ТЕОРИИ, МОДЕЛИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ В СИСТЕМЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

DOI: 10.24888/2500-1957-2025-4-38-56

УДК 378.14

ИНТЕРАКТИВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ АЛГЕБРЫ

Знаенко Наталья Сергеевна
доцент
Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Коноплева Ирина Викторовна
к.ф.м.н., доцент
Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Иващенко Илья Эдуардович
курсант
Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева

Аннотация. В современной образовательной парадигме акцент смещается с теоретического изложения материала к формированию нового опыта и его последующему осмыслению, что повышает роль интерактивных и цифровых инструментов в обучении. Статья описывает разработку программы для изучения линейной алгебры – одного из ключевых разделов высшей математики для многих специальностей. Этот раздел, изучаемый в начале курса, оказывает существенное влияние на последующее освоение предмета, однако зачастую воспринимается студентами как абстрактный и поэтому сложный. Традиционные методы обучения, а также существующие цифровые системы (MATCAD, MAPLE, MATLAB, Wolfram Alpha) обладают рядом ограничений, таких как высокая стоимость лицензий, необходимость наличия специальных навыков, отсутствие наглядности, адаптивности и оперативной обратной связи. Цель работы – описание разработки и применения интерактивной образовательной платформы, призванной преодолеть эти ограничения. Её новизна заключается в комплексном подходе, сочетающем визуализацию ключевых понятий (матрицы, определители, системы уравнений), игровые механики для повышения мотивации (выбор персонажа, система достижений) и систему автоматической проверки знаний, анализирующую не только конечный ответ, но и промежуточные шаги решения. Платформа обеспечивает мгновенную обратную связь и адаптацию к индивидуальному уровню подготовки студента. В статье подробно описываются архитектура и функционал программного решения, реализованного на Python с использованием библиотек Pygame и NumPy. Сделан вывод о том, что разработанный инструмент эффективно дополняет традиционные методики, делая процесс обучения более наглядным, интерактивным и персонализированным, и может служить моделью для создания аналогичных платформ для других разделов математики.

Ключевые слова: линейная алгебра, интерактивная платформа, образовательные технологии, визуализация, интерактивное обучение

Для цитирования: Знаенко Н.С., Коноплева И.В., Иващенко И.Э. Интерактивная образовательная платформа для изучения линейной алгебры // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2025. № 4 (40). С. 38–56. doi.org/10.24888/2500-1957-2025-4-38-56

Права: © Н.С. Знаенко, И.В. Коноплева, И.Э. Иващенко (2025). Опубликовано Елецким государственным университетом им. И.А. Бунина. Открытый доступ на условиях лицензии CC BY 4.0

Введение

В современном мире меняется логика образовательного процесса: «не от теории к практике, а от формирования нового опыта к его теоретическому осмыслению через применение» (Шмульская, 2024). Образование становится более технологичным и ориентированным на использование цифровых инструментов (Макаров, 2013; Гуменникова, 2022; Ланина, 2021, Макаров, 2013; Рванова, 2020; Хайновский, 2022; Ní Shé, Ní Fhloinn, Mac an Bhaird, 2023; Toromade, Orakwe, Okonkwo, 2024). Преподаватель при этом выступает организатором эффективной образовательной среды, способствующей активизации работы студентов (Айсханова, 2022; Бордовская, 2023; Знаенко, Коноплева, 2025). В связи с развитием информационных технологий и дистанционного образования все чаще используется термин «интерактивное обучение», который обозначает «обучение, основанное на активном взаимодействии с субъектом обучения... с хорошо организованной обратной связью... с двусторонним обменом информацией между ними» (Шмульская, 2024). Интерактивные образовательные платформы являются одним из инструментов, реализующих такой вид обучения (Воробьев, 2012; Потапов, 2019; Рванова, 2020; Хайновский, 2022; Баршацкая, 2025). Их использование позволяет студентам работать в индивидуальном темпе, получая знания в удобном и увлекательном формате, в том числе с элементами геймификации (Коноплева, Знаенко, Миронова, 2024; Toromade, Orakwe, Okonkwo, 2024).

Линейная алгебра, как раздел высшей математики, изучаемой в техническом вузе, широко применяется в таких дисциплинах, как физика, информатика, компьютерная графика, экономика. Однако, несмотря на свою значимость, она часто воспринимается студентами как сложная и абстрактная дисциплина. Поэтому создание эффективной интерактивной платформы для её изучения представляет собой актуальную задачу. Известны примеры применения различных технологий изучения этого раздела (Воробьев, 2012; Потапов, 2019; Коноплева, Знаенко, Миронова, 2024; Du H., 2024).

Целью данной работы является описание разработки интерактивного образовательного инструмента, предназначенного для изучения линейной алгебры, включающего систему мгновенной оценки знаний и адаптацию к индивидуальным потребностям студентов. Он призван облегчить усвоение теории, продемонстрировать её прикладное значение и предоставить обучающимся возможность активно взаимодействовать с материалом. Разработанная программная платформа обеспечивает визуализацию ключевых понятий (матрицы, определители, системы линейных уравнений), позволяя студентам интуитивно понимать их структуру и взаимосвязи. Важной частью работы является создание системы автоматической проверки знаний, способной учитывать индивидуальные особенности обучающихся, предоставлять мгновенную обратную связь и помогать корректировать ошибки в реальном времени. Первые результаты этой разработки представлены в тезисах (Знаенко, Иващенко, 2025).

Новизна предлагаемого подхода заключается в нескольких аспектах. Во-первых, разработанный инструмент совмещает наглядные модели и игровые механики в целостной обучающей системе, что отличает его от таких программ, как MATCAD, MAPLE, MATLAB, Wolfram Alpha. Это позволяет не только иллюстрировать математические понятия, но и делать процесс обучения более увлекательным за счет интерактивных заданий и игровых приемов. Во-вторых, система автоматической проверки знаний реализована с учетом анализа промежуточных шагов решений, что отличает её от стандартных тестов с выбором ответа и дает возможность более глубоко оценивать понимание материала. В-третьих, персонализация обучения достигается за счёт внедрения выбора персонажей, которые сопровождают студента в процессе освоения дисциплины, и адаптивных заданий, подстраивающихся под уровень знаний пользователя. Такой подход, как подчёркивается в (Хасанова, 2024), соответствует преимуществам цифрового образования, включая «увеличение доступности и персонализацию», что особенно важно в условиях, когда студенты имеют разный уровень подготовки и скорость восприятия материала. В отличии от методик обучения и проверки знаний, использующих MOODLE (Хусаинова, 2013) эта программа устанавливается на компьютер и работает, не требуя подключения к интернету, что особенно актуально в последнее время.

Предлагаемый подход дополняет существующие традиционные методики за счёт использования визуальных моделей и адаптивных приемов обучения, что облегчает процесс понимания материала (Айсханова, 2022).

Методология исследования

Методы работы представляют собой последовательное применение теоретических и эмпирических этапов исследования. На первом этапе был проведен анализ существующих традиционных и цифровых подходов к обучению линейной алгебре, выявивший ключевые проблемы: отсутствие наглядности, низкую интерактивность и запаздывающую обратную связь. На основе этого была разработана концепция платформы, интегрирующая визуализацию, интерактивные задания и систему автоматической проверки.

