DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-7-22-31>

Математика для инженеров: поиск оптимального сочетания интерактивных и традиционных методов

Беляускене Евгения Александровна – ст. преподаватель. E-mail: eam@tpu.ru

Имас Ольга Николаевна – канд. физ.-мат. наук, доцент. E-mail: onm@tpu.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Адрес: 634050, г. Томск, просп. Ленина, 30

Кривяков Станислав Владимирович – канд. экон. наук, доцент. E-mail: kse74@mail.tsu.ru

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

Адрес: 634050, г. Томск, просп. Ленина, 36

Царева Елена Владимировна – программист. E-mail: tigru@inbox.ru

Компания ЭлеСи, Томск, Россия

Адрес: 634021, г. Томск, ул. Алтайская, 161 А

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос о формировании у будущих инженеров практических навыков в виртуальной среде в рамках фундаментальной математической подготовки. Впервые проведена сравнительная количественная оценка качественной характеристики – приобретения навыка математических вычислений. Цель работы заключается в оценке рисков потери качества усвоения знаний при переходе от книги и ручки к клавиатуре и мышке или планшету. Авторами разработан и апробирован в учебном процессе ряд уникальных интерактивных тренажеров для формирования у студентов вычислительных навыков. Интерактивный тренажёр – это локальная программа, допускающая как автономный режим работы (онлайн или офлайн), так и встраивание в электронный курс на любую образовательную платформу. Проведён анализ возможности замены классических подходов в математическом образовании на виртуальные методы. Обнаружен ряд задач, решение которых в виртуальной среде неэффективно. Выделены виды самостоятельной работы, которые пока не поддаются цифровизации. По результатам эксперимента авторы делают вывод, что интерактивные тренажёры являются полезным инструментом для формирования навыков решения стандартных задач высшей математики, не уступающим традиционным методам. Оба метода показали статистически сравнимые результаты.*

Данное направление исследований является перспективным с точки зрения расширения круга задач и возможностей применения новых технологий. Кроме того, предлагаемый подход способен не только реализовать идею формирования навыков отработки алгоритмов решения задач, но и развивать интеллектуальные качества и способности студентов.

Ключевые слова: обучающий тест, математический тренажёр, высшая математика, электронное образование, flash-технологии

Для цитирования: Беляускене Е.А., Имас О.Н., Кривяков С.В., Царева Е.В. Математика для инженеров: поиск оптимального сочетания интерактивных и традиционных методов // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 7. С. 22-31.

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-7-22-31>

Введение

Современные реалии не оставляют надежды на удержание старых традиций преподавания – посредством классической лекции и традиционного практического занятия. Всё больше вузов целиком переходят на электронные, смешанные или другие новаторские модели обучения студентов, появляется огромное число онлайн-курсов как отдельно от образовательных программ, так и интегрированных в них.

Математика является базовой дисциплиной любой инженерной образовательной программы. Уже существуют ряд MOOK, целиком охватывающих базовые математические курсы. Преподаватели делегируют в электронную среду некоторые элементы методической направленности, отчасти компенсируя пресловутую нехватку часов, отчасти освобождая себя от изнурительной проверки студенческих работ и, конечно же, передают электронной среде полномочия организации самостоятельной работы студентов [1–3].

Однако преподаватели-математики всё ещё остаются одними из самых консервативных членов команды преподавателей, обеспечивающих инженерное образование. Основным их аргументом против использования новых цифровых технологий в базовом математическом образовании является опасение снижения качества математической подготовки студента. Ведущие мировые университеты, такие как Массачусетский технологический институт, Венский технический университет и др., для дистантного электронного образования продвигают MOOK, записывают видеолекции и т.д., но для своих студентов-очников предпочитают преподавать математику в классическом стиле. Электронная среда используется в лучшем случае как площадка для размещения заданий и методической литературы. Так, в 2019 г. в ведущем вузе России в плане реализации новаций – Высшей школе экономики на общедоступных платформах – Coursera и Национальная платформа открытого образования (НПОО) – разработано и

размещено свыше 90 онлайн-курсов, и только четыре из них: «Линейная алгебра», «Комбинаторика и вероятность», «Введение в методы математической физики» и «Теория функции комплексного переменного» – можно отнести к базовым математическим курсам. У других лидеров создания базовых математических MOOK – МГУ и МФТИ – в настоящее время размещены соответственно три и четыре курса.

