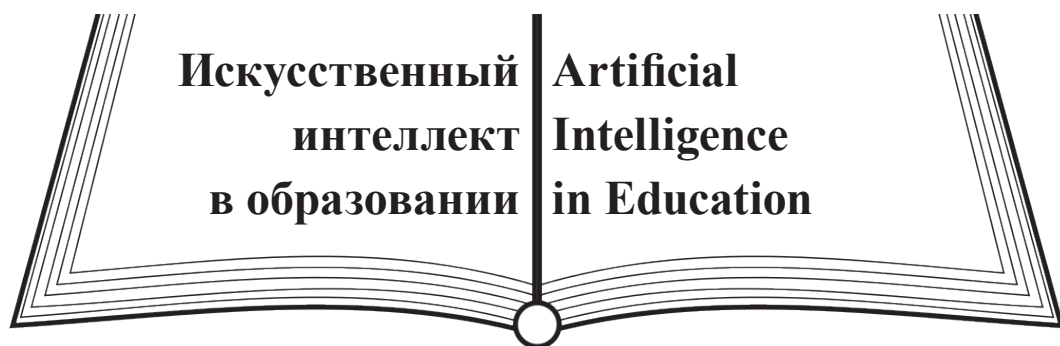




Научная статья

УДК 004.9

DOI: 10.24412/2072-9014-2025-272-7-19

ПЛАТФОРМА «ВОПРОС – ОТВЕТ», ОСНОВАННАЯ НА ТЕХНОЛОГИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Гринева Елизавета Сергеевна^{1, a}, Шунина Любовь Андреевна^{2, b} ✉, Пролеев Георгий Николаевич^{3, c}, Джебилов Александр Валерьевич^{4, d}

^{1, 2, 3, 4} Университет «Синергия»,
Москва, Россия

^a egrineva@synergy.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5940-2616>

^b lsyunina@synergy.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

^c gproleev@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6279-957X>

^d adzhebilov@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5690-3486>

Аннотация. В статье описаны подходы к разработке интеллектуальной платформы «Вопрос – ответ», основанной на технологиях искусственного интеллекта и предназначенной для поиска учебной и справочной информации при обучении программированию. Актуальность обусловлена необходимостью решения проблемы, связанной с ограничением доступности квалифицированной помощи в процессе обучения программированию, особенно в условиях самостоятельной работы и дистанционного образования. Описана реализация с помощью разработки алгоритмов классификации вопросов, построения базы знаний и применения нейронных сетей для генерации ответов. Предложена интеграция современных NLP-моделей с адаптивной системой рекомендаций для учета контекста запросов и повышения качества получаемых ответов.

Ключевые слова: обучение программированию; искусственный интеллект; NLP-модель; информатизация образования.

Для цитирования: Гринева Е. С. Платформа «Вопрос – ответ», основанная на технологиях искусственного интеллекта, как средство обучения программированию /

© Гринева Е. С., Шунина Л. А., Пролеев Г. Н., Джебилов А. В., 2025

Е. С. Гринева, Л. А. Шунина, Г. Н. Пролеев, А. В. Джебиров // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2025. № 2 (72). С. 7–19. <https://doi.org/10.24412/2072-9014-2025-272-7-19>

Original article

UDC 004.9

DOI: 10.24412/2072-9014-2025-272-7-19

QUESTION – ANSWER PLATFORM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR TEACHING PROGRAMMING

*Elizaveta S. Grineva^{1, a}, Lyubov A. Shunina^{2, b} ✉,
George N. Proleev^{3, c}, Alexander V. Dzhebilov^{4, d}*

^{1, 2, 3, 4} Synergy University,
Moscow, Russia

^a egrineva@synergy.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5940-2616>

^b ishunina@synergy.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

^c gproleev@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6279-957X>

^d adzhebilov@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5690-3486>

Abstract. The article describes approaches to the development of an intelligent Question – Answer platform based on artificial intelligence technologies and designed to search for educational and reference information when teaching programming. The relevance is due to the need to solve the problem associated with the limited availability of qualified assistance in the process of learning programming, especially in the context of independent work and distance education. The implementation using the development of algorithms for classifying questions, building a knowledge base and using neural networks to generate answers is described. The integration of modern NLP models with an adaptive recommendation system is proposed to take into account the context of requests and to improve the quality of the answers received.

