

Денис Владимирович СоломатинОмский государственный педагогический университет, кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры математики и методики обучения математике, Омск, Россия
e-mail: solomatin_dv@omgpu.ru

Сравнение результатов обучения решению математических задач в условиях смешанного обучения (с компьютером и без)

Аннотация. В условиях смешанного обучения становится актуальным поиск оптимального соотношения теоретической и практической подготовки с использованием компьютерных симуляций и ручных вычислений. Автор приводит результаты соответствующего анализа на примере изучения академического курса теории вероятностей и математической статистики. Целевой аудиторией читателей данной статьи являются университетские преподаватели и модераторы онлайн-курсов, хотя учителя средней школы и выпускники педагогических университетов также могут быть заинтересованы в прочтении в связи с появлением элементов теории вероятностей и математической статистики в школьном курсе математики.

Ключевые слова: теория вероятностей и математическая статистика, компьютерные технологии, наглядность в обучении математике, MATLAB, TinkerPlots3, Живая Статистика.

Denis V. SolomatinOmsk State Pedagogical University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics, Omsk, Russia
e-mail: solomatin_dv@omgpu.ru

Comparison of Learning Results for Solving Mathematical Problems in Hybrid Mode (With and Without a Computer)

Abstract. In the context of blended learning, it becomes relevant to search for the optimal ratio of theoretical and practical training using computer simulations and manual calculations. The author gives the results of the corresponding analysis on the example of studying the academic course of probability theory and mathematical statistics. The target audience for this article are university teachers and moderators of online courses, although high school teachers and graduates of pedagogical universities may also be interested in reading due to the appearance of elements of probability theory and mathematical statistics in the school mathematics course.

Keywords: probability theory and mathematical statistics, computer technology, visualization in teaching mathematics, MATLAB, TinkerPlots3, Live Statistics.

Введение (Introduction)

Онлайн-обучение давно и основательно вошло в нашу жизнь, стало неотъемлемой частью высшего образования как в России, так и во всём мире. По ряду объективных причин студенты осваивают целые образовательные программы онлайн или проходят выбранные курсы дистанционно. Кроме того, многие преподаватели предпочитают использовать онлайн-платформы для поддержки очного обучения в качестве дополнения либо реализации принципа «перевернутого класса», что выносит большую часть обучения за рамки применимости традиционных методов. Преподавание и обучение с использованием компьютера имеет ряд сложностей, начиная от поиска методов эффективной оценки результатов до автоматизации управления вовле-

ченностью студентов в образовательный процесс. При обучении математике существующие недостатки усиливаются высоким уровнем абстрактности изучаемого материала и сложными символьными обозначениями. Тем не менее существует возможность преодолеть эти проблемы и найти оптимальные решения для преподавания и изучения математики в смешанном формате. Сфокусируемся на трудностях, с которыми сталкиваются преподаватели математики, специализирующиеся на смешанном обучении, и представим набор проверенных практик улучшения качества онлайн-обучения математике.

Проанализируем интерактивные методы проведения онлайн-занятий и рассмотрим особенности обучения студентов, имеющих доступ к технологиям разного уровня

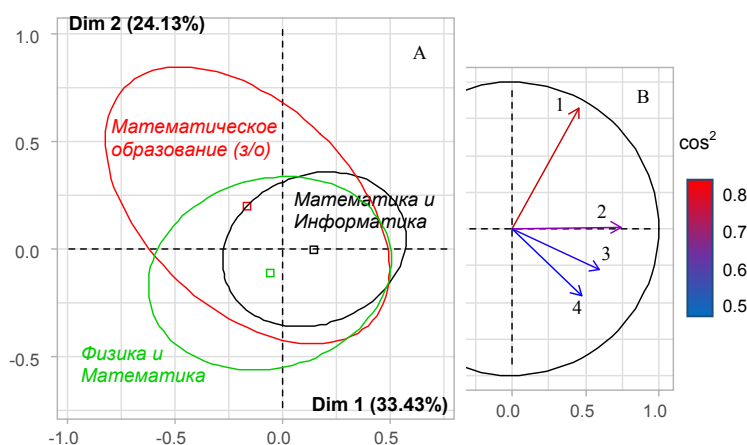
сложности, а также методы разработки надежных и точных способов оценки математических знаний в цифровых реалиях. Это повысит увлеченность студентов предметом и поможет учитывать их индивидуальные особенности. Предоставим набор практических рекомендаций для преподавателей, проводящих занятия по математике в онлайн- и смешанной средах. Современные методы изложения математического материала студентам основаны как на передовых исследованиях, так и на проверенной временем практике математического образования. Эти методы и инструменты также оказываются полезными при использовании онлайн-материалов для учащихся в традиционном классе. Тем не менее сосредоточимся на эмпирических исследованиях, теоретических основах и подробных аналитических выкладках, показывающих, какие методы наиболее эффективны в современном классе, построив изложение вокруг следующих четырех ключевых направлений.

