

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ-ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Д.В. Годовец¹, А.А. Басыров¹, Г.К. Хисаметдинова¹, Э.Р. Гиззатова¹

¹Уфимский университет науки и технологий (УУНТ), г. Уфа
e-mail: arslanbasyrov2007@gmail.com

Аннотация

В настоящей работе предлагается мобильное приложение-тренажёр на платформе Android для тренировки решения дифференциальных уравнений и задач на вычисление определённых, неопределённых и несобственных интегралов.

Ключевые слова: математическое моделирование, дифференциальные уравнения, определённые интегралы, неопределённые интегралы, несобственные интегралы, мобильное приложение, тренажёр, генерация задач, Unity.

Введение

Дифференциальные уравнения и интегральное исчисление составляют основу математического моделирования физических, биологических, экономических и химических процессов [2]. Однако студенты часто испытывают трудности при отработке навыков решения задач по дифференциальному и интегральному исчислению в условиях ограниченного времени. Традиционные методы обучения не обеспечивают достаточной вариативности задач и мгновенной обратной связи. В настоящей работе представлено мобильное приложение-тренажёр, которое превращает процесс освоения этих разделов в игровую тренировку с автоматической генерацией уникальных задач. Приложение реализовано на платформе Unity с использованием языка C# [1].

1. Архитектура и функционал приложения

Приложение разработано на кроссплатформенной среде разработки компьютерных игр Unity с использованием языка программирования C#. Выбор Unity обусловлен его кроссплатформенностью, удобством разработки пользовательского интерфейса и встроенной поддержкой компонентов TextMeshPro, который необходим для корректного отображения математических формул с верхними и нижними индексами. Основная логика приложения включает генерацию задач, формирование вариантов ответов и управление игровым процессом. Пользователю предлагается серия заданий с ограничением по времени, что позволяет оценить уровень владения материалом. Метод InitializeGame устанавливает общее количество вопросов равным 5 и вызывает загрузку следующего вопроса. Таким образом, пользователю предлагается проверить уровень владения дифференциальным и интегральным исчислением в условиях ограниченного времени. Приложение реализует полный цикл обработки задач: генерацию, автоматическое решение и формирование пошагового объяснения, что повышает его обучающую эффективность.

2. Интерфейс приложения и методы формирования задач

Приложение автоматически создаёт уравнения и задачи на интегрирование с параметрическими коэффициентами, гарантируя уникальность каждой задачи. Коэффициенты генерируются в заданных диапазонах с использованием генератора случайных чисел, что обеспечивает достаточное разнообразие для практической тренировки.

Задачи на интегрирование. На рисунке 1 показано главное меню приложения, где пользователь выбирает режим тренировки: «Дифференциальные уравнения» или «Интегралы», а также подменю с конкретными типами задач.

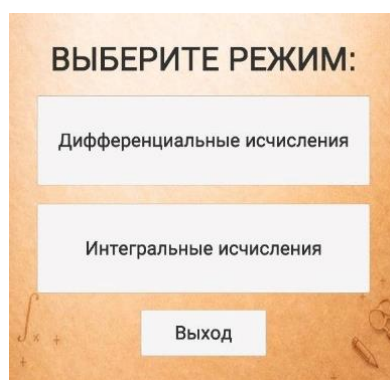


Рисунок 1 – Главное меню и подменю выбора режимов

Для задач на интегрирование реализована следующая логика. Генерируются коэффициенты, стоящие в подынтегральном выражении. Несобственные интегралы с экспоненциальными функциями формируются в виде

$$\int_0^{+\infty} e^{-ax} dx = \frac{1}{a}. \quad (1)$$

Коэффициент a генерируется случайным образом в диапазоне от 1 до 3, что позволяет создавать уникальные задачи. Значение интеграла вычисляется аналитически по формуле (1) и используется для генерации правильного ответа. Коэффициенты и пределы подставляются автоматически с использованием суб- и суперскриптов. Неопределённые интегралы многочленов автоматически создаются как

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C \quad (2)$$

с последующим вычислением первообразной по формуле (2). Для каждого подтипа (Polynomial, Root, Exponential, Reciprocal и др.) реализованы отдельные шаблоны, включая упрощение дробей и обработку специальных случаев.