Для реализации платформы использовался итеративный подход к разработке программного обеспечения. Основной стек технологий включил язык Python и библиотеки Pygame (для реализации графического интерфейса и анимации) и NumPy (для выполнения математических вычислений). Архитектура платформы была спроектирована по модульному принципу, что обеспечило гибкость и масштабируемость. Функциональные модули (теория, практика, тестирование) были реализованы с использованием JSON для хранения данных заданий и динамической обработки пользовательского ввода.

Описание полученных результатов

Обучение линейной алгебре в большинстве образовательных учреждений строится на традиционных методах, которые включают лекционные, практические, лабораторные занятия и самостоятельную работу студентов. Лекции посвящены систематическому изложению теоретических основ: формулированию определений основных понятий, доказательству теорем, разбору примеров решения типовых задач. Практические занятия направлены на закрепление знаний через выполнение упражнений, где студенты применяют изученные алгоритмы к конкретным задачам под руководством преподавателя. Самостоятельная работа предполагает выполнение индивидуальных домашних заданий, подготовку к контрольным и лабораторным занятиям, изучение дополнительных материалов с использованием учебников или конспектов. Этот подход, несмотря на свою фундаментальность, имеет ряд недостатков, которые ограничивают его эффективность, особенно учитывая разный уровень подготовки студентов.

Одной из ключевых проблем традиционных методов является отсутствие наглядности. Многие понятия алгебры носят абстрактный характер, что усложняет их восприятие. Кроме того, традиционное обучение характеризуется низкой интерактивностью: процесс сводится к восприятию информации на лекциях и механическому воспроизведению алгоритмов на практике, что снижает вовлеченность студентов и не способствует глубокому осмыслению материала. Ещё одним недостатком является задержка обратной связи: проверка домашних заданий или контрольных работ требует времени, и студенты не могут сразу узнать, где допустили ошибку. Это замедляет процесс обучения и позволяет неверным подходам закрепляться.

С развитием цифровых технологий в образовательный процесс начали внедряться современные инструменты, призванные частично устранить эти недостатки. Среди наиболее популярных программ можно выделить специализированные среды Wolfram Alpha, Maple, Octave. MATLAB, MATCAD, позволяющие выполнять сложные матричные вычисления и, предоставляющие мгновенные решения систем уравнений и вычисление определителей, строить графики, что полезно для анализа свойств линейных систем. Программа GeoGebra может создавать интерактивные чертежи (Рванова, 2020), но недостаточно специализирована для абстракций линейной алгебры.

Эти инструменты обладают значительными вычислительными возможностями и способны автоматизировать рутинные операции, освобождая время для более глубокого изучения теории. Но каждая отдельно взятая программа не обладает комплексным подходом, когда теоретический материал, интерактивные задания и мощные визуализационные инструменты объединены в единую, педагогически продуманную систему, адаптированную именно под специфику линейной алгебры и конкретного обучаемого.

Кроме того, большинство перечисленных программ не обладают адаптивностью: они требуют от пользователя предварительных знаний о том, как правильно составить программу для решения задачи и интерпретации результата, что делает их сложными для самостоятельного использования студентами первого курса. Эти инструменты ориентированы в первую очередь на решение задач, а не на обучение: они выдают числовой или графический результат, но не объясняют, как он был получен, и не помогают студенту разобраться в сути математических операций. Обратная связь в них также ограничена: если студент вводит неверные данные, он получает лишь сообщение об ошибке или некорректный результат, без подсказок или разъяснений, что не способствует осмысленному усвоению материала.

В итоге, несмотря на доступность современных вычислительных средств, глубокое понимание линейной алгебры остаётся недостижимым для многих студентов, что подчеркивает необходимость разработки инструмента, который бы сочетал вычислительные возможности с образовательной направленностью.

Анализ традиционных и цифровых подходов выявляет ключевые потребности в организации процесса обучения линейной алгебре: наглядность, интерактивность и оперативная обратная связь (Воробьев, 2012; Потапов, 2019, Du H., 2024).

Разработанный новый инструмент использует визуализацию, интерактивность и автоматическую проверку знаний, чтобы сделать весь учебный процесс от теории до практики более эффективным и наглядным.

Функционал этой программы построен таким образом, чтобы обеспечить плавный переход между различными этапами обучения, поддерживая интерес пользователя и предоставляя ему инструменты для глубокого освоения дисциплины. Основные ее компоненты включают выбор персонажей, меню выбора раздела, интерактивные разделы теории, практики и тестирования, а также механизмы ввода ответов и автоматической проверки. Рассмотрим каждый из этих аспектов подробно.

Работа с платформой начинается с главного меню, где пользователь читает инструкцию и переходит к выбору разделов (рис. 1).

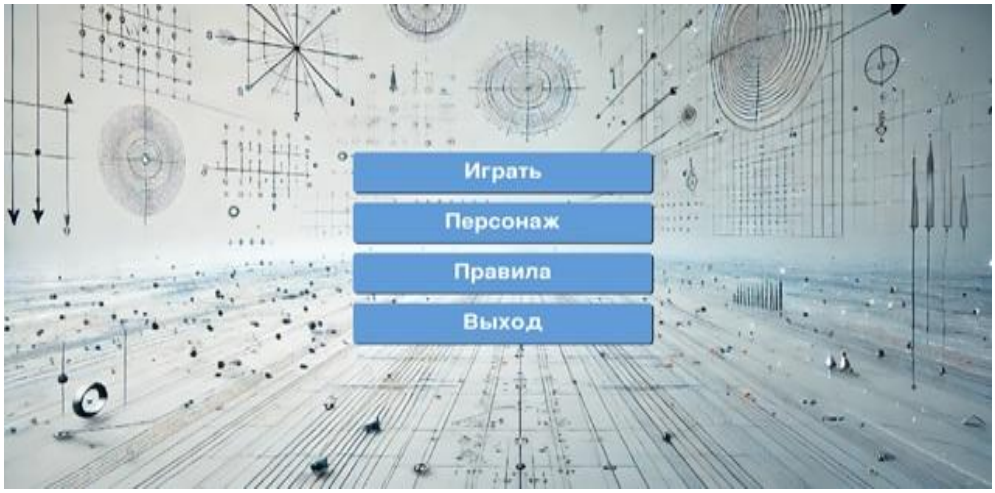

Рис. 1. Начальное окно

Задача пользователя заключается в чтении правил и выборе персонажа, после чего он нажимает кнопку «Играть», и открывается игровое поле. Оно оформлено в виде графической карты с тремя узлами: «Определители», «Матрицы» и «Системы линейных уравнений».

Карта представляет собой окружность с тремя узлами, каждый из которых соответствует одной из основных тем линейной алгебры: «Определители», «Матрицы» и «Системы линейных уравнений». Узлы соединены с центром экрана линиями, которые прорисовываются плавно, создавая визуальный эффект постепенного раскрытия возможностей программы (рис. 2).

