

**Разработка чат-бота для обучения школьников старших классов по дисциплине «Математика»
на основе использования нейросетей**

Владимир Олегович Новицкий

Доктор технических наук, профессор кафедры информатики и вычислительной техники пищевых производств
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
nvo60@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Елизавета Игоревна Горбунова

Студент
Российский биотехнологический университет
Москва, Россия
lizagorbunova20052005@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 09.05.2025
Принята 30.06.2025
Опубликована 30.07.2025

УДК 004.032:004.91

DOI 10.25726/u0319-6545-6537-b

EDN KCULHD

БАК 5.8.1. Общая педагогика, история педагогики и образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HA. EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH

Аннотация

В статье рассматривается разработка чат-бота на основе нейросетей для обучения математике учащихся старших классов (10-11 классы). Основное внимание уделяется оптимизации процесса поиска информации с помощью нормализации пользовательских запросов и оценки достоверности информации, включающей в себя математическую точность и актуальность предоставляемых данных. Обсуждаются преимущества использования чат-ботов в образовательном процессе, такие как повышение вовлеченности учащихся, улучшение взаимодействия с учебным контентом и поддержку самостоятельной подготовки. Проанализированы различные типы чат-ботов и их применение в школьной системе, а также рассмотрена необходимость разработки более точных алгоритмов для повышения эффективности обучения. Представлена математическая постановка задачи оптимизации чат-бота, определены виды функций ограничений и структура целевой функции. Даны рекомендации по улучшению данной системы.

Ключевые слова

Чат-бот, нейронные сети, обучение, математика, обработка естественного языка, нормализация запросов, математическая точность, актуальность данных.

Введение

Современная образовательная система сталкивается с необходимостью адаптации к условиям цифровизации, которая влияет на все сферы жизни. Развитие технологий открывает новые возможности для совершенствования образовательного процесса, включая использование таких инновационных инструментов, как чат-боты (Поляков, 2024). Эти инструменты уже зарекомендовали себя как

эффективное средство автоматизации рутинных задач, повышения вовлеченности обучающихся и улучшения коммуникации. В образовательной среде, особенно на уровне старших классов, в которых учащиеся начинают активно готовиться к экзаменам и выбору будущей профессиональной траектории, чат-боты могут стать полезным инструментом для оптимизации учебного процесса.

В учебном процессе ученики 10-11 классов сталкиваются с необходимостью обрабатывать и усваивать большое количество информации из различных источников, включающих в себя учебники, статьи, видеоуроки и дополнительные материалы. При этом многие задания требуют поиска конкретной информации по различным темам, что может занять значительное время и привести к снижению эффективности обучения. Поиск по традиционным источникам может быть затруднен из-за недостаточной структурированности большого объема информации и различной степени ее доступности. В связи с вышеописанными проблемами, для ускорения процесса поиска и усвоения информации в образовательной сфере все чаще применяются чат-боты.

Актуальность использования чат-ботов для работы со старшеклассниками объясняется их способностью быстро и персонализировано предоставлять необходимые данные, обеспечивать обратную связь и структурировать информацию в удобной форме. В старших классах, где у учащихся увеличивается объем учебной нагрузки, требуется более четкая организация образовательного процесса и помощь в самостоятельной подготовке (Рылов, 2023). Такие инструменты как чат-боты, помогают систематизировать учебный материал, контролировать выполнение индивидуальных заданий и предоставлять консультации в любое время.

На практике использование чат-ботов в образовательном процессе уже демонстрирует положительные результаты. Например, исследования показали, что такие инструменты помогают учащимся быстрее ориентироваться в учебных заданиях и получать ответы (Фадеева, 2023).

Чат-боты выступают мостом между традиционными и инновационными подходами в обучении, создавая эффективные возможности для взаимодействия школьников и учителей. Их использование в образовательном процессе отражает актуальные тенденции цифровизации и помогает вывести обучение на новый уровень, соответствующий запросам современного школьного образования. Существует несколько типов чат-ботов. Типы чат-ботов изображены на рисунке 1.

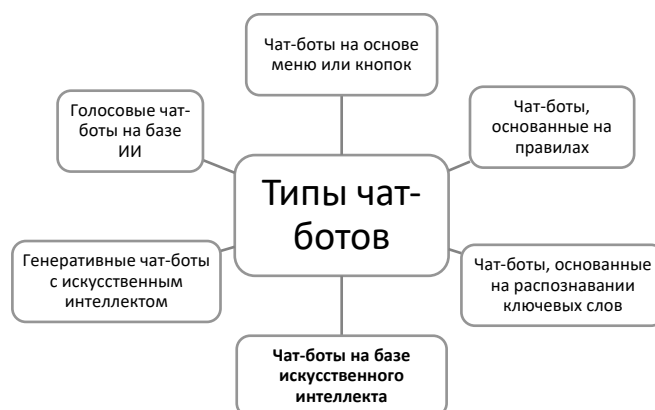


Рисунок 1. Типы чат-ботов

Для образовательного процесса подходит чат-бот на основе использования нейронных сетей, что позволяет выполнять более специализированные задачи.