Во-первых, исследуем различные аспекты разработки курса. В частности, будет поднято несколько тематических вопросов, связанных с разработкой наглядных пособий курса математической статистики средствами TinkerPlots3 и с их применением к разным уровням обучения математике. Во-вторых, рассмотрим взаимодействие студентов и преподавателей в онлайн- и смешанных курсах. В-третьих, рассмотрим различные технологии коммуникации со студентами, выходящие за рамки классического формата. В-четвертых, опишем методические разработки, посвященные обучению будущих учителей математики с помощью онлайн-платформ. В заключение сформулируем фундаментальные выводы, касающиеся разработки, внедрения и преподавания онлайн-курсов по математике для студентов разных специальностей и уровней квалификации.

Современные преподаватели, как правило, знакомы с классическими методами обучения математике, но могут теряться в онлайн- или гибридном классе, следовательно, они заинтересованы в интеграции онлайн-обучения с традиционным классом. Поэтому настоятельно рекомендуется непрерывно изучать новые методики и подходы к представлению математических знаний, опираться на новые методы, внедряемые по мере того, как студенты усваивают и применяют освоенный материал на практике. Наконец, бывает полезным просто сравнить лучшие методы работы со студентами на разных уровнях обучения.

Методы (Methods)

В нашем исследовании применялись методы опроса и статистического анализа данных балльно-рейтинговой системы. Для повышения объективности результатов тестирования использовался анонимный опрос с зашумлением. Респондентам предлагалось подбросить две монеты, не показывая выпавший результат опрашиваемому. Если на первой монете выпал орел, то они давали честный и объективный ответ. Если же выпала решка, то ответ считывался со второй монеты. Таким образом, истинная вероят-



Корреляционная плоскость A и круг B метода PCA

ность положительных ответов в группе оказалась связана с зашумленной равенством $p_{\text{зашумленная}} = \frac{1}{2}p_{\text{истинная}} + \frac{1}{2}$ при полном сохранении анонимности опрашиваемых.

В результате статистической обработки данных соцопроса с зашумлением методом главных компонент [1] у студентов разных специальностей, обучающихся математике в смешанном формате, обнаружилась следующая картина, схематично представленная на рисунке.

По первой компоненте констатируется разделение 33,43 % значений переменной «Профили подготовки» с $R^2 \approx 0,11$ при $p < 0,01$, что оказалось обусловлено в основном факторами «личные качества, мешающие в педагогической деятельности» (корреляция 0,68) и «исходя из чего выбиралась профессия» (корреляция 0,41). А по второй компоненте разделение 24,13 % значений переменной «Профили подготовки» с $R^2 \approx 0,07$ при $p < 0,05$ оказалось обусловлено в основном факторами «степень сложности обучения» (корреляция 0,58) и «наличие педагогического опыта» (корреляция 0,46).

На рисунке ведущие факторы, коррелирующие с профилем подготовки, имеют следующие номера: 1) самооценка в пределах от 0 до 10 в целом степени сложности обучения с использованием компьютера; 2) личные качества, мешающие в педагогической деятельности (можно было выбрать не более трех наиболее характерных или указать неучтенные качества); 3) наличие опыта педагогической деятельности; 4) исходя из чего выбиралась профессия учителя.

Разобраться с деталями обнаруженных причинно-следственных связей призвано основное содержание статьи. Но уже сейчас можно заметить, что для студентов заочного отделения определяющим становится наличие опыта педагогической деятельности, а разделение студентов очного отделения обусловлено их компьютерной грамотностью.

В дополнение к консультациям у практикующих преподавателей, всегда можно обратиться к исследователям теоретических основ математического образования и преподавателям естественно-научных дисциплин, которые адаптируют изложение основных разделов математики для онлайн-курсов. Мы же сосредоточимся на том, как использовать адаптивное обучение на базе компьютера

для повышения качества взаимодействия преподавателей и студентов в целях обеспечения развития навыков математического мышления на высоком уровне.