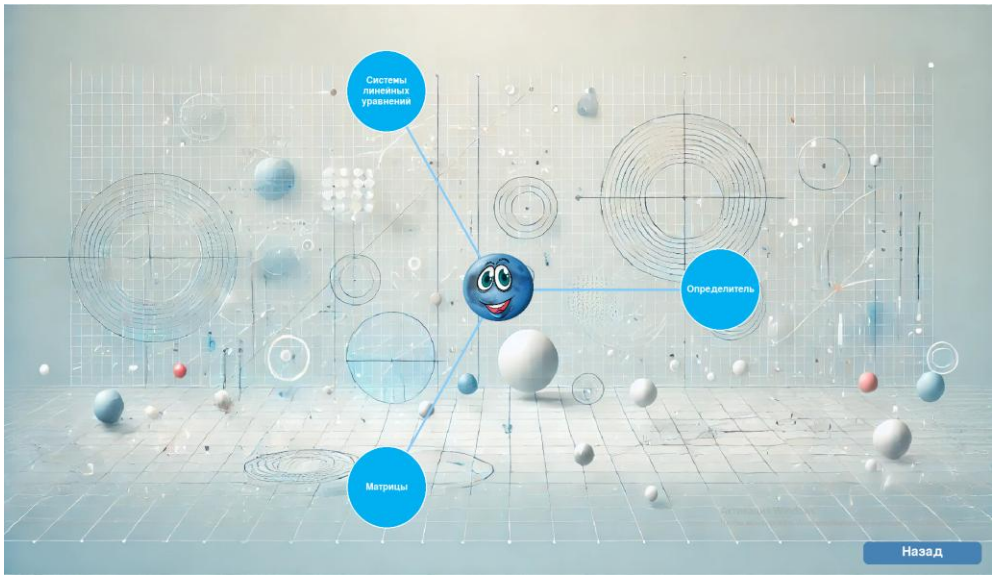

Рис. 2. Окно с выбором раздела

Каждый узел – это круг с текстом внутри, адаптированным по длине для читаемости, а при наведении на него курсора он подсвечивается ярким голубым цветом, сигнализируя о возможности выбора. Выбранный персонаж находится в центре карты, и при клике на узел он начинает двигаться к нему с анимацией: Колобок «катится», подпрыгивая, а Кот-учёный «шагает» с лёгким наклоном тела. Движение сопровождается изменением положения и угла наклона изображения персонажа, что делает процесс вы-

бора раздела динамичным и интерактивным. После достижения узла открывается экран с выбором конкретного подраздела: «Теория», «Практика» или «Тест».

Экран выбора интересующего раздела представлен тремя кнопками, расположенными горизонтально под заголовком темы, например, «Матрицы» (рис. 3). Кнопки имеют закруглённые углы и увеличиваются в размере на 10% при наведении курсора, что визуально подсказывает пользователю о возможности взаимодействия. Фон экрана дополнен декоративными элементами – движущимися кругами и математическими символами, которые создают атмосферу погружения в предмет. При выборе раздела «Теория» открывается модуль просмотра лекционных материалов в формате PDF. Этот модуль позволяет масштабировать текст (с помощью клавиш «+» и «–») и прокручивать страницы (колесиком мыши или кнопками «вверх» и «вниз»), причём текущее положение сохраняется для удобства возвращения к материалу. Окно занимает 90% ширины и 70% высоты экрана, а текст центрируется для комфортного чтения, что делает его удобным заменителем традиционного учебника.

Рис.3. Выбор раздела

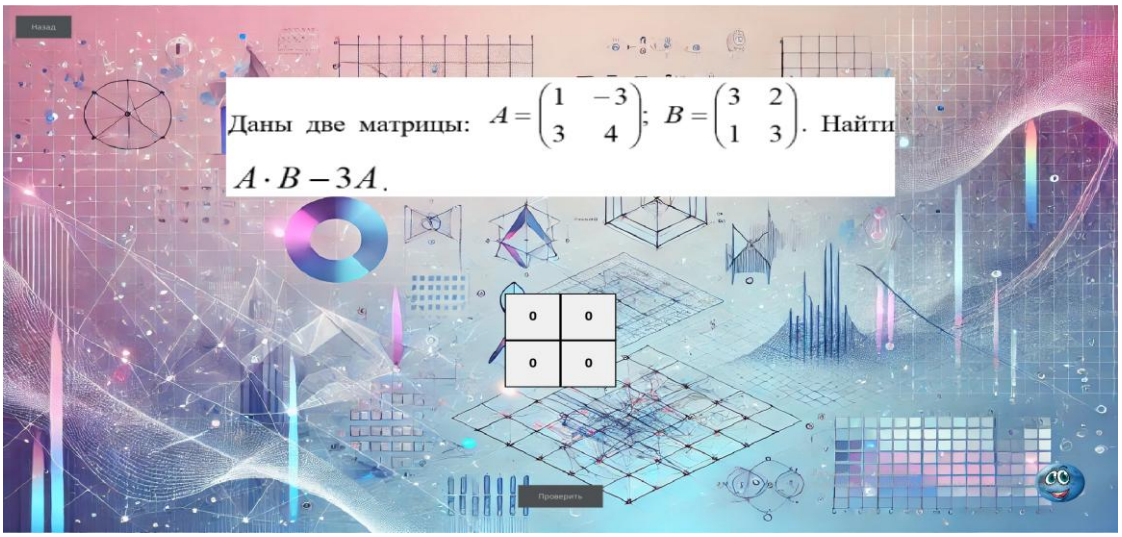

Рис. 4. Окно ввода задачи с ответом в виде матрицы

Раздел «Практика» предлагает пользователю интерактивные задачи, где ввод ответов реализован в зависимости от типа задания. Задачи загружаются из JSON-файлов и

делятся на три категории: числовые, матричные и системы линейных уравнений. Для числовых задач пользователь вводит ответ в текстовое поле, ограниченное пятью символами (включая минус), причём допустимы только цифры и знак «–» в начале. В матричных задачах отображается сетка ячеек, каждая из которых заполняется с клавиатуры (рис. 4).

Ввод ограничен трёхзначными числами с учётом знака, и активная ячейка подсвечивается голубым контуром для удобства навигации. Для систем уравнений пользователь вводит значения переменных (x, y) в отдельные ячейки, подписанные соответствующими символами. Условие задачи отображается в верхней части экрана, часто с изображением (например, матрица или система уравнений), а в нижней части находится кнопка «Проверить», которая активирует автоматическую проверку.

Раздел «Тест» предлагает пользователю вопросы с выбором ответа из четырёх вариантов, загружаемых из JSON-файлов. Варианты ответа отображаются на кнопках, расположенных в две строки по две кнопки. При наведении на кнопку она подсвечивается, а при клике фиксируется выбор, отображая надпись: «Ответ принят» и активируя кнопку «Далее». Повторный выбор блокируется, чтобы исключить случайное угадывание. По завершении теста отображается статистика с круговой диаграммой, где зелёный сектор показывает долю правильных ответов, а красный – ошибок, что даёт наглядное представление о прогрессе.

Автоматическая проверка встроена как в раздел «Практика», так и в «Тест», обеспечивая мгновенную обратную связь. В практике после ввода ответа и нажатия кнопки «Проверить» программа сравнивает данные с эталоном: для числовых задач – точное совпадение, для матриц – поэлементное соответствие, для систем уравнений – значения переменных. При правильном ответе отображается зелёный текст «Верно!», при ошибке – красный «Неверно!» с анимацией персонажа. В тестах выбранный вариант сравнивается с правильным ответом из JSON-файла, отображая результат визуально. Это ускоряет обучение и помогает корректировать ошибки в реальном времени.