В зависимости от дисциплин обучающие чат-боты должны обладать различной функциональностью. Чат-бот, описываемый в этой статье, предназначен для обучения предмету «Математика», который включает в себя несколько важных разделов, таких как «Алгебра», «Геометрия», «Вероятность и статистика».

Информация, предоставляемая чат-ботом, должна соответствовать данным разделам, иметь наглядный характер и обладать математической точностью. Чат-бот должен использовать технологии обработки естественного языка (NLP).

Материалы и методы исследования

Чат-боты, использующие технологии NLP, становятся все более популярными в образовательной сфере. Они предоставляют удобный интерфейс для взаимодействия, что особенно важно для учащихся старших классов, нуждающихся в быстром доступе к информации и помощи в обучении. Примеры чат-ботов представлены в таблице 1. Чат-боты на основе NLP-технологий демонстрируют большой потенциал, помогая школьникам получать доступ к учебным материалам и решать задачи, обеспечивая активное взаимодействие с образовательным контентом.

Таблица 1. Примеры чат-ботов

Чат-бот	ChatGPT	Gemini	MathGPT	Perplexity	YandexGPT
Описание	Универсальный чат-бот, который может выполнять задачи по учебе, включая решение математических задач.	Продукт Google, предназначенный для учебы.	Чат-бот, специально разработанный для решения математических задач.	Чат-бот, активно используемый для поиска информации и решения задач.	Универсальный продукт от Яндекса с широким функционалом.
Особенности	Поддержка объяснения тем, проверка ошибок, генерация текстов.	Пошаговые разъяснения, создание индивидуальных тестов.	Работа с текстовыми запросами и формулами, генерация новых задач.	Формирование индивидуальных учебных планов, поддержка загрузки файлов.	Интерактивность на русском языке, обучение в различных форматах.

Применяя чат-боты в процессе обучения, школьники сталкиваются с некоторыми проблемами. Получаемые ответы не всегда соответствуют стандартам образования и имеют низкую математическую точность. При нормализации запроса чат-бот может некорректно его обработать, а на основе этого искать и предоставлять ученикам неверную информацию. Требуется частое обновление данных, которые использует чат-бот. Все вышеперечисленное может стать причиной непонимания школьниками учебного материала.

Стоит выделить основную проблему чат-бота – неточность математических расчетов. Чат-боты допускают ошибки даже в простейших арифметических вычислениях, и из-за этого более сложные задачи решаются некорректно, что негативно влияет на качество обучения. Основные этапы работы системы приведены на рисунке 2.

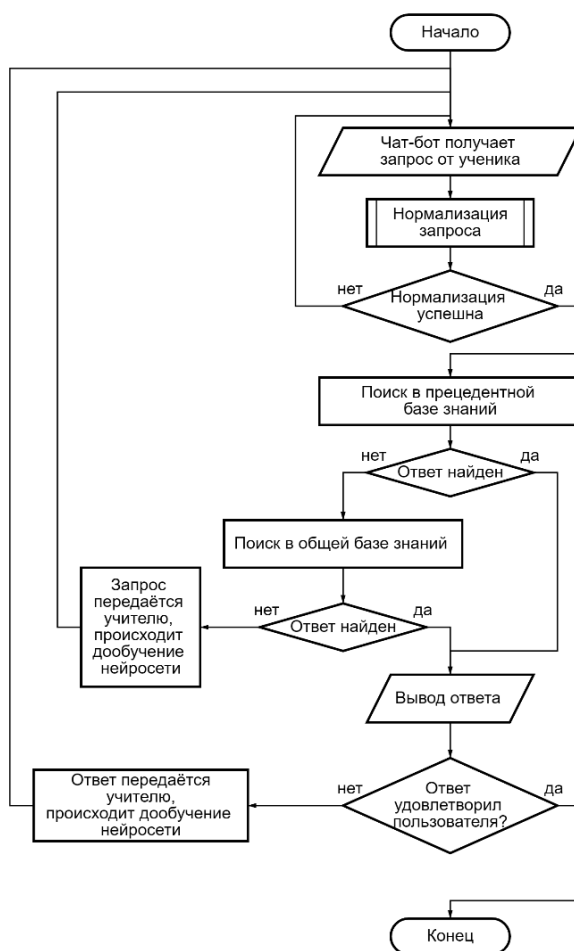


Рисунок 2. Алгоритм работы чат-бота

Ученик начинает с того, что формулирует и отправляет свой вопрос чат-боту. Затем чат-бот использует алгоритм для нормализации этого вопроса, преобразуя его в стандартную форму и устраняя языковые неоднозначности. После нормализации вопрос обрабатывается в двух базах знаний: в прецедентной базе, содержащей ответы на схожие вопросы, и в общей базе знаний, содержащей все учебные материалы. Если ответ найден, чат-бот предоставляет его пользователю.

Если ответ не найден, ученик может переформулировать вопрос и процесс поиска начинается заново. Вопросы, на которые не удалось получить ответ, передаются учителю для дальнейшего анализа и дообучения нейросети.