Литературный обзор (Literature Review)

Предоставим подробное описание трех групп бакалавриата, которые обучались частично онлайн на протяжении 2020–2022 учебных годов в Омском государственном педагогическом университете. Все три курса были инспирированы проектом «Цифровая трансформация отрасли “Образование” с 2021 по 2030 год» [2], предназначенным для подготовки современных учителей средней общеобразовательной школы будущего к преподаванию в онлайн-классах физико-математического профиля. Текущая образовательная политика на федеральном уровне предполагает, чтобы школьными учителями трудились волонтеры-студенты педагогических специальностей, а протяженная сельская местность и фактическое отсутствие доступных населению развитых транспортных артерий в современной России — непреодолимые препятствия для желающих обучаться очно. Поэтому в результате был разработан проект для поддержки учителей, обучающих математике онлайн. Элементы теории множеств, математическое моделирование, дискретная математика, теория групп и геометрия ранее преподавались лишь в офлайн-аудиториях для студентов высших учебных заведений. Теория вероятностей и математическая статистика была новой дисциплиной, разработанной специально для онлайн-проекта. Тем не менее некоторые темы (векторные пространства и численные методы матричной алгебры) ранее преподавались на очных курсах в рамках учебной программы бакалавриата. Как упоминалось выше, на всех трех направлениях студенты обучались как в онлайн-, так и в офлайн-формате, с применением систем виртуальной и дополненной реальности [3].

Заметим, что курс геометрической теории групп не является показательным. Он предназначался для продвинутых студентов, которые, как правило, уже прошли курс абстрактной алгебры. Этот курс знакомит студентов с приложениями абстрактной математики, демонстрируя тесные взаимосвязи между геометрией и алгеброй. Кроме того, от студентов ожидаются навыки отыскания и записи математических доказательств как в устной, так и в письменной форме. Курс является естественным преемником годового курса абстрактной алгебры. Преподаватель предполагает, что студент имеет хотя бы минимальный опыт и понимание алгебраических структур, а студент нацеливается на изучение различных геометрий и алгебраических связей между ними. Именно поэтому пропедевтическим курсом, как правило, является курс линейной алгебры [4]. А начинается этот курс офлайн с поверхностного обзора алгебры комплексных чисел и ее связей с евклидовой геометрией на плоскости. К концу первой темы студенты будут доказывать соответствующими методами результаты евклидовой геометрии, начиная от более простых предложений, таких как пересечение медиан или биссектрис евклидова треугольника в одной точке, до более эзотерических, таких как факт о том, что трисектрисы углов произвольного треугольника при пересечении образуют равносторонний треуголь-

ник. На этом этапе доказательства в значительной степени требовали только привычного манипулирования алгебраическими выражениями, включающими комплексные числа, и понимание их геометрического смысла.

В то время как все студенты имели предварительную подготовку по матричной арифметике, большинство из них прошли соответствующий курс достаточно давно и нуждались в предварительной актуализации материала, что достигалось двумя способами. Во-первых, в каждом разделе был список необходимых для изучения этого раздела навыков и ссылки на открытые образовательные ресурсы, которые рекомендовалось использовать для получения и закрепления этих навыков. Открытые образовательные ресурсы включали в себя как видеоролики, так и учебные материалы. Во-вторых, студенты могли задать интересующие их вопросы через онлайн-платформу образовательного портала edu.omgpi.ru. Эта платформа позволяла студентам курса задавать вопросы как преподавателю, так и другим студентам. Ни один из рассматриваемых очных курсов не был общеуниверситетским. Еще одна проблема, с которой приходится сталкиваться при адаптации онлайн-курса, — доступность современных технологий. Все студенты курса численных методов имели доступ к WolframAlpha через интернет. Кроме того, вместо MATLAB студенты использовали облачный вычислительный сервис под названием Sage Cloud. Студентам курса были доступны как учебные пособия, так и видеоуроки по Sage. Многие лекции включали пошаговые инструкции из печатных учебных пособий [5; 6] по использованию Maxima, Scilab и R для выполнения вычислений. Оба курса, линейной алгебры и численных методов, включали формирующие тесты для предварительной оценки уровня понимания изучаемого материала студентами. Во время аудиторных занятий студенты прорабатывали задачи, связанные с углубленным содержанием курса. Детали решения не оценивались, вместо этого результаты семинаров были использованы для оценки общего понимания учащимися материала курса. В онлайн-версии курса преподаватель включил вопросы промежуточного контроля между разделами. Студентам было предложено проработать эти вопросы и представить ответы через систему обратной связи. Преподаватель мог оценить понимание студентами материала курса по ответам на эти вопросы.