Программа реализована как набор отдельных модулей, взаимодействующих между собой, что упрощает её использование и обеспечивает гибкость для дальнейших доработок. Основной модуль управляет стартовым экраном и навигацией между разделами. Отдельный модуль отвечает за выбор персонажа. Раздел «Теория» работает как цифровой учебник. Раздел «Практика» делится на два этапа: 1) показ списка интерактивных задач и окно для ввода ответа, реализованное в зависимости от типа задания (числовые, матричные, системы линейных уравнений); 2) тестовый раздел задаёт вопросы с выбором ответа из четырёх вариантов и выводит диаграмму с результатами. Для реализации платформы использовались технологии, хорошо справляющиеся с поставленными задачами: Python – основной язык программирования, Pygame – для графики и анимации, NumPy – для математических вычислений.

Например, анимация движения персонажа реализована с помощью Pygame, а проверка матричных задач – с использованием NumPy. Например, на карте тем персонаж движется к выбранной точке не просто прямой линией, а с подпрыгиваниями и небольшими поворотами, чтобы было интереснее смотреть. Этот процесс работает так: программа вычисляет, куда нужно прийти, и постепенно передвигает персонажа маленькими шажками, добавляя прыжки вверх-вниз, как будто он живой. Если персонаж близко к цели, он останавливается, и открывается нужный раздел. Например, Колобок внизу экрана, а точка наверху, тогда он будет идти вверх, подпрыгивать и чуть наклоняться влево-вправо (рис. 5). Pygame также рисует кнопки, узлы на карте и плавные переходы между экранами, не перегружая компьютер.

```
# плавное движение персонажа к цели
if move_target:
    dx = move_target[0] - character_x
    dy = move_target[1] - character_y
    distance = math.hypot(dx, dy)
    if distance > 5:  # Продолжать движение, пока персонаж не достиг цели
        # Линейная интерполяция для плавного движения
        character_x += dx * move_speed
        character_y += dy * move_speed

        # Анимация прыжка (используем sin для плавного подпрыгивания)
        jump_height = 10 * math.sin(pygame.time.get_ticks() / 100)  # Амплитуда прыжка
        character_y -= jump_height  # Поднимаем персонажа вверх

        # Анимация поворота (можно менять угол наклона персонажа)
        rotation_angle = 15 * math.sin(pygame.time.get_ticks() / 200)  # Угол наклона
        rotated_character = pygame.transform.rotate(character_image, rotation_angle)
    else:
        # Остановка в узле и открытие окна
        character_x, character_y = move_target
        move_target = None
        NodeScreen(screen, target_topic["name"], character).run()  # Передаем character в NodeScreen
```

Рис. 5. Анимация движения персонажа

```
def check_answer(self):
    """Проверяет ответ пользователя."""
    if self.task["type"] == "matrix":
        user_matrix = self.get_matrix_input()
        correct_matrix = eval(self.task["answer"])
        if user_matrix == correct_matrix:
            self.result_message = "Верно!"
            self.result_color = (0, 255, 0)
            self.character_animation = "correct"
        else:
            self.result_message = "Неверно!"
            self.result_color = (255, 0, 0)
            self.character_animation = "incorrect"
    elif self.task["type"] == "linear_system":
        self.check_linear_system_answer()
    else:
        user_input = self.answer_input.get_text()
        correct_answer = float(self.task["answer"])
        if float(user_input) == correct_answer:
            self.result_message = "Верно!"
            self.result_color = (0, 255, 0)
            self.character_animation = "correct"
        else:
            self.result_message = "Неверно!"
            self.result_color = (255, 0, 0)
            self.character_animation = "incorrect"

    self.show_result = True
```

Рис. 6. Проверка введенного ответа

Для математических задач используется библиотека NumPy, которая быстро считает сложные вещи, например, умножение таблиц чисел. В разделе «Практика» программа проверяет, правильно ли пользователь заполнил таблицу (матрицу). Она берёт то, что ввёл человек, и сравнивает с правильным ответом, который заранее записан. Если всё совпадает – «Верно!» и зелёный цвет, а если нет – «Неверно!» и красный. Например, если задача – заполнить таблицу 2x2 числами [1, 2, 3, 4], а пользователь ввёл [1, 2, 5, 4], программа заметит ошибку в третьем числе и скажет, что ответ неверный (рис. 6).

В разделе «Тест» программа рисует круг, который показывает, сколько ответов было правильными, а сколько нет. Представьте пирог: если вы ответили правильно на 3 вопроса из 5, то три пятых круга будут зелёными, а остальное – красным. Программа считает, сколько всего вопросов было, делит круг на части и закрашивает их разными цветами, чтобы сразу было видно результат. Потом она пишет точное число правильных ответов, например, «3 из 5». Если в тесте 4 вопроса, и 3 ответа правильные, круг будет на три четверти зелёным и на одну четверть красным (рис. 7).

```
def draw_pie_chart(self, correct_answers, incorrect_answers):
    """Отрисовывает круговую диаграмму."""
    total_answers = correct_answers + incorrect_answers
    if total_answers == 0:
        return

    center_x = self.screen.get_width() // 2
    center_y = self.screen.get_height() // 2 - 150
    radius = 100

    correct_angle = 360 * (correct_answers / total_answers)

    # Отрисовка верных ответов (зеленый сектор)
    pygame.draw.arc(self.screen, (0, 255, 0), (center_x - radius, center_y - radius, radius * 2, radius * 2),
                    0, math.radians(correct_angle), width=20)

    # Отрисовка неверных ответов (красный сектор)
    pygame.draw.arc(self.screen, (255, 0, 0), (center_x - radius, center_y - radius, radius * 2, radius * 2),
                    math.radians(correct_angle), math.radians(360), width=20)
```

Рис. 7. Программа для построения круговой диаграммы

PDF-учебник загружается постранично, как картинка на экране. Их можно масштабировать, пролистывать и запоминать последнюю просмотренную страницу. Интерфейс кнопок и полей ввода создан с помощью Pygame GUI, а список задач хранится в JSON-файлах, что удобно для редактирования.

Система автоматической проверки знаний в разработанной платформе представляет собой сложный механизм, интегрированный в разделы «Практика» и «Тест», который обеспечивает точную, быструю и информативную оценку решений студентов. Она разработана с учётом разнообразия типов задач в линейной алгебре и построена так, чтобы учитывать не только конечный результат, но и особенности ввода данных, возможные эквивалентные формы ответов и индивидуальные ошибки пользователя. Реализация этой системы опирается на алгоритмы сравнения данных, обработку различных структур (числа, матрицы, списки переменных) и динамическую генерацию обратной связи.

Автоматическая проверка реализована для раздела «Практика» и для раздела «Тест», с использованием единого подхода к обработке данных, но с адаптацией под специфику каждого типа задач. Основной алгоритм проверки включает следующие шаги: сбор пользовательского ввода, его предварительная обработка, сравнение с эталонным ответом и генерация результата. Для задач с числовым ответом (например, вычисление определителя) пользователь вводит значение в текстовое поле, которое затем преобразуется в число с помощью функции float для учёта возможных десятичных форм. В матричных задачах пользователь заполняет сетку ячеек, и данные собираются в двумерный список, который затем сравнивается с эталонной матрицей. Для систем линейных уравнений вводятся значения переменных в отдельные ячейки, формирующие одномерный список, который проверяется на соответствие решению.