Результаты и обсуждение

Регулярное обновление баз знаний происходит на основе новых данных и обратной связи от пользователей, что обеспечивает более высокую точность и скорость работы чат-бота. Весь этот процесс поддерживает эффективное взаимодействие между учеником, чат-ботом и учителем, способствуя своевременному предоставлению образовательных ресурсов и адаптивной поддержке в учебном процессе.

Участниками процесса являются ученики 10-11 классов в возрасте от 15 до 18 лет. Они обладают средним образовательным уровнем, соответствующим их школьной программе, и предоставляют вопросы, адаптированные под их уровень знаний. Также в процессе участвуют учителя математики в качестве кураторов. Их роль заключается в добавлении новой информации в базу знаний чат-бота, корректировке существующей информации и оценке качества предоставляемых ответов. Учителя играют ключевую роль в улучшении работы чат-бота, анализируя ошибочные ответы и добавляя более

точные данные в базу знаний, что способствует повышению точности и функциональности модели. Для работы чат-бота используются две базы знаний (табл. 2).

Таблица 2. Базы знаний для работы чат-ботов

Прецедентная база знаний	Общая база знаний
В данной базе знаний хранятся примеры уже решенных задач с объяснением решений. Чат-бот использует этот ресурс для анализа схожих запросов и предлагает типовые решения.	В общей базе знаний хранится информация из учебных программ, включающая теоретический материал, формулы, определения, примеры задач и подробные решения.

Для разработки чат-бота, ускоряющего процесс поиска информации, необходимо формализовать взаимодействие с пользователем и указать ключевые переменные, влияющие на эффективность работы системы.

Целевая функция $T(X)$ определяет время поиска нужной информации:

$$T(X) \rightarrow \min X \in R_x$$

где $T(X)$ – время поиска информации, а $X=\{x_k; k=1, K\}$ – множество переменных, влияющих на время работы чат-бота.

Перечень переменных:

1. x_1 – количество этапов нормализации запроса (целое число).
2. x_2 – актуальность информации (значение в диапазоне $[0, 1]$).
3. x_3 – математическая точность информации (значение в диапазоне $[0, 1]$).

Перечень констант:

1. N – максимальное время нормализации.
2. D – минимальная достоверность информации.
3. B – бюджет на разработку и поддержку чат-бота.

Функция времени нормализации:

$$f(x_1) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2, f(x_1) \leq N.$$

Функция времени нормализации описывается квадратичным полиномом, учитывающим базовое время обработки (a_0), линейную составляющую для каждого дополнительного этапа (a_1) и квадратичную поправку (a_2), отражающую возрастающую сложность при увеличении числа этапов.

Функция проверки на достоверность:

$$m(x_2, x_3) = w_0 + w_1x_2 + w_2x_3 + w_3x_2^2 + w_4x_3^2 + w_5x_2x_3, m(x_2, x_3) \geq D.$$

Функция достоверности информации описывается квадратичным полиномом, учитывающим линейные и нелинейные эффекты: w_0 – базовый уровень достоверности; w_1 и w_2 – весовые коэффициенты для актуальности и математической точности; w_3 и w_4 – члены, отражающие нелинейное влияние параметров; w_5 – коэффициент взаимодействия между актуальностью и математической точностью.

Такая модель позволяет анализировать как индивидуальное влияние факторов, так и их совместные эффекты на итоговую достоверность информации. Бюджет, необходимый для работы чат-бота, можно представить как:

$$g(x_1, x_2, x_3) = x_1c_1 + x_2c_2 + x_3c_3, g(x_1, x_2, x_3) \leq B,$$

где c_1, c_2, c_3 – стоимости параметров, влияющих на время работы чат-бота.

Таким образом, целевая функция для минимизации общего времени обработки запросов для поиска информации будет выглядеть как:

$$T(X) = \frac{f(x_1) \times g(x_1, x_2, x_3)}{m(x_2, x_3)},$$

где каждая из функций отражает вклад соответствующего параметра в общее время обработки. Она является многокритериальной. Для решения задачи многокритериальной оптимизации был

применен метод мультипликативной свертки, который позволяет учитывать несколько критериев одновременно и корректно объединить критерии с различной метрикой.

Данная математическая модель позволяет оценить эффективность чат-бота, учитывая время обработки запросов, достоверность информации и бюджетные ограничения. Задача относится к классу MINLP (смешанное целочисленное нелинейное программирование), так как содержит нелинейную целевую функцию и целочисленную переменную x_1 – количество этапов нормализации. Для ее решения следует применить метод динамического программирования с использованием функции Беллмана, который:

1. Разбивает комплексную задачу на последовательность подзадач.
2. Оптимизирует каждый этап по отдельности.
3. Учитывает текущее состояние системы $L(x_{1n}, x_{2n}, x_{3n})$.