Keywords: teaching programming; artificial intelligence; NLP model; informatization of education.

For citation: Grineva E. S. Question – Answer platform based on artificial intelligence technologies as a tool for teaching programming / E. S. Grineva, L. A. Shunina, G. N. Proleev, A. V. Dzhebilov // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education. 2025. № 2 (72). P. 7–19. <https://doi.org/10.24412/2072-9014-2025-272-7-19>

Введение

Современное образование переживает этап активной цифровой трансформации, в рамках которой возрастает значение интеллектуальных технологий, способных адаптироваться к индивидуальным особенностям обучающегося. Особое внимание сегодня уделяется инструментам,

ориентированным на поддержку самостоятельной познавательной деятельности, развитие информационной компетентности и формирование умений работы с учебной информацией в цифровой среде [1–3]. Одним из таких инструментов могут стать интеллектуальные системы «Вопрос – ответ» на основе технологий искусственного интеллекта (ИИ).

Проблема доступности квалифицированной помощи в процессе обучения остается актуальной, особенно в условиях увеличения доли самостоятельной работы студентов и распространения дистанционного формата. В ситуациях, когда преподаватель не может оперативно ответить на вопрос, а традиционные поисковые системы требуют от студента высокой цифровой грамотности и навыков критической оценки информации, возникает потребность в дидактически обоснованной системе интеллектуальной поддержки, способной оперативно предоставить релевантную, адаптированную по уровню и стилю подачу информации.

Использование ИИ в образовательной среде открывает перспективы для реализации персонифицированного подхода к обучению [4; 5]. Интеллектуальные ассистенты, способные обрабатывать естественный язык и анализировать учебные запросы, становятся не просто технологическим новшеством, а методическим ресурсом, обеспечивающим диалогичность, интерактивность и когнитивную поддержку в учебном процессе. Особенно значимы такие системы в контексте изучения сложных дисциплин, требующих пошагового освоения понятийного аппарата, как, например, программирование.

Студенты, особенно на младших курсах, испытывают сложности при самостоятельной работе с учебными материалами, в том числе в освоении основ программирования, где каждое новое понятие опирается на ранее усвоенное. В такой ситуации важны не только учебные пособия, но и наличие гибкой, интерактивной системы обратной связи, способной оперативно подхватить обучающегося в момент затруднения и направить его в нужное когнитивное русло.

Ряд авторов [6–12] подчеркивают, что прогресс образования связан с разработкой различных вариантов его содержания, использованием возможностей современной дидактики для повышения эффективности образовательных структур, а также с научной разработкой и практическим обоснованием новых идей и технологий. Таким образом, создание интеллектуальной системы, ориентированной на поддержку изучения программирования, отвечает этим вызовам и позволяет решить важные дидактические задачи:

- обеспечение контекстуально-адекватной поддержки обучающегося без постоянного участия преподавателя;
- усиление мотивации к самостоятельному поиску ответа;
- развитие навыков формулировки вопросов и работы с алгоритмическими структурами знаний.

Исследование и внедрение интеллектуальных платформ «Вопрос – ответ» представляет не просто технический, а прежде всего педагогический интерес, так как направлено на повышение качества учебного процесса, развитие

универсальных учебных действий и создание условий для осознанного, рефлексивного обучения [13].

Методы исследования

Цель исследования — разработка интеллектуальной системы «Вопрос – ответ» для изучения программирования, которая обеспечит: во-первых, точность ответов не менее 85 % по F1-мере; во-вторых, среднее время ответа не более 1 секунды; в-третьих, релевантность ответов на уровне не менее 90 %.

Для достижения данной цели необходимо решить несколько ключевых задач. Первый шаг — формирование базы знаний, которая станет основой для обучения модели. Это включает в себя подготовку и очистку данных, устранение дубликатов и некорректных записей, а также стандартизацию данных для их эффективного использования в системе.

Далее следует процесс обучения модели, которая будет отвечать за поиск релевантных ответов. Для этого важно оценить эффективность модели с помощью метрик, таких как точность и полнота, чтобы обеспечить максимальную точность в интерпретации запросов.

Кроме того, для удобства пользователей целесообразно разработать веб-интерфейс, через который можно будет задавать вопросы и получать ответы в реальном времени. Важно, чтобы система была интуитивно понятной и работала быстро.