Алгоритмы сравнения зависят от типа задачи. Для числовых ответов применяется прямое сравнение с использованием оператора равенства (==), с допуском на небольшие погрешности округления (например, 2.0 считается равным 2). В матричных задачах используется поэлементное сравнение: каждый элемент введённой матрицы сопоставляется с соответствующим элементом эталона, и проверка считается успешной, только если все элементы совпадают. Для систем уравнений алгоритм сравнивает спи-

сок введённых значений переменных с эталонным списком, также допуская эквивалентные формы (например, целые числа вместо дробей, если это возможно). Если ответ неверный, система анализирует расхождения и формирует сообщение об ошибке, указывая конкретное место или шаг, где произошла неточность.

```
def load_pages(self):
    """Загружает страницы PDF и преобразует их в изображения."""
    for page_num in range(len(self.doc)):
        page = self.doc.load_page(page_num)
        pix = page.get_pixmap()
        mode = "RGBA" if pix.alpha else "RGB"
        img = pygame.image.frombuffer(pix.samples, [pix.width, pix.height], mode)
        self.pages.append(img)
        self.total_height += img.get_height()

1 usage
def load_state(self):
    """Загружает сохраненное состояние прокрутки и масштабирования."""
    try:
        with open("state.json", "r") as f:
            state = json.load(f)
            self.scroll_y = state.get("scroll_y", 0)
            self.scale = state.get("scale", 1.0)
    except FileNotFoundError:
        self.scroll_y = 0
        self.scale = 1.0

1 usage
def save_state(self):
    """Сохраняет текущее состояние прокрутки и масштабирования."""
    with open("state.json", "w") as f:
        json.dump({"scroll_y": self.scroll_y, "scale": self.scale}, f)
```

Рис. 8. Загрузка теории

Реализация включает несколько уровней анализа. Первый уровень – точное совпадение, применяемое для чисел и простых списков: введённое значение, сравнивается с эталоном напрямую. Второй уровень – эквивалентность, используемый для сложных структур, таких как матрицы или системы уравнений, где проверяется, соответствует ли результат правильному ответу в рамках допустимых преобразований (например, разные формы записи дробей). Третий уровень – частичная проверка, которая пока реализована в ограниченном виде, но потенциально может анализировать промежуточные шаги решения, если задача разбита на этапы (например, в методе Гаусса). Обратная связь генерируется динамически: при успешной проверке отображается сообщение «Верно!» зелёным цветом, а при ошибке – «Неверно!» красным цветом (рис. 9). Персонаж реагирует анимацией, усиливая эмоциональное восприятие результата.

Система автоматической проверки обладает рядом преимуществ, которые выделяют её на фоне традиционных методов оценки знаний. Первым и наиболее важным является объективность. В отличие от ручной проверки, где результат может зависеть от субъективного мнения преподавателя или случайных ошибок при просмотре, автоматическая система использует чёткие алгоритмы сравнения, исключающие человеческий фактор. Например, в задаче на матрицы каждый элемент проверяется независимо, и

оценка остаётся неизменной независимо от внешних условий, что гарантирует справедливость и точность результата.

Рис. 9. Неверный ввод ответа в задании с системой линейных уравнений

Второе преимущество – оперативность. Традиционная проверка домашних заданий или тестов может занимать часы или дни, особенно в больших группах, что замедляет процесс обучения и не позволяет студенту сразу увидеть свои ошибки. В разработанной платформе проверка происходит мгновенно: после ввода ответа и нажатия кнопки «Проверить» результат отображается в течение доли секунды, а студент получает обратную связь ещё до того, как перейдёт к следующей задаче. Это особенно полезно в задачах типа «Решите систему уравнений», где немедленное указание на ошибку (например, несоответствие одному из уравнений) позволяет тут же пересмотреть решение, не теряя времени на ожидание.

Третье преимущество – персонализация, которая проявляется в адаптивности системы к индивидуальным ошибкам студента. Если в задаче на вычисление определителя пользователь несколько раз вводит неверный результат, система не только сообщает об ошибке, но и предлагает конкретное пояснение, например, «Проверьте порядок вычитания произведений», направляя его к правильному алгоритму. В перспективе возможно расширение этой функции: при систематических ошибках в определённой теме (например, вычисление матричных произведений) программа могла бы автоматически предложить дополнительное задание меньшей сложности или ссылку на соответствующий теоретический раздел. В текущей версии такая адаптация частично реализована через статистику в разделе «Тест», где круговая диаграмма показывает долю ошибок, помогая студенту самостоятельно скорректировать фокус обучения.

Дополнительным аспектом является мотивационная составляющая проверки. Анимация персонажа, сопровождающая результат (подпрыгивание при успехе, лёгкое разочарование при ошибке), усиливает эмоциональную реакцию студента, делая процесс менее формальным и более вовлекающим. Это особенно важно для поддержания интереса к дисциплине, которая часто воспринимается как сложная и сухая. Таким образом, система автоматической проверки не только оценивает знания, но и активно участвует в их формировании, предоставляя студенту инструменты для самостоятельного улучшения.

В совокупности система автоматической проверки представляет собой мощный инструмент, который сочетает в себе точность, скорость и индивидуальный подход, значительно повышая эффективность обучения линейной алгебре. Она позволяет сту-

дентам не только проверять свои знания, но и учиться на ошибках в режиме реального времени, что делает её важной частью разработанной платформы.

Линейная алгебра, будучи одним из значимых разделов высшей математики, играет важнейшую роль в подготовке специалистов инженерной и экономической направленности. Ее изучение традиционно сопряжено с рядом трудностей. Представленная разработка направлена на создание и внедрение интерактивного образовательного инструмента, преодолевающего многие барьеры, делающая процесс освоения линейной алгебры более наглядным, доступным и увлекательным. Она стала результатом комплексного подхода, объединяющего современные цифровые технологии, визуализацию, автоматическую проверку знаний и персонализированный подход.

Выводы

Первые результаты внедрения разработанной системы были получены в октябре 2024 года. Эксперимент проводился на двух случайным образом сформированных группах в рамках одного учебного потока. Основной целью на данном этапе являлась апробация ключевых инструментов программы, а также корректировка её функциональности и содержания. Поскольку к моменту эксперимента тема «Линейная алгебра» уже была изучена в ходе лекционных, практических и лабораторных занятий, курсанты использовали платформу в первую очередь для подготовки к коллоквиуму и экзамену. В связи с этим проведение достоверного сравнительного статистического анализа академической успеваемости курсантов экспериментальной и контрольной групп на данном этапе не представляется возможным.

Удобство и эффективность использования платформы были оценены курсантами экспериментальной группы (n = 20). Результаты опроса представлены в Таблице 1.

Таблица 1.
Удобство использования интерактивной платформы

Вопрос	**очень трудно**	**трудно**	**нейтрально**	**легко**	**очень легко**
Оцените уровень сложности первоначального освоения интерфейса платформы	0%	0%	10%	60%	30%
Оцените удобство навигации между разделами платформы	0%	0%	10%	55%	35%
Вопрос	**существенно отвлекали**	**скорее отвлекали**	**не влияли**	**концентрировали внимания**	**сильно повышали концентрацию**
Влияние элементов визуального дизайна и анимации на процесс обучения?	0%	0%	10%	60%	30%

Опрос также показал, что у курсантов не возникло трудностей с поиском необходимых разделов или материалов и все элементы управления интерфейса (кнопки, поля ввода, меню) были им понятны.

На рис. 10 и 11 представлена динамика мотивации курсантов к изучению линейной алгебры до и после использования платформы.