Минимизирует время поиска $L(X_n)$ через рекуррентное соотношение:

$$L(X_n) = \min_{x_{n-1}} \{g(X_{n-1}, X_n) * f(X_{n-1}, X_n) / m(X_{n-1}, X_n) + L(X_{n-1})\}$$

Метод реализует:

- Перебор всех возможных значений параметров x_1, x_2, x_3 .
- Итеративное уточнение решения (до попадания в ε -окрестность).
- Учет ограничений на бюджет (B), достоверность (D) и время нормализации (N).

Такой подход обеспечивает эффективную оптимизацию нейросетевого чат-бота, сокращая время ответа при сохранении качества информации.

В процессе работы были определены коэффициенты модели. Хореография процесса подготовки данных для идентификации коэффициентов модели в нотации BPMN 2.0 представлена на рисунке 3.

Разобьем схему на несколько условных этапов:

1. Этап 1. Изучение источников литературы и первая оценка коэффициентов. Для определения коэффициентов следует проанализировать несколько литературных источников, в том числе нормативных.

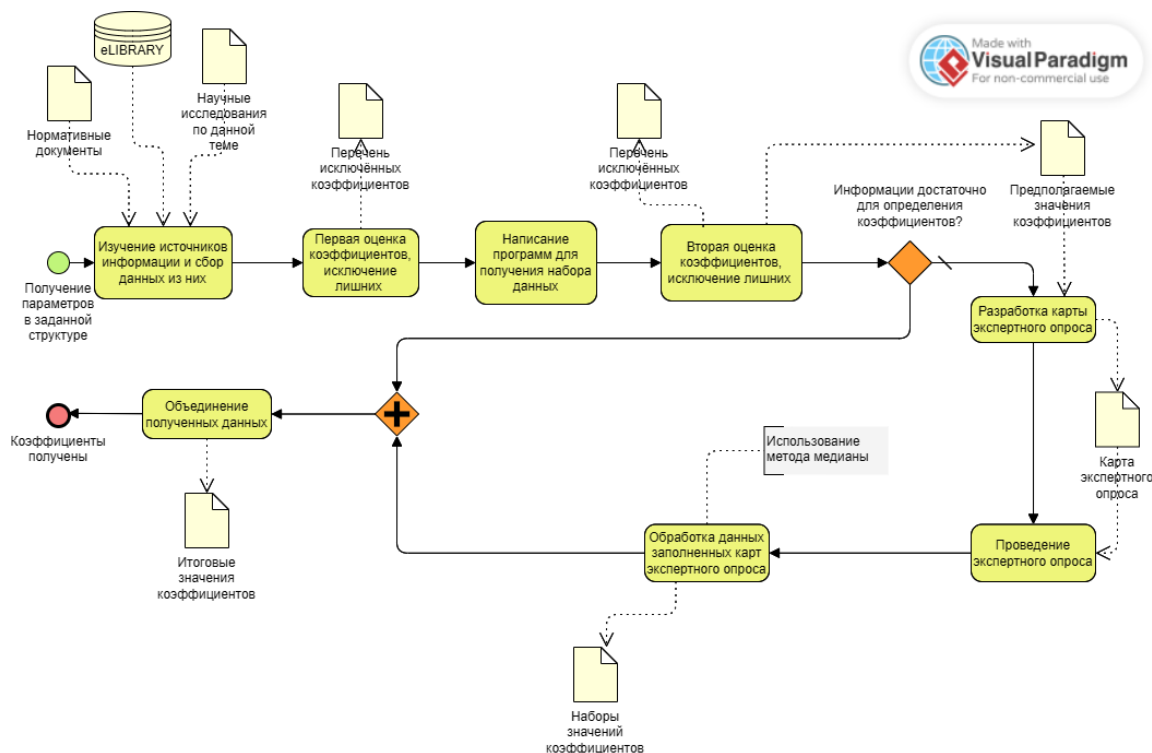


Рисунок 3. Хореография процесса идентификации коэффициентов модели

Рассмотрим функцию нормализации:

$$f(x_1) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2.$$

Уточним, что значит один этап нормализации, что он в себя включает и как зависит от него время нормализации запроса. Этап нормализации запроса – это процесс приведения пользовательского запроса к стандартной форме, что упрощает дальнейшую обработку и анализ. Нормализация включает такие шаги, как приведение текста к нижнему регистру, удаление стоп-слов, исправление орфографических ошибок, лемматизация или стемминг, а также удаление лишних символов. Это помогает улучшить качество понимания запроса чат-ботом и повысить точность ответов (Jurafsky, 2020).

Простые операции, такие как приведение текста к нижнему регистру, будем считать это базовой нормализацией, выполняются мгновенно, более сложные этапы, такие как исправление орфографических ошибок или лемматизация, могут занять больше времени. Количество этапов нормализации напрямую влияет на время обработки.