Другая проблема, с которой приходится сталкиваться при адаптации практически всех курсов к онлайн-среде, заключается в обеспечении того, чтобы строгость и последовательность изложения материала не оказались потерянными. На всех трех очных курсах были проведены закрытые тестирования. Дело в том, что в онлайн-среде студенты имеют доступ к материалам, которые не разрешены на очном экзамене, так как в онлайн-среде принципиально невозможны объективные оценки в силу существования феномена сираноидов, а хотелось сохранить строгость изложения и адекватность оценки прохождения курса. Чтобы обеспечить такую строгость, использовалось несколько различных подходов. Один из подходов заключался в установлении небольшого срока выставления онлайн-оценок. Строгое ограничение по времени гарантирует, что студен-

ты не смогут получить слишком много подсказок из внешних источников. Глубокое овладение предметом помогает студентам выполнить типовое задание в течение короткого промежутка времени. В некоторых случаях онлайн-студентам давались более сложные и менее рутинные задачи, чем на очном экзамене или при бланковом тестировании. В частности, онлайн-курс теории вероятностей и математической статистики уделял больше внимания проектам и меньше внимания тестам-экзаменам, по сравнению с очным курсом. Разрабатывая более качественные курсовые проекты по этой дисциплине, оказалось возможным сохранить фундаментальную направленность курса, сосредоточив внимание на заданиях, допускающих использование внешних ресурсов.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

В результате обсуждения некоторых из специфических проблем, с которыми сталкиваются современники в процессе преподавания математических онлайн-курсов, можно прийти к выводу о том, что существуют очевидные различия между структурами курса, методами обучения и методами оценки каждого курса, но есть также и заметные сходства между онлайн- и офлайн-курсами. В каждом случае можно столкнуться фактически с одними и теми же проблемами при разработке курсов. Первостепенной из таких проблем стал смешанный характер курсов, когда основной материал должен быть представлен на уровне, подходящем для всей группы, но в то же время отдельным студентам должен предлагаться более продвинутый материал. Еще одна серьезная проблема, с которой сталкиваются преподаватели, — проблема адаптации изложения материала традиционных аудиторий к онлайн-пространству, в котором теоретический материал, представленный на лекциях, должен органично сочетаться с используемым оборудованием. Третья общая черта практически всех курсов — тщательный и адекватный выбор методов оценки результатов обучения. Разрабатываются новые методы оценки с той целью, чтобы повысить эффективность обучения в онлайн-пространстве, поэтому для бакалавров математического образования создаются дополнительные оценочные материалы по каждому курсу. Студентам также необходимо соблюдать баланс синхронного и асинхронного формата обучения и выбрать наиболее подходящие для себя платформы обоих типов обучения. Такие платформы, как правило, создаются для облегчения онлайн-обучения и обеспечения дифференциации в представлении учебных материалов студентам разного уровня предварительной математической подготовки.

Исходя из имеющегося опыта преподавания, сформулируем некоторые положения, которые преподаватели должны учитывать при разработке курса, как полностью онлайн-нового, так и смешанного.

1. Как адаптировать контент курса для онлайн-студентов? Во всех наших курсах онлайн-студенты имели разную математическую подготовку, доступ к учебному корпусу и временные ограничения, в отличие от студентов, обучающихся традиционным способом. Многие из онлайн-студентов не проходили курсы, целый день находясь в стенах университета. При этом не все студенты имели доступ

к университетским компьютерным аудиториям или библиотечным ресурсам. Кроме того, некоторые онлайн-студенты вынуждены работать полный рабочий день во время прохождения курса, чтобы как минимум не умереть с голоду. Это означает, что онлайн-помощь им оказывается лишь по вечерам, а также в течение всего дня. Следует подумать о том, как удовлетворить потребности студентов, которые отличались от потребностей обучающихся на очных курсах.