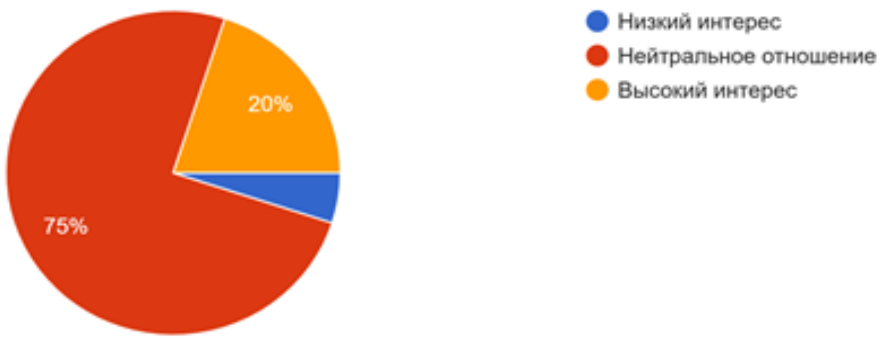

Рис. 10. Мотивация к изучению линейной алгебры до начала использования платформы

На вопрос о результативности платформы для углубления понимания ключевых концепций темы 70% респондентов отметили ее эффективность, 25% – высокую эффективность. При этом 95% опрошенных указали на необходимость обязательного использования подобных инструментов в учебном процессе.

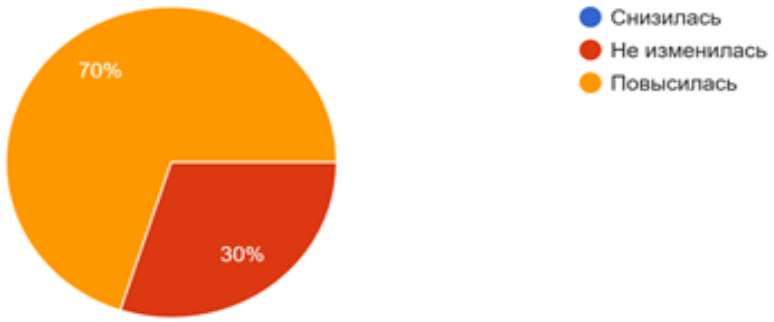

Рис. 11. Мотивация к изучению линейной алгебры после использования платформы

Однако, согласно результатам анкетирования (Таблица 2), большинство обучающихся предпочитают совмещать использование компьютерных программ с традиционными методами обучения.

Таблица 2.
Основные цели использования интерактивной платформы
(возможно несколько вариантов ответа)

№	Варианты ответов	% ответов
1	Закрепление пройденного материала	90%
2	Повторение материала перед занятиями	85%
3	Подготовка к контрольным работам и экзаменам	75%
4	Для самостоятельного изучения темы	65%
5	Выполнение домашних заданий	65%
6	Изучение только теоретического материала	65%
7	Решение практических задач	15%

Таким образом, рекомендации по использованию инструмента в образовательном процессе должны быть основаны на его функциональных возможностях и выявленных преимуществах, учитывая предпочтения обучающихся в сочетании с традиционными методами. Платформа может быть эффективно интегрирована в учебный процесс как дополнительный ресурс для обучения линейной

алгебре. Для максимальной эффективности рекомендуется сочетать использование платформы с традиционными методами (Знаенко, Коноплева, 2025): например, после лекции по теме «Матрицы» студенты могут пройти практические задания в программе, а затем обсудить результаты на практическом занятии. Преподавателям стоит также поощрять самостоятельное использование инструмента вне аудитории, особенно для студентов, испытывающих трудности, так как персонализированная обратная связь и визуализация помогут им освоить материал в комфортном темпе. В условиях дистанционного обучения платформа может стать основным инструментом курса, обеспечивая полный цикл обучения – от теории до проверки знаний – без необходимости дополнительных ресурсов. Для реализации этих рекомендаций важно обеспечить доступ к программе на компьютерах учебных заведений или через онлайн-версию, а также провести обучение преподавателей по её использованию, чтобы они могли максимально задействовать её потенциал. Возможно применение этого инструмента вместе с учебными курсами в MOODLE, используемыми преподавателями. Дополнительным преимуществом является повышение мотивации студентов за счёт автоматической обратной связи, адаптивности, игровых элементов, делающих процесс обучения менее формальным и более привлекательным.

Пилотное внедрение разработанной системы демонстрирует её успешность и потенциал. Создан полнофункциональный программный инструмент, охватывающий все этапы изучения линейной алгебры: от освоения теоретических основ до отработки практической навыков и контроля знаний. Платформа эффективно дополняет традиционное обучение, открывая новые возможности для освоения дисциплины. В настоящее время, с сентября 2025 года, проводится полномасштабная апробация программы.

Рекомендации по использованию инструмента в образовательном процессе основаны на его функциональных возможностях и преимуществах. Платформа может быть эффективно интегрирована в учебный процесс как дополнительный ресурс для обучения линейной алгебре. Для максимальной эффективности рекомендуется сочетать использование платформы с традиционными методами (Знаенко, Коноплева, 2025): например, после лекции по теме «Матрицы» студенты могут пройти практические задания в программе, а затем обсудить результаты на практическом занятии. Преподавателям стоит также поощрять самостоятельное использование инструмента вне аудитории, особенно для студентов, испытывающих трудности, так как персонализированная обратная связь и визуализация помогут им освоить материал в комфортном темпе. В условиях дистанционного обучения платформа может стать основным инструментом курса, обеспечивая полный цикл обучения – от теории до проверки знаний – без необходимости дополнительных ресурсов. Для реализации этих рекомендаций важно обеспечить доступ к программе на компьютерах учебных заведений или через онлайн-версию, а также провести обучение преподавателей по её использованию, чтобы они могли максимально задействовать её потенциал. Возможно применение этого инструмента вместе с учебными курсами в MOODLE, используемыми преподавателями. Дополнительным преимуществом является повышение мотивации студентов за счёт автоматической обратной связи, адаптивности, игровых элементов, делающих процесс обучения менее формальным и более привлекательным.

Отметим, что такие инструменты открывают новые возможности для преподавания в цифровую эпоху. Интерактивность, многовариантность представления учебного материала, модульное структурирование содержания, наличие постоянно активной справочной системы, создание индивидуального образовательного плана и конфиденциальность обучения помогает преподавателю организовать учебный процесс

и самостоятельную работу в соответствии с индивидуальными особенностями и траекториями студентов.

Перспективы дальнейшего развития инструмента связаны с его потенциалом как универсальной образовательной платформы, которая может быть адаптирована и расширена для различных целей. Одним из направлений является расширение функционала путём добавления новых тем линейной алгебры, таких как векторные пространства, собственные значения и векторы, линейные операторы и их приложения. Это потребует разработки дополнительных визуальных моделей, например, трёхмерной анимации для собственных векторов или графического представления базисов, а также создания новых типов задач с автоматической проверкой. Аналогичные платформы можно разработать и для других разделов математики. Планируется внедрение элементов искусственного интеллекта, которые смогут анализировать поведение пользователя (частоту ошибок, скорость выполнения заданий, типичные проблемы) и предлагать индивидуализированные стратегии обучения, такие как рекомендации по повторению определённых тем или подбор заданий оптимальной сложности. Эти улучшения сделают платформу более адаптивной и универсальной, расширяя её аудиторию и сферу применения. Разработка может стать основой для создания более широкого класса цифровых платформ, направленных на улучшение преподавания математики, где визуализация, 3D модели и интерактивность играют ключевую роль. Возможно дальнейшее развитие за счет связи с AI-функционалом и интеграции более сложных алгоритмов для персонализированных рекомендаций и генерации задач (Du H., 2024).