Для дальнейшего нахождения коэффициентов данной функции потребуется выборка данных и использование корреляционно-регрессионного анализа. Рассмотрим функцию проверки на достоверность:

$$m(x_2, x_3) = w_0 + w_1x_2 + w_2x_3 + w_3x_2^2 + w_4x_3^2 + w_5x_2x_3.$$

Из нее следует исключить коэффициенты, которые не будут задействованы в дальнейшей работе, так как не имеют значимости и ясны на начальном этапе:

1. w_0 – коэффициент, который указывает на базовый уровень достоверности информации, который может быть достигнут, даже если актуальность и математическая точность равны нулю. При отсутствии актуальности и математической точности достоверность будет равна нулю.

2. w_5 – коэффициент, который описывает взаимодействие между актуальностью и математической точностью. Актуальность информации (соответствие стандартам образования) не связана с математической точностью (округлением числа до нужного знака). Это разные понятия, оценивающиеся по разным критериям.

Также следует рассмотреть соотношение актуальности и математической точности (ГОСТ Р ИСО 8000-2-2019). На достоверность информации они имеют равноценное влияние.

Математическая точность – важный параметр, который поможет избежать ошибок в разборе тем учениками. Функция бюджета:

$$g(x_1, x_2, x_3) = x_1c_1 + x_2c_2 + x_3c_3.$$

Важно определить стоимости: стоимость одного этапа нормализации, стоимость определения актуальности и математической точности информации. В зависимости от оборудования и реализации эти значения могут варьироваться, но следует определить, какую часть от бюджета будет занимать та или иная задача.

Обозначим бюджет за 40 условных единиц. Процесс нормализации пользовательских запросов требует последовательного выполнения нескольких этапов, каждый из которых вносит свой вклад в общую стоимость обработки, которая оценивается как 2 условные единицы. В ходе анализа выяснилось, что проверка информации на актуальность оценивается в 2.5 условных единицы, тогда как контроль математической точности требует меньше ресурсов, всего 1.5 единицы. Следует учитывать, что фактические расходы могут варьироваться в зависимости от сложности конкретного запроса и загруженности системы в момент обработки, однако представленные коэффициенты позволяют достаточно точно прогнозировать общие затраты на оптимизацию чат-бота. На данном этапе были исключены коэффициенты: w_0 , w_5 .

2. Этап 2. Анализ данных и вторая оценка коэффициентов. Спроектируем модель нормализации запроса с помощью библиотек NLTK (библиотека для обработки естественного языка, предоставляющая инструменты для токенизации, стемминга и работы со стоп-словами), Natasha (инструмент для обработки русского языка, включающий морфологический и синтаксический разбор, а также Named Entity Recognition), Yargy (парсер для извлечения структурированной информации из текста с использованием грамматик), Razdel (библиотека для сегментации текста на токены и предложения), Slovnet (библиотека для глубокого обучения, предназначенная для обработки естественного языка), SpaCy (мощная библиотека для выполнения различных задач NLP, включая токенизацию и Named Entity Recognition). В коде для генерации выборок данных используем имитационное время выполнения на

основе полученных данных. Создадим несколько выборок данных со значением количества этапов и общим временем нормализации. Часть выборки представлена на рисунке 4.

x (количество этапов)	f (общее время в секундах)
5	0.111384
4	0.091178
9	0.192152
5	0.111310
6	0.131367
9	0.191770
4	0.090869
5	0.111035
6	0.131299
9	0.191777
5	0.111015
10	0.212204
9	0.192214
4	0.091207
9	0.192058
10	0.212306
7	0.151795
4	0.090980
10	0.212024
9	0.191871
5	0.111045
5	0.111116
4	0.090912
5	0.111063
6	0.131378
10	0.211859
5	0.111025
9	0.191803
7	0.151398
10	0.211864

Рисунок 4. Выборка данных для анализа

На основе этих данных проведем корреляционно-регрессионный анализ. Получим предположительные значения коэффициентов (рис. 5).

Полученные коэффициенты:
a0: 0.010666814793390295
a1: 0.02003942942098157
a2: 9.3298441965102e-06

Рисунок 5. Предположительные значения коэффициентов

Коэффициент a_2 имеет значение на несколько порядков ниже остальных, его не следует учитывать в дальнейшей работе.

Функция достоверности.

Зная примерные значения актуальности и математической точности информации, а также значение достоверности, попытаемся найти коэффициенты. Составим несколько выборок: при минимальных значениях актуальности и математической точности (0.7 и 0.9) достоверность информация должна быть не ниже 0.8, что является удовлетворительным для нас значением. С увеличением x_2 и x_3 достоверность будет расти пропорционально.

Коэффициенты при квадратичных членах менее значимы, так как линейные зависимости объясняют большую часть вариаций данных. L2-регуляризация дополнительно уменьшает их влияние, чтобы избежать переобучения и упростить модель.

Для нахождения коэффициентов используется метод градиентного спуска, который итеративно обновляет коэффициенты, минимизируя ошибку между предсказанными и реальными значениями. Чтобы квадратичные члены оказывали минимальное влияние на результат, в функцию потерь добавлена L2-регуляризация.

На втором этапе из-за низкой значимости были исключены коэффициенты: a_2 , w_3 , w_4 .

