение, из которого неизвестное определяется устно.

Поскольку в данном конкретном примере учащиеся должны овладеть навыками вычисления определителей, кажется более продуктивным сформулировать задание следующим образом: составить определитель 4-го порядка (лучше, если не один, а два или три), который равен 72. Другими словами говоря, студентам предлагается задача, обратная к исходной. И пусть они воспользуются любыми доступными средствами: очень быстро придет понимание, что простым перебором чисел решать эту задачу крайне неэффективно, даже Photomath здесь оказывается бессилён. Только когда учащиеся разберутся с принципом вычисления определителей, они без труда справятся с этим примером.

Тем не менее, учитывая, что онлайн-калькуляторы учатся и развиваются быстрее, чем некоторые студенты, все варианты обхода их возможностей носят более или менее кратковременный характер. И это еще не обсуждается призрак искусственного интеллекта, который бродит совсем рядом. Поэтому более рациональным и оправданным кажется открытое внедрение подобных сервисов в учебный процесс, с тем, чтобы использовать их наиболее сильные стороны для обучения математике [3]. Обсудим, какую пользу они могут принести учащимся и преподавателю при изучении математических дисциплин.

Во-первых, использование онлайн-калькуляторов и Photomath в частности прививает студентам основы математической культуры [4]. Если задание написано студентом некорректно, неверно расставлены скобки или допущены иные ошибки, приложение будет не в состоянии его разобрать и, вследствие этого, даст неправильный ответ либо сообщит, что не может пока решить эту задачу. В начале занятий с использованием Photomath 36% учащихся по этой причине не смогли с первого раза воспользоваться сервисом. Даже введение ими задания вручную, через встроенный калькулятор, не гарантировало отсутствия ошибок ввода данных.

Во-вторых, несомненна польза математических калькуляторов для проведения громоздких промежуточных вычислений, если их отработка не входит в цель занятия. Например, при решении линейных неоднородных дифференциальных уравнений 2-го

порядка операционным методом можно воспользоваться калькулятором для нахождения коэффициентов разложения дроби на простейшие. Это позволяет существенно сэкономить время, потратив его на объяснение текущей темы.

В других случаях объемных расчетов сервис можно применять для проверки уже полученного результата. Возможность проверки правильности решения и окончательного ответа особенно важна в реализации самостоятельной работы студентов. Поиск ошибок и их методическое обсуждение также являются важной частью методики обучения математике [5, 6].

Большим достоинством Photomath является отличная пошаговая визуализация решения задачи и подробные пояснения, сопровождающие каждое действие. Поэтому учащиеся могут его использовать в качестве дополнительного инструмента для освоения материала, подготовки к текущим занятиям и промежуточной аттестации. Преподаватель также может включать скриншоты этого приложения в свои учебные разработки. Это оказывается особенно эффективно для проведения занятий дистанционно.

Здесь следует добавить, что наиболее перспективными с позиции методики кажутся те задачи, условия которых сначала требуется правильно перевести на язык математических символов. Например, нахождение площадей фигур или объемов тел вращения с помощью геометрического свойства определенного интеграла предполагает графическое построение фигуры, определение подынтегральной функции и пределов интегрирования. И только на последнем этапе можно воспользоваться Photomath для вычисления составленного определенного интеграла. Другими словами говоря, важно не давать готовый пример для фотографирования и последующего решения онлайн-сервисом, а создать для учащихся необходимость самостоятельной математической формализации задачи.

Еще один тип заданий с применением онлайн-калькуляторов, который авторы используют в своей практике, состоит в изучении свойств математических объектов на конкретных примерах. К таким задачам, в частности, относится изучение свойств определителей (при использовании калькуляторов можно задавать детерминанты высоких порядков), свойств определенного интеграла, определение эквивалентных преобразований систем линейных уравнений и многое другое. Подобные примеры позволяют учащимся концептуально систематизировать и обобщать полученные знания, не отвлекаясь на промежуточные вычисления.

В настоящее время еще слишком рано делать окончательные выводы относительно методики внедрения онлайн-калькуляторов в процесс обучения высшей математике. Однако актуальность этой темы растет быстрыми темпами, по мере совершенствования и распространения математических сервисов. По сути, в настоящее время преподаватели вынуждены пересматривать свой подход к обучению, пытаясь угнаться за постоянно развивающимися интернет-технологиями. Тем не менее некоторые результаты данной методики можно обсудить уже сейчас.