Список литературы

Айсханова Е.С., Кунтаева Х.М., Дикаева Л.Х. Разработка методики использования информационных технологий при изучении экономических дисциплин // Педагогический журнал. 2022. Т.12. № 6-2. С. 674–682. DOI: 10.34670/AR.2022.52.47.019.

Баршацкая Е.А. Разработка интерактивной платформы для визуализации математических принципов в обучении высшей математике // Ученичество. 2025. № 2. С. 30–35. DOI: 10.22405/2949-1061-2025-2-30-35.

Бордовская Н.В., Кошкина Е.А., Мелкая Л.А., Тихомирова М.А. Критерии оценки эффективности смешанных образовательных технологий, применяемых в вузе // Интеграция образования. 2023. Т. 27. № 1. С. 64–81. DOI: https://doi.org/10.15507/1991-9468.110.027.202301.064-081

Воробьев Е.М. On-line обучение дисциплине Линейная алгебра // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2012. № 13. С. 130–140.

Гуменникова Ю.В., Кайдалова Л.В. Опыт преподавания высшей математики в условиях дистанционного обучения // Известия Самарского научного центра РАН. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2022. Т. 24. № 4. С. 23-28. DOI: 10.37313/2413-9645-2022-24-85-23-28

Знаенко Н.С., Иващенко И.Э. Интерактивное путешествие по линейной алгебре // Гражданская авиация: XXI век: материалы XVII Международной молодежной научной конференции, посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной Войне, 90-летию Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б.П. Бугаева. В 2-х частях, Ульяновск, 17–18 апреля 2025 года. Ульяновск: Ульяновский институт гражданской авиации им. Главного маршала авиации Б.П. Бугаева, 2025. С. 139–141.

Знаенко Н.С., Коноплева И.В. Роль преподавателя в эпоху цифрового обучения математике // Современные проблемы математики и математического образования: материалы Международной научной конференции «78 Герценовские чтения»,

Санкт-Петербург, 15–17 апреля 2025 года. Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2025. С. 172–177.

Коноплева И.В., Знаенко Н.С., Миронова Л.В. Математические проекты как инструмент развития личностных качеств и мотивации к обучению // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2024. №4(36). С. 65–79. DOI: 10.24888/2500-1957-2024-4-65-79.

Ланина С.Ю. Интерактивные методы обучения высшей математики студентов экономического профиля // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10. № 1(34). С. 173–175. DOI: 10.26140/anip-2021-1001-0043.

Макаров С.И., Севастьянова С.А. Интерактивное обучение математике в вузе с использованием электронной рабочей тетради // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-5. С. 1249–1252. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31724

Потапов А.М. Использование компьютерной системы SAGE MATH в курсе линейной алгебры для студентов-экономистов // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук: сб. науч. тр. Ин-та инновац. технологий и гос. упр. ФГБОУ ВО "МИРЭА – Рос. технол. ун-т", Москва: ООО "Изд-во Спутник+", 2019. С. 263–273.

Рванова А.С., Григоренко О.В. Динамические среды как средство визуализации учебного материала по математике // Актуальные вопросы образования. 2020. Т. 1. С. 212–217. DOI: 10.33764/2618-8031-2020-1-212-217.

Хайновский С.Е. Интерактивные методы обучения и их актуальность на сегодняшний день // Педагогический журнал. 2022. Т. 12. № 4А. С. 296-304. DOI: 10.34670/AR.2022.36.62.037.

Хусаинова А.А. Педагогические условия использования системы MOODLE в организации самостоятельной работы при обучении иностранному языку студентов экономических специальностей // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2013. №2(22). DOI: 10.12731/2218-7405-2013-2-37

Шмульская Л.С., Веккессер М.В., Зырянова О.Н. Интерактивные формы обучения русскому языку. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2024.

Du H. "AI+ Visual Interactive" Teaching Method in Linear Algebra for First-Year Student. Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Educational Science and Social Culture (ESSC 2024) / Y. Feng et al. (eds.). Advances in Social Science, Education and Humanities Research, 2024. Vol. 914. P. 252–258. DOI: 10.2991/978-2-38476-384-9_30.

Ní Shé, C., Ní Fhloinn, E., Mac an Bhaird, C. Student Engagement with Technology-Enhanced Resources in Mathematics in Higher Education: A Review. Mathematics. 2023. Vol. 11. No. 787. P. 1-34.

Toromade A. O., Orakwe C. U., Okonkwo C. A. Gamified Mathematics Education (GME): A new pedagogical model for digital learning platforms. Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies, 2024, Vol. 08. No 02. P. 021–031. DOI: https://doi.org/10.53022/oarjms.2024.8.2.0060

Информация об авторах

Знаенко Наталья Сергеевна; доцент; доцент кафедры естественно-научных дисциплин; «Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева» (Российская Федерация, 432071, г. Ульяновск, ул. Можайского, д. 8/8); E-mail: znaenns@mail.ru; ORCID: 0009-0003-8185-3864;

Коноплева Ирина Викторовна; кандидат физико-математических наук; доцент; доцент кафедры естественно-научных дисциплин; «Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева» (Россий-

ская Федерация, 432071, г. Ульяновск, ул. Можайского, д. 8/8); E-mail: irinakonopleva2014@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2206-908X;

Иващенко Илья Эдуардович; курсант; «Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева» (Российская Федерация, 432071, г. Ульяновск, ул. Можайского, д. 8/8); E-mail: ivashch07@yandex.ru; ORCID: 0009-0009-9826-7128

AN INTERACTIVE EDUCATIONAL PLATFORM FOR THE STUDY OF LINEAR ALGEBRA

Znaenko N. S.
Associate Professor
Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev

Konopleva I. V.
PhD (Mathematics), Associate Professor
Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev

Ivashchenko I. E.
Cadet
Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev

Abstract. In the modern educational paradigm, the emphasis is shifting from theoretical presentation of the material to the formation of new experience and its subsequent comprehension, which increases the role of interactive and digital tools in learning. The article describes the development of a program for studying linear algebra, one of the key sections of higher mathematics for many specialties. This section, studied at the beginning of the course, significantly influences further mastery, but is often perceived by students as abstract and therefore complex. Traditional teaching methods, as well as existing digital systems (MATCAD, MAPLE, MATLAB, Wolfram Alpha) have a number of limitations, such as the high cost of packages, the need for special skills, lack of clarity, adaptability and prompt feedback. The purpose of the work is to describe the development and application of an interactive educational platform designed to overcome these limitations. Its novelty lies in the integrated approach that combines visualization of key concepts (matrices, determinants, systems of equations), game mechanics to increase motivation (character selection, achievement system) and an automatic knowledge check system that analyzes not only the final answer, but also intermediate steps of the solution. The platform provides instant feedback and adaptation to the individual level of the student's preparation. The article describes in detail the architecture and functionality of the software solution implemented in Python using the Pygame and NumPy libraries. It is concluded that the developed tool effectively complements traditional methods, making the learning process more visual, interactive and personalized, and can serve as a model for creating similar platforms for other sections of mathematics.