Причины «задержки развития» ИТ-технологий в базовых математических дисциплинах заложены в задачах, которые возлагаются на математику всеми образовательными программами. Во-первых, изучение высшей математики как базовой дисциплины предполагает формирование навыка использования математического аппарата. Под этим понимается не только вычислительный навык, но и навык критического подхода к проблеме, в простейшем случае – к учебной задаче, решение которой требует прежде всего теоретических знаний и умений их применять, т.е. не только вычислять, но и анализировать, можно ли вычислить, как это возможно, почему нельзя вычислить и т.п. [4]. А этот навык формируется именно при изучении базовых концепций, которые при самостоятельном изучении большая часть студентов либо игнорирует, либо изучает отрывочно, т.е. применительно к частному случаю, решению конкретной задачи. Во-вторых, реализация вычислительного навыка – основная практическая задача изучения математики – на сегодняшний день практикуется в электронном образовании посредством тестов: сначала студент по методической литературе должен разобраться в приёмах применения того или иного алгоритма, затем проверить себя посредством теста. Оптимальность решения, допустимость используемых методов – всё остаётся на совести студента и игнорируется им как несущественные детали задачи в силу неопытности и отсутствия математического кругозора. Это нарушает целостность математического образования.

Целью настоящего исследования является определение эффективности интерактивных методов при формировании практических навыков решения математических задач.

Постановка проблемы

Прежде всего «необходимо выяснить и оценить потенциальные возможности информационных технологий в обучении математике как школьников, так и студентов» [5]. Преподаватели-математики – энтузиасты новых подходов и технологий, – как правило, вводят новые ИТ-элементы в учебный процесс очень осторожно, с обязательной апробацией и критическим анализом [6]. На сегодняшний день наблюдается тенденция использовать онлайн-среду в качестве постоянно доступной расширенной библиотеки. При этом отработка навыков решения реализуется только для стандартных задач. Так, сторонники «смешанного обучения» [7] в электронную среду выносят практику (при наличии онлайн-консультаций), а на аудиторных занятиях рассматривают только теоретические аспекты базовой математики. По итогам своего исследования они делают вывод, что чем больше студент продвинулся в выполнении практических заданий (контроль – в виде онлайн-теста), тем выше он имеет оценку на устном экзамене.

В основном проблема формирования навыка решения стандартных задач в электронной среде решается с помощью обучающих и контролирующих тестов. Но если правила создания контролирующего теста сформулированы и отлажены [8; 9], то идеология обучающего теста находится в процессе формирования. Кроме того, существуют другие интерактивные инструменты обучения, такие как математические игры, кроссворды, тренажёры и т.п.

Данная работа посвящена анализу использования тренажёра как интерактивного тренировочного инструмента для отработки практических навыков решения математических задач и запоминания формул. Мы будем различать два вида тренажёров. Первый –

кнопочный тренажёр – это компьютерная программа, в которой шаги решения задачи осуществляются с помощью передвижения кнопок-символов, размещённых в активном окне. Второй – тренажёр-пропись – требует от студента прописывания некоторых элементов решения. И тот, и другой призваны помочь ему понять и отработать стандартный путь решения той или иной задачи.

В статье [10] детально описан процесс создания и потенциал использования интерактивных тренажёров, построенных на базе файлов формата CDF на примере решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Обсуждается возможность простого преобразования любого элемента CDF-документа в интерактивный. Такой тренажёр позволяет пошагово осуществлять самоконтроль решения дифференциального уравнения. Кроме того, данный подход позволяет иллюстрировать процесс численного решения уравнений методом Эйлера. В статье [11] представлен комплексный подход к разработке интерактивных обучающих материалов. Их уникальным компонентом является разработанный авторами тренажёр-пропись с использованием библиотеки acrotex. Студенту предлагают шаблон «пропись» (основные этапы решения задачи) с пропусками, которые он должен заполнить. Тренажёр позволяет «проверить» каждый шаг решения самостоятельно, т.е. работает в обучающем режиме, а также выполнить задание в режиме контролирующего теста. Недостатком данного вида тренажёров мы считаем специальный набор символов, который необходимо использовать при заполнении пропусков. Например, вместо 2^x приходится писать 2^x и т.п. В работе [12] формулируется ряд требований к разработке программы кнопочного тренажёра, рассматриваются несколько сценариев и подробно обсуждаются технические аспекты написания программы тренажёра. Интегрирование по частям, которое рассматривалось в [11] для создания тренажёра-прописи, было использовано в статье [13]. В ней