2. Какая технология понадобится студентам и преподавателю? На всех курсах преподаватели должны использовать технологию, которая позволила бы создавать как асинхронные лекции, так и синхронные взаимодействия со студентами. Рекомендуется использовать различные технологии, включая SmartClassrooms, планшеты и специальное программное обеспечение, а также технологии для создания лекций, отличающихся от синхронного взаимодействия со студентами. В синхронных взаимодействиях рекомендуется иметь под рукой виртуальную доску, на которой могли бы писать как студенты, так и преподаватель. Для асинхронных лекций практически не имеет значения физическая или виртуальная доска будет работать. Также необходимо определить, к какой технологии студенты смогут получить доступ из учебной аудитории. Преподаватели всех курсов полагались на свободно доступные программные средства, такие как Geogebra и SAGE, вместо специализированного коммерческого программного обеспечения, используемого в профессиональных средах.

3. Как будут оцениваться студенты дистанционно? На всех курсах преподаватели существенно переработали некоторые либо все методы оценки курса. Типовые экзамены с прокторингом оказались непрактичными. Вместо этого преподаватели могут использовать другие средства, такие как метод проектов или устные онлайн-экзамены, чтобы измерить уровень обученности студентов. Преподаватели также могут рассмотреть, какие типы оценок будут подходящими для продвинутых студентов по сравнению с отстающими студентами бакалавриата.

4. Какая поддержка понадобится студентам? Во всех курсах преподаватели проводили синхронные онлайн-встречи для студентов, чтобы те могли задать вопросы и получить необходимую помощь. Поскольку дистанционные студенты не имели доступа к офлайн-консультациям кураторов, преподаватель каждого курса должен оказывать регулярную и обширную индивидуальную помощь по материалам курса в онлайн. Несмотря на то, что лекции проводились асинхронно, все преподаватели предоставляли студентам возможность задавать вопросы синхронно. Студенты высоко оценили эти онлайн-сеансы взаимопомощи.

Отметим, что онлайн-курсы математики смешанного формата могут быть довольно успешными в современных учебных средах, поскольку такие курсы предоставляют студентам большую доступность и позволяют охватить значительно большую аудиторию по сравнению с традиционными курсами ограниченного объема. Однако для того, чтобы создать такой востребованный курс, требуются значительные усилия и постоянное внимание преподавателя как с точки зрения разработки дидактических материалов,

подготовки онлайн-лекций, использования соответствующего удобного доступного программного обеспечения, так и с точки зрения использования подходящих методов оценки результатов обучения, готовности быть доступным для общих либо индивидуальных, виртуальных встреч со студентами.

Наконец, применяемая в курсе теории вероятностей и математической статистики программа TinkerPlots3, представленная на сайте www.tinkerplots.com, зарекомендовала себя в мировой практике с хорошей стороны, огромная благодарность авторам и разработчикам дидактических материалов. Но актуальная версия 3.0.29 оказалась сбойной, в результате локальной несовместимости программы не функционирует опция сохранения документов, и каждые 20 мин. она закрывается, показывая сообщение об ошибке не на русском языке. Эту программную ошибку получится исправить, если перед запуском программы добавить в файл C:\Windows\System32\drivers\etc\hosts строку '127.0.0.1 www.tinkerplots.com', а далее запустить вспомогательную утилиту, код которой на Delphi, в качестве примера, содержит следующие строки:

```
В файле Unit1.dfm –
object IdHTTPServer1: TIdHTTPServer
  Active = True
  Bindings = <
    item
      IP = '127.0.0.1'
      Port = 80
    end>
  OnCommandGet = IdHTTPServer1CommandGet
```

```
В файле Unit1.pas –
TForm1 = class(TForm)
  IdHTTPServer1: TIdHTTPServer;
  Memo1: TMemo;
  ...
  procedure TForm1.IdHTTPServer1CommandGet(AContext: TIdContext;
  ARequestInfo: TIdHTTPRequestInfo; AResponseInfo: TIdHTTPResponseInfo);
  var aResponseStream: TStringStream;
  aRequestContent, aResponseContent: string;
  s:string;
  tdt:TSystemTime;
begin
  memo1.Text:=memo1.Text+ARequestInfo.RawHTTPCommand+#$0D+#$0A;
  GetLocalTime(tdt);
  s:=IntToStr(tdt.wHour)+'.'+IntToStr(tdt.wMinute)+'.'+IntToStr(tdt.wSecond);
  AResponseInfo.ContentText:="{\"server_datetime\":\"2022-10-05 '+s+'\", \"errors\":[\"THIS_COMPUTER_ALREADY_CLAIMED_THIS_CODE\"], \"status\":\"SUCCESS\"}";
end;
```

После этого можно вводить во всплывающем меню программы любой 24-буквенно-символьный код наподобие '12 34 56 78 90 12 34 56 78 90 AB CD' для исправления вышеописанной ошибки.