В случае определённых интегралов значение может вычисляться аналитически по формуле Ньютона–Лейбница (3). Для задач, в которых аналитическое вычисление затруднено, используется численное интегрирование по методу трапеций в соответствии с формулами (4) и (5). На практике это позволяет получать приближённое значение определённого интеграла с заданным шагом разбиения.

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a), \quad (3)$$

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (f(x_i) + f(x_{i+1})), \quad (4)$$

$$h = \frac{b-a}{n}. \quad (5)$$

3. Генерация и решение дифференциальных уравнений

Генерация дифференциальных уравнений осуществляется путём случайного выбора коэффициентов и типа уравнения. Для уравнений первого порядка используется общий вид

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y). \quad (6)$$

Для однородных уравнений применяется представление

$$\frac{dy}{dx} = F\left(\frac{y}{x}\right). \quad (7)$$

Как следует из формулы (7), однородные уравнения допускают замену переменных, что упрощает процесс получения решения. В приложении используются уравнения вида

$y' = ay^2$, $y' = ax+b$, $y' = ay$, $y' = ay+b$, $y' = ax/y$, а также рациональные однородные формы, что соответствует реализованным шаблонам генерации. Решения формируются автоматически с использованием методов разделения переменных, интегрирования и подстановки. После получения общего решения система генерирует один правильный и три альтернативных варианта ответа, построенных на варьировании коэффициентов и типичных ошибках преобразований.

На рисунке 2 представлен игровой экран с задачей на интегрирование, где пользователю предлагается выбрать правильный ответ из четырёх вариантов. Все сгенерированные выражения и решения отображаются через компонент TextMeshPro, который поддерживает расширенную разметку. Это позволяет корректно выводить верхние и нижние индексы, что критически важно для математических выражений, таких как e^{2x} или $\int_0^{+\infty}$. Благодаря этому интерфейс приложения визуально соответствует стандартному академическому оформлению.

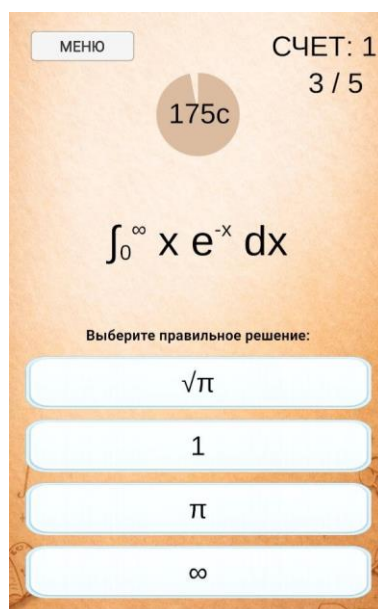


Рисунок 2 – Экран с образцами ответов

4. Результаты тестирования

Приложение прошло апробацию на студентах 1–2 курсов. Средний результат после трёх игр составил 3,8 балла из 5. Таймер 180 секунд и мгновенная цветовая обратная связь (зелёный и красный) значительно повышают скорость распознавания типов уравнений и интегралов. Все генераторы работают полностью в оффлайн-режиме, что делает тренажёр удобным для использования на любых устройствах Android.

Заключение

Разработанное мобильное приложение-тренажёр успешно решает задачу практической отработки навыков решения дифференциальных уравнений и задач на интегрирование. Автоматическая генерация задач, таймер и система оценивания позволяют студентам многократно тренироваться в условиях, приближенных к экзаменационным.

Список использованных источников

1. Unity Documentation. – URL: <https://docs.unity3d.com> (дата обращения: 27.03.2026).
2. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корон. – М.: Наука, 1978. – 832 с.

DEVELOPMENT OF A MOBILE TRAINING APPLICATION FOR PRACTICAL MASTERING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL EQUATIONS

D.V. Godovets¹, A.A. Basyrov¹, G.K. Khisametdinova¹, E.R. Gizzatova¹

¹*Ufa University of Science and Technology (UUST), Ufa
e-mail: arslanbasyrov2007@gmail.com*

Abstract

A mobile training application for Android has been developed for practicing differential equations and solving tasks on definite, indefinite and improper integrals. The app automatically generates unique tasks, offers four answer options with a 180-second timer. Task and answer generators are implemented using Unity and C#.

Keywords: mathematical modeling, differential equations, definite integrals, indefinite integrals, improper integrals, mobile application, trainer, task generation, Unity.