1. Вычислить определитель.

Задача: Получите нули в первом столбце

Шаг: Умножьте четвертый столбец на -4 и прибавьте к первому столбцу

$$D = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 & -3 \\ -4 & 2 & 1 & -1 \\ -4 & -2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -3 & 2 & 1 \\ -1 & 2 & -3 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & -2 & -1 \end{vmatrix}$$

-276 -40 -16 -3 -2 -1 0 1 2 12 14 15 28 120

Рис. 1. Первый шаг вычисления определителя 4-го порядка
 Fig. 1. The first step in finding the determinant of the 4 x 4 matrix

подробно обсуждается программа тренажёра, в которой генерируется решение со всеми промежуточными действиями, и проводится посимвольная проверка на каждом шаге.

Следует отметить, что во всех работах, посвящённых обсуждению разработки обучающего тренажёра, существенной проблемой является адаптация тренажёра к записи математических выражений. В основном авторы используют код LaTeX или, как в работе [12], разрабатывают семейство своих собственных языков. Ещё большей проблемой является ввод математических символов с клавиатуры в случае тренажёров-прописей. Эта проблема отсутствует в кнопочном, так как все необходимые символы уже подготовлены в окне тренажёра.

В данной статье мы рассматриваем один из способов формирования навыка решения стандартных задач высшей математики по шести темам у студентов инженерных специальностей посредством кнопочных тренажёров-симуляторов и проводим сравнительный анализ полученного навыка у студентов в экспериментальной и контрольной группах.

Результаты исследования

Описание тренажёров. Кнопочные тренажёры-симуляторы представляют собой локальную программу на основе технологии Flash (язык программирования ActionScript 3).

Цель тренажёра – помочь студенту изучить и отработать алгоритм решения задачи согласно разработанному сценарию. Авторами создано несколько тренажёров по высшей математике:

- разложение определителя по элементам строки или столбца;
- нахождение значения определителя четвёртого порядка;
- нахождение значения определителя пятого порядка;
- тренажёр по заучиванию формул дифференцирования;
- тренажёр по заучиванию формул интегрирования;
- интегрирование по частям в неопределённом интеграле (начальный/средний уровень);
- решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений 2-го порядка (начальный/средний/сложный уровень);
- разложение в ряд Маклорена для 5 функций.

Все разработанные тренажёры были внедрены в электронные курсы на платформе LMS Moodle и опробованы в учебном процессе.

Пример. Тренажёры “вычисление определителя 4-го порядка”. Окно тренажёра представляет собой электронную тетрадь (Рис. 1).

1. Вычислить определитель.

Задача: Вычислите определитель 4-го порядка

$$D = \begin{vmatrix} 1 & -3 & 2 & 1 \\ 3 & -1 & 2 & -3 \\ -4 & 2 & 1 & -1 \\ -4 & -2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -3 & -3 & 2 & 1 \\ 15 & -1 & 2 & -3 \\ 0 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & -2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -3 & -3 & 2 & 1 \\ 0 & -16 & 12 & 2 \\ 0 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & -2 & -2 & -1 \end{vmatrix} =$$

$$= -3 * \begin{vmatrix} -16 & 12 & 2 \\ 2 & 1 & -1 \\ -2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = -3 * \begin{vmatrix} -40 & 12 & 2 \\ 0 & 1 & -1 \\ 2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = -3 * \begin{vmatrix} -40 & 12 & 14 \\ 0 & 1 & 0 \\ 2 & -2 & -3 \end{vmatrix} =$$