3. Этап 3. Проведение экспертного опроса и обработка данных

Были получены значения коэффициентов, которые можно предоставить на экспертную оценку для более точных значений. Эксперты имели высшее образование в данной области, опыт в

использовании таких технологий как чат-боты и разбирались в образовательной программе дисциплины «Математика» старших классов.

Были разработаны карты экспертного опроса и отосланы экспертам. Далее данные из них были обработаны и помещены в таблицу. Для вычисления итоговых коэффициентов на основе данных из экспертных опросов был применен метод медианы.

Рассмотрим процент выбросов в экспертных оценках и разброс оставшихся значений относительно итоговых коэффициентов (табл. 3).

Таблица 3. Процент выбросов в экспертных оценках

Коэффициент	Итоговое значение	Процент выбросов (%)	Разброс после очистки (%)	Характеристики распределения
a0	0.0011	10,0 (3/30)	±32	Сильная концентрация ≈0.001
a1	0.0020	6,7 (2/30)	±48	Два кластера: ~0.02 и ~0.001
w1	0.5757	10,0 (3/30)	±15	Устойчивое распределение
w2	0.4296	13,3 (4/30)	±18	Пик в районе 0.43
c1	2.0000	3,3 (1/30)	±10	Крайне стабильный параметр
c2	2.5000	6,7 (2/30)	±12	Преобладание значений 2.4-2.5
c3	1.5000	10,0 (3/30)	±20	Основная масса 1.4-1.5

Итоговые коэффициенты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Итоговые коэффициенты

Наименование коэффициента	Итоговое значение коэффициента
Базовое время нормализации a_0	0,0011
Влияние дополнительных этапов на время нормализации a_1	0,0020
Вес актуальности w_1	0,5757
Вес математической точности w_2	0,4296
Стоимость нормализации c_1	2,0000
Стоимость определения актуальности c_2	2,5000
Стоимость определения математической точности c_3	1,5000

В серии вычислительных экспериментов исследовалась зависимость времени обработки запросов от выбранных параметров модели: количества этапов нормализации (x_1), актуальности информации (x_2) и математической точности (x_3).

1. Проведем определение оптимальной ε -окрестности. Модель тестировалась при разных значениях ε : $\varepsilon = 0.1 \rightarrow$ время расчета 0.30 с, результат: $T = 0.018200$ ($x_1 = 4$, $x_2 = 0.7$, $x_3 = 1.0$). При уменьшении ε до 0.001 время вычислений возрастало до 0.54 с, но итоговые параметры не изменялись. Вывод: $\varepsilon = 0.1$ обеспечивает баланс между точностью и скоростью, дальнейшее уменьшение не дает улучшений.

2. Проведем сравнение коэффициентов модели. Проведено 11 экспериментов с вариацией коэффициентов (табл. 5).

а) Лучший результат: $T = 0.018200$ (коэффициенты [0.0011, 0.002, 0.58, 0.43, 2.0, 2.5, 1.5], полученные по результатам экспертного опроса).

b) Худшие случаи:

- при некорректных коэффициентах время увеличивалось до 0.723200 (эксперимент 4);
- в эксперименте 10-е решение при данных значениях коэффициентов не найдено.

3. Проведем анализ устойчивости модели:

- оптимальные значения ($x_1 = 4$, $x_2 = 0.7$, $x_3 = 1.0$) подтвердили свою эффективность;
- имеется сильная чувствительность к изменению коэффициентов: даже небольшое отклонение ухудшает результат.

Итог: эксперименты подтвердили работоспособность модели и обоснованность выбранных параметров.

4. Определим потенциальные ограничения. Несмотря на положительные результаты, работа чат-бота имеет некоторые ограничения, которые необходимо учитывать:

- Ограничения базы знаний: качество и актуальность ответов зависят от объема данных в базе. Недостаточные сведения могут снизить эффективность чат-бота.
- Интерпретация запросов: чат-бот может неправильно трактовать неоднозначные или неточные формулировки запросов пользователя.
- Ограниченность решений: работа чат-бота ограничена предоставленной базой знаний; запросы за пределами учебной программы обрабатываются некорректно.

Таблица 5. Результаты 11 экспериментов с вариацией коэффициентов

Номер эксперимента	Коэффициенты	Целевая функция	x1	x2	x3	Примечание
1	[0.0011, 0.002, 0.58, 0.43, 2.0, 2.5, 1.5]	0.018200	4	0.7	1.0	Базовый эксперимент с минимальным временем
2	[0.0234, 0.0678, 0.45, 0.55, 1.2, 2.3, 1.8]	0.589200	4	0.6	1.0	Время увеличилось, но не так значительно, как в последующих тестах
3	[0.0345, 0.0089, 0.35, 0.65, 2.1, 1.5, 2.7]	0.140200	7	0.5	1.0	Ближе к базовому, чем предыдущий эксперимент
4	[0.0056, 0.089, 0.4, 0.6, 1.8, 2.2, 1.9]	0.723200	4	0.5	1.0	Наибольшее время среди успешных экспериментов
5	[0.0567, 0.001, 0.3, 0.7, 3.5, 1.7, 2.1]	0.121400	4	0.4	1.0	Достаточно низкое время по сравнению с 4 экспериментом
6	[0.0078, 0.0019, 0.5, 0.5, 3.6, 4.8, 1.5]	0.030800	4	0.6	1.0	Очень близко к базовому результату
7	[0.0789, 0.0023, 0.4, 0.55, 2.3, 1.9, 5.4]	0.176200	11	0.7	1.0	Умеренное время, лучше, чем эксперименты 2-4
8	[0.019, 0.0134, 0.35, 0.65, 1.9, 2.5, 2.8]	0.145200	4	0.5	1.0	Один из лучших результатов среди новых тестов
9	[0.0001, 0.0345, 0.3, 0.7, 2.0, 4.8, 2.6]	0.276200	8	0.4	1.0	Среднее значение времени