Keywords: linear algebra, interactive platform, educational technologies, visualization, interactive learning

For citation: Znaenko N. S., Konopleva I. V., Ivashchenko I. E. (2025). An interactive educational platform for the study of linear algebra. *Continuum. Maths. Computer Science. Education*, 4(40), 38–56. doi.org/10.24888/2500-1957-2025-4-38-56

Copyright: © N. S. Znaenko, I. V. Konopleva, I. E. Ivashchenko (2025). Published by Bunin Yelets State University. Open access under the Creative Commons Attribution 4.0 License

References

Aiskhanova, E. S., Kuntaeva, Kh. M., & Dikaeva, L. Kh. (2022). Development of a methodology for using information technologies in the study of economic disciplines. *Pedagogicheskii Zhurnal,* 12(6-2), 674-682.DOI:10.34670/AR.2022.52.47.019. (In Russ.)

Barshatskaya, E. A. (2025). Development of an interactive platform for visualization of mathematical principles in teaching higher mathematics. Uchenichestvo, 2, 30-35. DOI: 10.22405/2949-1061-2025-2-30-35. (In Russ.)

Bordovskaya, N. V., Koshkina, E. A., Melkaya, L. A., Tikhomirova, M. A. (2025). Criteria for evaluating the effectiveness of blended educational technologies used in universities. *Integratsiya Obrazovaniya*, 27(1), 64-81. https://doi.org/10.15507/1991-9468.110.027.202301.064-081 (In Russ.).

Du, H. (2024). "AI+ Visual Interactive" Teaching Method in Linear Algebra for First-Year Student. *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Educational Science and Social Culture (ESSC 2024). Y. Feng et al. (eds.). Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, (pp. 252-258). DOI: 10.2991/978-2-38476-384-9_30.

Gumennikova, J. V., Kaidalova, L. V. (2022). The experience of teaching higher mathematics in distance learning conditions. *Izvestiya of the Samara Russian Academy of Sciences scientific center. Social, humanitarian, medicobiological sciences*, 24(4), 23-28. DOI: 10.37313/2413-9645-2022-24-85-23-28. (In Russ., abstract in Eng.).

Khainovskii, S. E. (2022). Interaktivnye metody obucheniya i ikh aktual'nost' na segodnyashnii den'. *Pedagogicheskii Zhurnal,* 12(4A), 296-304. https://doi.org/10.34670/AR.2022.36.62.037 (In Russ.)

Khusanova, A. A. (2013). Pedagogicheskie usloviya ispol'zovaniya sistemy MOODLE v organizatsii samostoyatel'noi raboty pri obuchenii inostrannomu yazyku studentov ekonomicheskikh spetsial'nostei. *Sovremennye Issledovaniya Sotsial'nykh Problem* (Elektronnyi Nauchnyi Zhurnal), 2(22), 1-12. https://doi.org/10.12731/2218-7405-2013-2-37 (In Russ.)

Konopleva, I. V., Znaenko, N. S., Mironova, L. V. (2024). Mathematical projects as a tool for developing personal qualities and motivation to learn. *Continuum. Math. Informatics. Education*, 4(36), 65-79. https://doi.org/10.24888/2500-1957-2024-4-65-79 (In Russ., abstract in Eng.)

Larina, S. Yu. (2021). Interaktivnye metody obucheniya vysshei matematiki studentov ekonomicheskogo profilya. *Azimut Nauchnykh Issledovanii: Pedagogika i Psikhologiya,* 10(1-34), 173-175. https://doi.org/10.26140/anip-2021-1001-0043 (In Russ.)

Makarov, S. I., Sevast'yanova, S. A. (2013). Interaktivnoe obuchenie matematike v vuze s ispol'zovaniem elektronnoi rabochei tetradi. *Fundamental'nye Issledovaniya*, 6-5, 1249-1252. https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31724 (In Russ.)

Ní Shé, C., Ní Fhloinn, E., & Mac an Bhaird, C. (2023). Student Engagement with Technology-Enhanced Resources in Mathematics in Higher Education: A Review. Mathematics, 11(787), 1-34. https://doi.org/10.3390/math11030787 https://www.mdpi.com/journal/mathematics

Potapov, A. M. (2019). Ispol'zovanie komp'yuternoi sistemy SAGEMATH v kurse lineinoi algebry Dlya studentov-ekonomistov. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i sotsial'no-ekonomicheskikh nauk,* 263-273. (In Russ.)

Rvanova, A. S., & Grigorenko, O. V. (2020). Dynamic environments as a means of visualizing educational material in mathematics. *Aktual'nye Voprosy Obrazovaniya*, 1, 212-217. https://doi.org/10.33764/2618-8031-2020-1-212-217 (In Russ.)

Shmulskaya, L. S., Vekkesser, M. V., Zyryanova, O. N. (2024). *Interactive Forms of Teaching the Russian Lanage: Mguonograp.* Krasnoyarsk: Siberian Federal University. (In Russ).

Toromade, A. O., Orakwe, C. U., Okonkwo, C. A. (2024). Gamified Mathematics Education (GME): A new pedagogical model for digital learning platforms. *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*, 8(2), 021–031. DOI: https://doi.org/10.53022/oarjms.2024.8.2.0060

Vorob'ev, E. M. (2012). On-line teaching of the discipline Linear Algebra. *Problemy i Perspektivy Razvitiya Obrazovaniya v Rossii*, 13, 130-140. (In Russ.).

Znaenko, N. S., Ivashchenko, I. E. (2025). Interaktivnoe puteshestvie po lineinoi algebre [An interactive journey through linear algebra]. *Grazhdanskaia aviatsiia: XXI vek: materialy XVII Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi 80-letiiu Pobedy v Velikoi Otechestvennoi Voine, 90-letiiu Ul'ianovskogo instituta Grazhdanskoi aviatsii imeni Glavnogo marshala aviatsii B.P. Bugaeva. V 2-kh chastiakh, Ul'yanovsk, 17–18 aprelya 2025 goda* (pp. 139-141). Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev. (In Russ.).

Znaenko, N. S., Konopleva, I. V. (2025). Rol' prepodavatelia v epokhu tsifrovogo obucheniia matematike [The role of the teacher in the era of digital mathematics education]. *Sovremennye problemy matematiki i matematicheskogo obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «78 Gercenovskie chteniya», Sankt-Peterburg, 15–17 aprelya 2025 goda* (pp. 172-177). Sankt-Peterburg: Izdatel'sko-poligraficheskaya associaciya vysshih uchebnyh zavedenij. (In Russ., abstract in Eng.).

Information about the authors

Natalia S. Znaenko; Associate Professor; Associate Professor of the Department of Natural Sciences; Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Mozhayskogo Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation); E-mail: znaenns@mail.ru; ORCID: 0009-0003-8185-3864;

Irina V. Konopleva; Candidate of Physical and Mathematical Sciences; Associate Professor; Associate Professor of the Department of Natural Sciences; Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev (Mozhayskogo Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation); E-mail: irinakonopleva2014@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-2206-908X;

Ilya Ed. Ivashchenko; cadet; «Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B.P. Bugaev» (Mozhayskogo Street, 8/8, Ulyanovsk, 432071, Russian Federation); E-mail: ivashch07@yandex.ru; ORCID: 0009-0009-9826-7128

Статья поступила в редакцию 27.08.2025
Принята к публикации 25.09.2025
Статья опубликована 16.12.2025