$$= -3 * \begin{vmatrix} -40 & 14 \\ 2 & -3 \end{vmatrix} = -3 * (120 - 28) =$$

-276

Рис. 2. Последний шаг вычисления определителя 4-го порядка

Fig. 2. The last step in finding the determinant of the 4 x 4 matrix

В центре расположена страница для записи выполнения задания. Внизу страницы расположены цифры, которые студент должен расположить на рабочем поле с помощью мыши. Задача разложения определителя по строке/столбцу реализуется за несколько шагов, при этом учащийся получает точные и однозначные инструкции для дальнейших действий. При правильном выполнении текущего шага задания на рабочем поле появляется знак равенства, и учащийся переходит к следующему шагу. При завершении строки запись переносится на следующую строку, а при завершении места, отведённого под страницу, появляется новая страница. В программе обеспечена навигация между созданными страницами.

Все действия учащегося сопровождаются подсказками, соответствующими задачам разной степени детализации: 1) найти определитель; 2) получить нули в столбце/строке; 3) прибавить одну строку (столбец) к другой (другому) с заданным коэффициентом; 4) разложить определитель по элементам строки/столбца; и др. Все предложения и подсказки формируются, исходя из конкретной поставленной задачи, т.е. в них указывается определённый номер строки или

столбца, а также коэффициент, на который следует умножить ту или иную строку или столбец.

На рисунке 2 представлен последний шаг вычисления определителя 4-го порядка.

Алгоритм генерации заданий. Задания в тренажёрах формируются с помощью генератора случайных чисел. Для каждого задания предусматривается от одного до трёх вариантов решения задачи, что позволяет студентам усвоить неизменность значения определителя для данной матрицы. Алгоритм генерации задач обеспечивает необходимое разнообразие методов решения.

1. Вначале случайным образом генерируется матрица с элементами, лежащими в диапазоне $[-4,4]$.

2. Для каждой пары параллельных столбцов и строк выполняется сложение элементов с подходящими коэффициентами, полученные строки (столбцы) рассматриваются как возможные строки (столбцы) исходного определителя.

3. Для каждой строки и столбца, включая полученные на предыдущем пункте, выполняется подсчёт нулей, единиц, кратных другим элементам строки (столбца) чисел (знак минуса при подсчёте не учитывается).

4. Полученный вариант считается решением, если в нём есть единица, либо все числа, кроме одного и не считая нулей, кратны другим числам; неподходящие варианты отсеиваются.

5. Среди оставшихся вариантов определяется число шагов поиска нулей, выбираются варианты с наименьшим числом шагов.

6. Выбранные в итоге варианты упорядочиваются по признаку «как можно меньшая сумма коэффициентов» (для упрощения подсчёта), далее выбирается не более трёх вариантов решения задачи поиска нулей.

7. Происходит подсчёт, в результате которого в строке (столбце) появляются нули.

8. Если размерность определителя больше двух, то происходит разложение определителя по элементам строки (столбца), и для полученного определителя алгоритм повторяется, начиная с пункта 2.

9. Если размерность определителя равна двум, то определитель вычисляется согласно известным правилам, выполнение алгоритма заканчивается.

Данный алгоритм позволяет использовать кратные элементы, а также просматривать параллельные строки и столбцы на предмет наличия в них пропорциональных элементов, что способствует реализации разных способов решения задачи.

Описание эксперимента. Эксперимент осуществлялся в Томском политехническом университете в период с 2015 по 2017 гг. В проведении экспериментальной работы в целом приняли участие 113 человек: два преподавателя математики, один программист и 110 студентов. Все студенты обучались по инженерным образовательным программам бакалавриата. Главной целью эксперимента являлась проверка эффективности математических тренажёров.

Отметим, что работа с тренажёрами «Вычисление определителей» проводилась после изучения всех разделов линейной алгебры в конце первого семестра. В ходе эксперимента все студенты были поделены случайным образом на две группы по 55 человек. Первая

работала традиционным способом с использованием бумаги, ручки, методических материалов (далее группа А), вторая занималась на тренажёре (далее группа Б). Работа строилась следующим образом:

– первые 15 минут – входной контроль (обе группы выполняют одинаковые задания письменно);

– следующие 45 минут – тренировка (группа А читает методические указания, изучает разобранные примеры, тренируется решать самостоятельно; группа Б работает на тренажёре);

– последние 15 минут – выходной контроль (обе группы выполняют одинаковые задания письменно).