Конечно, вопрос о целесообразности использования компьютера при изучении математики в настоящее время

весьма актуален. В публикациях [7; 8; 9] был рассмотрен класс конструктивных задач, которые хотя и не покрывают весь спектр учебных задач, используемых для развития математического мышления и передачи предметных знаний, но применение компьютера для их решения открыло новые возможности развития данного направления формирования математического мышления.

Заключение (Conclusion)

Резюмируя сказанное, сформулируем следующие предложения:

1. Учебные задачи будут решаться лучше при работе со специализированными программными средствами, которые позволяют проводить эксперименты и проверять рабочие гипотезы.
2. Успешное решение при помощи компьютера практических задач по математике влечет за собой успешное выполнение задач теоретических.
3. Задачи, требующие серьезных интеллектуальных усилий воображения, например абстрактные задачи на доказательство, которые не имеют визуальных образов, будут решаться на бумаге более успешно, чем на компьютере.
4. Представление одной задачи в различных программных средах повысит успешность ее решения.

Ниже приводится таблица с результатами сравнения успешности решения задач, подтверждающими эти положения.

Результаты решения типовых задач при помощи компьютера и на бумаге

№ п/п	При помощи компьютера		Без		Выводы	
	Сумма баллов	Рейтинг (дисперсия)	Сумма баллов	Рейтинг (дисперсия)	Статистика Крамера — Уэлча	Значимость различий по U-критерию Манна — Уитни
1	121,4	2,18 (1,71)	87	0,87 (1,81)	0,72	значимы
2	6,1	0,12 (0,32)	32	0,3 (0,65)	-0,19	незначимы
3	51,8	1,86 (1,33)	22	0,76 (0,72)	0,76	значимы
4	27	1,1 (1,35)	114	1,56 (1,57)	-0,33	значимы
5	129,96	2,33 (1,18)	67	0,65 (1,02)	1,13	значимы
6	63,83	2,28 (0,91)	61	0,87 (1,44)	0,92	значимы
7	12	0,45 (0,97)	18	0,62 (1,04)	-0,11	незначимы
8	34,8	1,23 (1,65)	35	0,48 (1,06)	0,48	значимы
9	21	0,72 (1,29)	13	0,46 (0,84)	0,16	незначимы
10	31	1,15 (2,04)	46	0,64 (1,46)	0,25	незначимы
11	66,47	2,38 (1,28)	5	0,12 (0,19)	1,84	значимы
12	32	1,19 (2,14)	126	2,14 (1,76)	-0,28	значимы
13	12	0,47 (0,83)	7	0,3 (0,28)	0,24	незначимы
14	7	0,22 (0,61)	18	0,25 (0,63)	-0,05	незначимы
15	31	1,15 (1,63)	11	0,34 (0,83)	0,53	значимы

Таким образом, значимые различия между применением и неприменением компьютерных визуализаций для решения задач по математике проявляются только на тех задачах,

в которых есть возможность проводить машинные эксперименты и пошагово контролировать ход решения. При этом очевидно, что использование компьютера в качестве рабочей тетради отвлекает студента от осмысления задачи тогда и только тогда, когда решение задачи предполагает построение абстрактной модели и воображаемых конструкций, не имеющих наглядных представлений, а опирающихся лишь

на математическую интуицию. Работа с программными средствами специального назначения в течение семестра улучшает результаты решения вышеописанных задач, даже если предлагаются рукописные решения. Использование компьютерных симуляций и визуализаций оказывает существенно положительный эффект при объяснении сложного учебного материала, более того, это ценится самими студентами.