Опыт преподавания авторов работы показывает, что методически оправданное использование Photomath и других сервисов, вопреки некоторым источникам [7], не оказывает существенного влияния на навыки проведения самостоятельных вычислений учащимися. В студенческих группах, где онлайн-калькуляторы применялись открыто, под контролем преподавателя, и в группах, где официальное использование было не разрешено (но при этом оно наверняка имело место, например, при выполнении домашних работ), уровень самостоятельности учащихся при решении задач и проведении вычислений был приблизительно одинаков. Однако при этом в первом случае можно говорить о более эффективном процессе учебы вследствие использования математических сервисов.

В частности, происходит существенная экономия учебного времени за счет быстрого поиска ошибок, особенно в многоэтапных заданиях, связанных с расчетами. В первый год использования методики это позволило на 25% увеличить число задач и примеров, разбираемых на лекционных и практических занятиях. Кроме этого, снимаются ограничения на объемные вычисления, проведение которых вручную занимает неоправданно много времени.

Наращивание практической базы при изучении высшей математики приводит, в свою очередь, к дополнительным возможностям для выявления и обсуждения математических закономерностей, обобщения полученных результатов. Таким образом, укрепляется теоретическая составляющая математической подготовки студентов.

Нельзя не отметить значительное увеличение интереса и вовлеченности учащихся в процесс обучения математики с использованием новейших технологий. Поскольку молодое поколение ориентируется в виртуальном мире гораздо лучше, чем большинство преподавателей, открытое обсуждение достоинств и недостатков тех или иных математических калькуляторов, демонстрация их возможностей и границ применения

так же находят свое место на наших занятиях. Это формирует культуру грамотного и эффективного использования математических онлайн-сервисов, необходимую в профессиональной деятельности. Практически в любом направлении деятельности после получения высшего образования востребованы компетенции, которые позволяют уверенно ориентироваться в современных интернет-технологиях. Поэтому цель состоит в том, чтобы сделать математические сервисы не костылями, а крыльями для студентов, изучающих математические дисциплины.

### Заключение

Использование Photomath и других математических онлайн-калькуляторов вносит серьезную корректировку в образовательный процесс, однако оно должно не вытеснить традиционную методику преподавания математических дисциплин, а способствовать повышению ее эффективности. Сокращение времени на выполнение рутинных, объемных вычислений позволяет уделить больше внимания критическому анализу и обсуждению применяемых методов и полученных результатов, повышает интерес учащихся к высшей математике, участвует в формировании компетенций, связанных с освоением и использованием интернет-технологий.

### Список литературы

1. Краснощек В.В. О современной проблематике преподавания математических дисциплин в инженерном вузе // Вопросы методики преподавания в вузе. 2022. Т. 11, № 2. С. 27–40.
2. Энбом Е.А., Балабаева Н.П. Некоторые приемы сбалансированного применения информационно-коммуникационных технологий в процессе обучения математике // Математическое образование в современном мире: теория и практика: материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Самара, 2022. С. 81–87.
3. Шабанова М.В., Шутрова И.В. Формирование математической грамотности посредством интерактивных контекстных задач на применение монофункциональных калькуляторов // Ученые записки Орловского государственного университета. 2023. № 3 (100). С. 317–322.
4. Краснощек В.В. О современной проблематике преподавания математических дисциплин в инженерном вузе // Вопросы методики преподавания в вузе. 2022. Т. 11, № 2. С. 27–40.
5. Глебова М.В. Использование математических онлайн-калькуляторов для повышения качества знаний по дисциплине «Математика» у бакалавров нематематического профиля // Лучшие практики «Вызов цифрой»: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Чебоксары, 2020. С. 71–74.
6. Харламов А.В. Из опыта применения онлайн-калькуляторов в образовательном процессе // Актуальные тренды в современном образовании: сборник научных трудов. Саратов, 2022. С. 229–231.
7. Земляно А.В. Информационные технологии в преподавании: польза или вред? // Цифровая трансформация современного образования: материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Чебоксары, 2020. С. 176–179.