10	[0.0012, 0.0456, 0.45, 0.55, 3.9, 2.1, 3.7]	–	–	–	–	Не найдено подходящих параметров
11	[0.0023, 0.0567, 0.4, 0.6, 2.4, 1.6, 2.3]	0.458200	4	0.5	1.0	Средний результат между умеренным и худшим

Нейросетевая модель нуждается в дальнейшей доработке, требуется улучшение баз знаний, добавление в них новой информации и качественная нормализация запросов.

Заключение

Данное исследование доказывает эффективность использования нейросетевых чат-ботов в учебном процессе. Разработанная модель контролирует актуальность и математическую точность ответов, что повышает качество предоставляемой информации. Контроль количества этапов нормализации запроса помогает сократить время на его обработку.

Обработка запросов в двух базах знаний повышает скорость поиска информации. Модель эффективно работает с естественным языком, что крайне важно для данной системы.

Чат-бот помогает школьникам в изучении сложных математических тем и решении задач. С помощью данного инструмента ученики могут самостоятельно изучать интересующие их темы более подробно, а также готовиться к экзаменам. Быстрые и понятные ответы экономят их время на поиск информации и помогают не потерять интерес к предмету.

Даже при наличии ограничений система станет полезным помощником для обучающихся 10-11 классов.

Список литературы

1. Алхимин Н.С., Симукова С.В. Использование чат-ботов для автоматизации предоставления дидактических материалов и справочной информации школьникам и студентам // Химия и физика – XXI век. Теория, практика, образование: мат. VI Всеросс. науч.-практ. конф. с межд. уч. (18-19 мая 2023 г., Брянск). Брянск: Брянский государственный университет им. академика И.Г. Петровского, 2023. С. 134-136.
2. Воробьев Г.А., Шманов М.В. Применение технологии «чат-бот» в итерационной отработке базовых арифметических навыков // Региональное образование: современные тенденции. – 2024. № 2(54). С. 48-52.
3. ГОСТ Р ИСО 8000-2-2019. Ч. 2. Словарь. Стандарт на качество данных. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
4. Любимова Е.М., Лутфуллина А.М. Анализ возможностей чат-ботов для повышения мотивации школьников к обучению // Современная психология образования: приоритеты и перспективы исследований и практик: мат. Всеросс. науч.-практ. конф. (8 декабря 2023 г., Казань). Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024. С.27-30.
5. Минаков А.И. Структура компетенции педагога в области искусственного интеллекта для решения образовательных задач // Мир науки, культуры, образования. 2024. № 4(107). С. 321-324.
6. Перспективы цифровой трансформации образования // Мат. Нац. науч.-практ. конф. (20-21 июня 2023 г., Рязань). Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2024. 156 с. – ISBN 978-5-907635-20-3.
7. Поляков К.В., Соложенцева Р.С. Использование искусственного интеллекта в образовательных целях: новые прорывы и перспективы // Kazan digital week - 2024: мат. Межд. форума (9-11 сентября 2024 г., Казань). Казань: Научный центр безопасности жизнедеятельности, 2024. С. 1193-1201.

8. Прасолова М.Н. Разработка цифровых средств подготовки школьников к ЕГЭ (на примере телеграм-бота) // Самарская област. студ. науч. конф.: тезисы докладов (15-26 апреля 2024 г., Самара). СПб.: Эко-Вектор, 2024. С. 379-381.
9. Рылов А.Н. Искусственный интеллект как средство индивидуализации обучения: проблемы и перспективы // Образование и глобальные вызовы современности: научно-педагогический контекст: мат. V Межд. Интернет-конф. (1-30 июня 2023 г., Ставрополь). Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2023. С.49-53.
10. Тамиров А.А. Проблемы безопасности использования продуктов искусственного интеллекта для школьников // VI Научный форум «Телекоммуникации: теория и технологии» ТТТ-2023: мат. XXV Межд. науч.-прак. конф. (22-24 ноября 2023 г., Казань). Казань: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, 2023. С. 555-556.
11. Фадеева, В. А. Преимущества и проблемы использования технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе // Коммуникативные коды в межкультурном пространстве как средство формирования общегуманитарных компетенций человека нового поколения: Материалы III Междисциплинар. Науч. конф. (1-2 июня 2023 г., Москва). М.: «КДУ», «Добросвет», 2023. С. 688-694.
12. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) // garant.ru. 2020. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/dfbe1cf7aa2e2acfd7b8e7ad37cdf71b759c539d/
13. Чеботарева Э.В., Ямалиева Э.Р. Исследование возможностей применения больших языковых моделей при изучении математики и информатики в школе // Мат. V Межд. форума по матем. обр., посвященного 220-летию Казанского университета (IFME' 2024); мат. XIII Межд. конф.; X Межд. конф.; IV Межд. научн. семинара (25-30 марта 2024 г., Казань). Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2024. – С. 345-350.
14. Шилин А.С. Особенности использования искусственного интеллекта в образовании // Перспективы цифровой трансформации образования: мат. Нац. науч.-прак. конф. (20-21 июня 2023 г., Рязань). Рязань: Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, 2024. С. 11-14.