В качестве заданий по вычислению определителей студентам было предложено найти два определителя 4-го порядка.

Обсуждение результатов

Рассмотрим результаты эксперимента по вычислению определителя 4-го порядка (Рис. 3).

Как видно из рисунка, результаты входного контроля студентов группы Б несколько выше, чем результаты студентов группы А. Мы предполагаем, что данная группа изначально оказалась более подготовленной. После тренировки в обеих группах наблюдалось улучшение, хотя в группе А оно более выражено, чем в группе Б. Более того, у студентов группы А после изучения методического пособия и самостоятельного решения задач ошибок при нахождении определителя 4-го порядка оказалось больше, чем до тренировки. Возможно, это связано с накопившейся усталостью. Ряд студентов на входном контроле находили определители правильно, на выходном – неправильно, другие наоборот. Так, вычисляя определители 4-го порядка, группа Б показала меньше случаев входного нулевого балла (26 против 39 в группе А), более высокий входной балл (29 против 16), выходной балл также выше (29,5 против 23,5). Студенты с нулевым входным баллом из группы Б на выходе в среднем

Рис. 3. Доля студентов, справившихся с контрольными заданиями: группа А – традиционная форма работы, группа Б – работа с тренажёром

Fig. 3. The share of students completed the tasks: group A – the traditional work, group B – work with the simulator

решили один пример из двух, в то время как студенты с нулевым входным баллом из группы А на выходе решили 0,73 примера из двух. Студенты с максимальным входным баллом (2) из группы Б меньше ухудшили свой результат, чем студенты с максимальным входным баллом из группы А (0,68 против 0,38). Вместе с тем студенты с входным баллом 1 из группы А ухудшили свой результат меньше, чем студенты из группы Б (0,86 против 0,75) и общий балл улучшения для студентов группы А больше (1,67 против 0,91).

Чтобы оценить эффективность традиционного и инновационного метода обучения, выборки были проверены на однородность по критерию Фишера.

Выводы

Количественные оценки качества приобретенных вычислительных навыков по высшей математике с помощью виртуальных тренажеров показали одинаковые результаты двух методов – интерактивного и классического. Результаты проведенного нами анализа позволяют опровергнуть основной аргумент о невозможности использовать существующие ИТ-технологии для изучения математики в вузе. Разработанные трена-

жёры зарекомендовали себя эффективными инструментами для отработки алгоритмов решения стандартных задач высшей математики. По сравнению с традиционными методами тренажеры обеспечивают как минимум не худший результат освоения математики. В задачах, требующих заучивания формул, тренажёр оказался неэффективен. Возможно, разработанная форма тренажёра была неудачной, так как не содержит полный цикл комплексного процесса обучения [14]. Кроме того, это может быть связано с особенностями стиля обучения студентов [15]. В дальнейшем авторы планируют усовершенствовать визуальное и сценарное представление тренажеров, а также исследовать эффективность различных интерактивных инструментов в зависимости от стиля обучения студента.

Интерактивные тренажеры показали свою эффективность в хорошо алгоритмируемых задачах. Для задач обобщенного типа требуются дальнейшие исследования.

Литература

1. Войтович И.К. Модель электронной образовательной среды вуза // Высшее образование в России. 2016. № 12 (207). С. 82–87.