Библиографический список

1. Josse J., Husson F. missMDA: A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis // *Journal of Statistical Software*. 2016. No. 70 (1). DOI: 10.18637/jss.v070.i01
2. Паспорт стратегии «Цифровая трансформация образования» // Группа «Национальная инновационная система»; Стратегическое направление «Цифровая трансформация». 2021. URL: https://www.tadviser.ru/images/d/d3/Паспорт_Стратегии_ЦТО.pdf (дата обращения: 02.10.2022).
3. Соломатин Д. В. О применении в обучении математике технологических систем дополненной и виртуальной реальности // *Вестн. Ом. гос. пед. ун-та. Гуманитарные исследования*. 2022. № 2 (35). С. 214–218. DOI: 10.36809/2309-9380-2022-35-214-218
4. Соломатин Д. В. Пропедевтика дискретной математики в начальном курсе общей алгебры // *Математика и информатика: наука и образование : межвуз. сб. науч. тр. Ежегодник. Омск : Изд-во Ом. гос. пед. ун-та, 2010. Вып. 9. С. 132–136.*
5. Соломатин Д. В. Лабораторный практикум по компьютерной алгебре : учеб. пособие. Омск : Изд-во Ом. гос. пед. ун-та, 2009. 80 с.
6. Соломатин Д. В. *mixOmics для гуманитариев* : учеб. пособие. М. : ЛитРес, 2021. 95 с.
7. Chukhnov A. S. Constructive Tasks as a Tool of Invasive and Non-invasive Assessment of Knowledge // *Computer Tools in Education*. 2019. No. 3. P. 96–104. DOI: 10.32603/2071-2340-2019-3-96-104
8. Pozdnyakov S. N., Chukhnov A. S., Pangina N. N. Analysis of the Understanding of the Material of Theoretical Informatics in Competitions and Olympiads in Informatics // *Computer Tools in Education*. 2018. No. 2. P. 55–67. DOI: 10.32603/2071-2340-2018-2-55-67
9. Howard II J. P., Beyers J. F. *Teaching and Learning Mathematics Online*. 1st ed. New York : Chapman and Hall/CRC, 2021. 438 p.

References

- Chukhnov A. S. (2019) Constructive Tasks as a Tool of Invasive and Non-invasive Assessment of Knowledge, *Computer Tools in Education*, no. 3, pp. 96–104, doi: 10.32603/2071-2340-2019-3-96-104 (in English)
- Howard II J. P., Beyers J. F. (2021) *Teaching and Learning Mathematics Online*. 1st ed. New York, Chapman and Hall/CRC Publ., 438 p. (in English)
- Josse J., Husson F. (2016) missMDA : A Package for Handling Missing Values in Multivariate Data Analysis, *Journal of Statistical Software*, no. 70 (1), doi: 10.18637/jss.v070.i01 (in English)
- Passport strategii "Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya" [Passport of the Strategy "Digital Transformation of Education"]* (2021) *Gruppa "Natsional'naya innovatsionnaya sistema", Strategicheskoe napravlenie "Tsifrovaya transformatsiya" [Group "National Innovation System", Strategic Direction "Digital Transformation"]**. Available at: https://www.tadviser.ru/images/d/d3/Паспорт_Стратегии_ЦТО.pdf (accessed: 02.10.2022). (in Russian)
- Pozdnyakov S. N., Chukhnov A. S., Pangina N. N. (2018) Analysis of the Understanding of the Material of Theoretical Informatics in Competitions and Olympiads in Informatics, *Computer Tools in Education*, no. 2, pp. 55–67, doi: 10.32603/2071-2340-2018-2-55-67 (in English)
- Solomatin D. V. (2009) *Laboratoryi praktikum po komp'yuternoi algebre [Laboratory Workshop on Computer Algebra]**. Omsk, OSPU Publishing House, 80 p. (in Russian)
- Solomatin D. V. (2010) Propedevtika diskretnoi matematiki v nachal'nom kurse obshchei algebrы [Propaedeutics of Discrete Mathematics in the Initial Course of General Algebra]*, *Matematika i informatika: nauka i obrazovanie [Mathematics and Informatics: Science and Education]**. Omsk, OSPU Publishing House, issue 9, pp. 132–136. (in Russian)
- Solomatin D. V. (2021) *mixOmics dlya gumanitariyev [mixOmics for the Humanities]**. Moscow, LitRes Publ., 95 p. (in Russian)
- Solomatin D. V. (2022) O primeneniі v obuchenii matematike tekhnologicheskikh sistem dopolnennoi i virtual'noi real'nosti [On the Use of Augmented and Virtual Reality in Teaching Mathematics], *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Gumanitarnye issledovaniya [Review of Omsk State Pedagogical University. Humanitarian Research]*, no. 2 (35), pp. 214–218, doi: 10.36809/2309-9380-2022-35-214-218 (in Russian)

* Перевод названий источников выполнен автором статьи / Translated by the author of the article.