The development of a chatbot for teaching high school students in the subject of «Mathematics» based on the use of neural networks

Vladimir O. Novitsky

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Computer Science and Computer Technology of Food Production
Russian University of Biotechnology
Moscow, Russia
nvo60@mgupp.ru
ORCID 0000-0000-0000-0000

Elizaveta I. Gorbunova

Student
Russian University of Biotechnology
Moscow, Russia
lizagorbunova20052005@gmail.com
ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 09.05.2025

Accepted 30.06.2025

Published 30.07.2025

UDC 004.032:004.91

DOI 10.25726/u0319-6545-6537-b

EDN KCULHD

VAK 5.8.1. General pedagogy, history of pedagogy and education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HA. EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH

Abstract

The article discusses the development of a chatbot based on neural networks for teaching mathematics to high school students (grades 10-11). The main focus is on optimizing the information retrieval process by normalizing user queries and evaluating the reliability of information, including mathematical accuracy and relevance of the data provided. The advantages of using chatbots in the educational process are discussed, such as increasing student engagement, improving interaction with educational content, and supporting self-study. Various types of chatbots and their use in the school system are analyzed, and the need to develop more accurate algorithms to improve learning efficiency is considered. The mathematical formulation of the chatbot optimization problem is presented, the types of constraint functions and the structure of the objective function are determined. Recommendations for improving this system are given.

Keywords

Chatbot, neural networks, learning, mathematics, natural language processing, query normalization, mathematical accuracy, data relevance.

References

1. Alkhimin N.S., Simukova S.V. The use of chatbots to automate the provision of didactic materials and reference information to schoolchildren and students // Chemistry and Physics – XXI century. Theory, practice, education: mat. of the VI All-Russ. sci. and prac. conf. with inter. particip. (May 18-19, 2023, Bryansk). Bryansk: Academician I.G. Petrovsky Bryansk State University, 2023. pp. 134-136.
2. Vorobyov G.A., Shmanov M.V. The use of chatbot technology in the iterative development of basic arithmetic skills // Regional education: current trends. – 2024. № 2(54). pp. 48-52.
3. GOST R ISO 8000-2-2019. Vol. 2. Dictionary. The standard for data quality. M.: Standartinform, 2019. 16 p.
4. Lyubimova E.M., Lutfullina A.M. Analysis of the possibilities of chatbots to increase the motivation of schoolchildren to learn // Modern psychology of education: priorities and prospects of research and practice: mat. of the All-Russ. sci. and prac. conf. (December 8, 2023, Kazan). Kazan: Kazan (Volga Region) Federal University, 2024, pp.27-30.
5. Minakov A.I. The structure of a teacher's competence in the field of artificial intelligence for solving educational problems // The world of science, culture, and education. 2024. No. 4(107). pp. 321-324.
6. Prospects of digital transformation of education // Mat. of the Nat. sci. and prac. conf. (June 20-21, 2023, Ryazan). Ryazan: Ryazan State University named after S.A. Yesenin, 2024. 156 p. – ISBN 978-5-907635-20-3.
7. Polyakov K.V., Solozhentseva R.S. The use of artificial intelligence for educational purposes: new breakthroughs and prospects // Kazan digital week – 2024: mat. of the Inter. forum (September 9-11, 2024, Kazan). Kazan: Scientific Center for Life Safety, 2024. pp. 1193-1201.
8. Prasolova M.N. Development of digital means of preparing schoolchildren for the Unified State Exam (using the example of a telegram bot) // Samara region. stud. sci. conf.: abstracts (April 15-26, 2024, Samara). SPb.: Eco-Vector, 2024. pp. 379-381.
9. Rylov A.N. Artificial intelligence as a means of individualizing learning: problems and prospects // Education and global challenges of our time: scientific and pedagogical context: mat. of the V. Inter. Internet conf. (June 1-30, 2023, Stavropol). Stavropol: North Caucasus Federal University, 2023. pp.49-53.
10. Tamirov A.A. Problems of safety of using artificial intelligence products for schoolchildren // VI scientific forum «Telecommunications: theory and technology» TTT-2023: mat. of the XXV Inter. sci. and prac.