2. Гнутова И.И. От «перевернутого класса» к «перевернутому обучению»: эволюция концепции и её философские основания // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 3. С. 86–95. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-3-86-95>
3. Buchan J. Putting Ourselves in the Big Picture: A Sustainable Approach to Project Management for E-learning // Journal of distance education. 2010. Vol. 24. No. 1. P. 55–76. URL: <https://eric.ed.gov/?id=EJ892356>
4. Tatsuoka K.K. Item construction and psychometric models appropriate for constructed response. Princeton, N-J, 1993. 56 p.
5. Сафонов В.И., Бакаева О.А., Тагаева Е.А. Потенциальные возможности интерактивной среды Geogebra в реализации преемственности математического образования «школа – вуз» // Перспективы науки и образования. 2019. № 1 (37). С. 431–444. DOI: 10.32744/pse.2019.1.32
6. Rozbkova O.V., Netesova M.V., Ustinova I.G. Innovative technologies in applied mathematical sciences as a factor of quality improvement of engineers' training // 10th Annual International Conference of Education, Research and Innovation: Proceedings, Seville, November 16–18, 2017. Barcelona: IATED, 2017. P. 3263–3272 [243706-2018].
7. Lobregat-Gómez N., Mínguez F., Roselló M.-D., Sánchez R., Luis M. Blended Learning Activities Development // International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL), 20–24 September 2015, Florence, Italy, 2015. P. 79–81.
8. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий онлайн. М.: Центр тестирования МО РФ, 2002. 240 с. URL: <https://hum.edu-lib.com/pedagogika-psihologiya/avanesov-v-s-kompozitsiya-testovyih-zadaniy-onlayn>
9. Berk R.A. (Ed). A Guide to Criterion-Referenced Test Construction. Baltimore, MD: John Hopkins University Press, 1984.
10. Асланов Р.М. Тренажёр по дифференциальным уравнениям на основе wolfram cdf player // Сибирский педагогический журнал. 2015. № 4. С. 26–30. URL: <http://sp-journal.ru/article/1721>.
11. Анисимов А.А., Бондаренко Т.А., Каменева Г.А. Разработка современных тестовых материалов для организации самостоятельной работы студентов при изучении высшей математики с применением пакета LaTeX // Перспективы науки и образования. 2019. № 2 (38). С. 428–441. DOI: 10.32744/pse.2019.2.32
12. Борисов С. И. Язык представления тренажёров для решения задач по высшей математике // Открытое и дистанционное образование. 2004. № 4. С. 57–69.
13. Яриков В.В. Тренажёр по нахождению первообразной сложной функции для интеграла вида $P(x)Q(x)$ // Образовательные технологии и общество. 2011. № 4 (14). С. 368–376. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17240156>
14. Kolb, D. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
15. Biggs J. Enhancing learning: a matter of style or approach // Sternberg, R.J., Zhang, L. Perspectives on thinking, learning and cognitive styles. Erlbaum, 2001. P. 73–102.

Поступила в редакцию 08.09.19

После доработки 15.04.20

Принята к публикации 07.06.20

University Mathematics for Engineers: Towards Optimum Compromise between Interactive and Traditional Approaches

Evgeniia A. Beliauskene – Senior Lecturer, Mathematics and Computer Science department. E-mail: eam@tpu.ru

Olga N. Imas – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Assoc. Prof., Mathematics and Computer Science department. E-mail: onm@tpu.ru

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Address: 30, Lenin Ave., Tomsk, 603950, Russian Federation

Stanislav V. Kriviakov – Cand. Sci. (Economics), Assoc. Prof., Economics department. E-mail: kse74@mail.tsu.ru

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Address: 30, Lenin Ave., Tomsk, 603950, Russian Federation

Elena V. Tsareva – programmer. E-mail: tigr@inbox.ru

EleSy Company, Tomsk, Russia

Address: Altaiskaya str., 161 A, 634021, Tomsk, Russian Federation

Abstract. The article examines two ways to achieve mastery of undergraduate mathematics: face-to-face and digital learning formats. The authors have developed and tested a unique interactive computer-based learning software – few local programs to practice math online, offline or to be installed into an e-course. We focus on different standard problems, such as, finding determinants, solving differential equations, integration by parts, etc. The aim of this study was to investigate what kinds of the activities lead to good learning outcomes. To date, much of the previous research has suggested that students get the benefits of e-learning and b-learning. Yet, there is a general lack of research on outcomes compares the different ways in which students gain knowledge. The results show that the interactive math simulator is one of the effective tools for developing skills to solve standard problems of higher mathematics. There are, however, some math problems to be learn traditionally, with textbook and chalkboard.

Keywords: learning test, mathematical simulator, higher mathematics, e-learning, flash-technology

Cite as: Beliauskene, E.A., Imas, O.N., Kriviakov, S.V., Tsareva, E.V. (2020). University Mathematics for Engineers: Towards Optimum Compromise between Interactive and Traditional Approaches. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 7, pp. 22-31. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-7-22-31>

References

1. Voitovich, I.K. (2016). University e-Learning Environment Model. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 12, pp. 82-87. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Gnutova, I.I. (2020). From Flipped Classroom to Flipped Learning: Evolution of the Concept and Its Philosophical Foundations. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 5, pp. 86-95. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-3-86-95> (In Russ., abstract in Eng.)
3. Buchan, J. (2010). Putting Ourselves in the Big Picture: A Sustainable Approach to Project Management for E-Learning. *Journal of distance education*. Vol. 24, no. 1, pp. 55-76. Available at: <https://eric.ed.gov/?id=EJ892356>
4. Tatsuoaka, K.K. (1993). *Item Construction and Psychometric Models Appropriate for Constructed Response*. Princeton, N-J., 56 p.
5. Safonov, V.I., Bakaeva, O.A., Tagaeva, E.A. (2019) Potential Capabilities of the Geogebra Interactive Environment During the Implementation of the Continuity of the “School-University” Mathematical Education. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*. Vol. 37, no. 1, pp. 431-444. DOI: 10.32744/pse.2019.1.32. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Rozhkova, O.V., Netesova, M.V., Ustinova, I.G. (2017). Innovative Technologies in Applied Mathematical Sciences as a Factor of Quality Improvement of Engineers’ Training. In: *10th Annual International Conference of Education, Research and Innovation: Proceedings*, Seville, 16-18 November 2017. Barcelona: IATED, pp. 3263-3272 [243706-2018].
7. Lobregat-Gómez, N., Mínguez, F., Roselló, M.-D., Sánchez, R., Luis, M.. (2015) Blended Learning Activities Development. In: *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 20-24 September 2015, Florence, Italy, 2015, pp. 79-81.

8. Avanesov, V.S. (2002). *Kompozitsii testovykh zadaniy* [Test Composition]. Moscow: Testing Center under the RF Ministry of Education, 240 p. Available at: <https://hum.edu-lib.com/pedagogika-psihologiya/avanesov-v-s-kompozitsiya-testovyih-zadaniy-onlayn> (In Russ.)
9. Berk, R.A. (Ed). (1984). *A Guide to Criterion-Referenced Test Construction*. Baltimore, MD: John Hopkins University Press.
10. Aslanov, R.M. (2015). Simulator for Differential Equations on the Basis of Wolfram cdf Player. *Sibirskii pedagogicheskii zhurnal = Siberian Pedagogical Journal*. No. 4, pp. 26-30. Available at: <http://sp-journal.ru/article/1721> (In Russ., abstract in Eng.)
11. Anisimov, A.L., Bondarenko, T.A., Kameneva, G.A. (2019). Development of Modern Test Materials Using the LaTeX Package for the Organization of Students' Independent Work in the Study of Higher Mathematics. *Perspektivy nauki i obrazovaniy = Perspectives of Science and Education*. Vol. 38, no. 2, pp. 428-441. DOI: 10.32744/pse.2019.2.32 (In Russ., abstract in Eng.)
12. Borisov, S.I. (2004). Simulator Presentation Language for Solving Problems in Higher Mathematics. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie = Open and Distance Education*. No. 4, pp. 57-69. (In Russ.)
13. Yarikov, V.V. (2011). Simulator for Finding the Complex Function Antiderivative for the Kind of Integral $P(x)Q(x)$. *Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo = Educational Technology and Society*. Vol. 14, no. 4, pp. 368-376. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17240156> (In Russ., abstract in Eng.).
14. Kolb, D. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
15. Biggs, J. (2001). Enhancing Learning: A Matter of Style or Approach. In: Sternberg, R.J., Zhang, L. *Perspectives on Thinking, Learning and Cognitive Styles*. New York: Erlbaum, pp. 73-102.

The paper was submitted 08.09.19

Received after reworking 15.04.20

Accepted for publication 07.06.20