Реализация этих задач обеспечит работоспособность системы, позволяя автоматизировать процесс поиска ответов. Созданная система может быть интегрирована в образовательный процесс для автоматизированных ответов на вопросы студентов, а также в качестве вспомогательного инструмента для преподавателей и консультантов. Ее применение позволит ускорить процесс получения информации, обеспечив доступ к качественным ответам в режиме реального времени.

Результаты исследования

Традиционные поисковые системы, такие как Google или Yandex, являются основным инструментом для поиска информации в интернете. Используемый принцип индексации веб-страниц позволяет предоставить пользователю список ссылок, которые могут привести к нужной информации по широкому кругу вопросов. Однако, несмотря на свою популярность, традиционные поисковые системы имеют серьезные ограничения, особенно в образовательной сфере: помимо необходимости развитого навыка критического оценивания информации у пользователя, они не адаптируются под уровень знаний и индивидуальные потребности, что затрудняет процесс обучения.

В отличие от традиционных поисковых систем, современные интеллектуальные помощники, такие как Google Assistant, Siri, Alexa и Яндекс «Алиса», используют технологии обработки естественного языка (Natural Language Processing — NLP) [14] и машинного обучения для понимания запросов. За счет этого появляется возможность решения упомянутых выше проблем. Однако такие системы все еще ограничены в своей функциональности и не используются в полной мере в образовательных системах, поскольку возникают проблемы с анализом запросов по конкретным дисциплинам, например по программированию или математике.

Предлагаемый подход к разработке системы «Вопрос – ответ», основанной на использовании технологии NLP, для обучения программированию позволит повысить точность и релевантность ответов, адаптируя их под уровень знаний студента [13].

Для обучения модели использовались данные из открытой базы Stack Exchange, содержащей структурированные вопросы и ответы по различным тематикам. Данный источник был выбран благодаря высокому качеству информации, пользовательским оценкам и возможности работать с разными типами вопросов [15]. Перед использованием данных была проведена их предобработка [16]. В первую очередь из датасета удалялись дубликаты и неинформативные элементы, такие как вопросы без ответов или содержащие слишком мало информации. Затем проводилась лемматизация — приведение слов к начальной форме для повышения точности анализа. Дополнительно из текстов удалялись стоп-слова, не несущие смысловой нагрузки. Эти этапы позволили создать чистый и унифицированный набор данных, обеспечивающий более точную работу модели [17–20].

Для реализации проекта была выбрана предобученная трансформерная модель DistilBERT (SQuAD). Выбор обусловлен ее высокой эффективностью в обработке естественного языка, компактностью и скоростью работы по сравнению с более тяжелыми архитектурами, такими как BERT. В отличие от моделей T5 или GPT, DistilBERT требует меньше вычислительных ресурсов, что позволяет использовать ее в реальном времени без значительных затрат на инфраструктуру. Кроме того, она демонстрирует хорошую точность на задачах «вопрос – ответ», что делает ее оптимальным решением для образовательных приложений.

Обучение модели проводилось по следующему сценарию.

Датасет разделялся на обучающую (70 %) и тестовую (30 %) выборки для оценки качества предсказаний.

Производилось дообучение модели на собранных данных, что позволило адаптировать ее к особенностям запросов в сфере образования.

Оценка модели выполнялась с помощью стандартных метрик (точность, полнота), позволяющих измерить, насколько корректно система определяет релевантные ответы (см. рис. 1).

Следующим важным этапом стала разработка веб-приложения для автоматизированного поиска ответов на вопросы по программированию. Акцент

```

[USER]Как называется первый алгоритмический язык программирования, разработанный для IBM?
[BOT] Первый алгоритмический язык программирования, разработанный для IBM, называется FORTRAN.
Он был создан в середине 1950-х годов и стал одним из первых языков высокого уровня.
в языке Pascal оператор IF используется для условных операторов. Команда Writeln используется для вывода информации на экран.
[USER]Как называется структура, в которой все команды выполняются последовательно?
[BOT] Линейная
[USER]Какая ключевая команда в Pascal используется для вывода данных на экран?
[BOT] Write
[USER]Как называется операция, которая используется для присвоения значений переменным в Pascal?
[BOT] :=
[USER]В каком году была выпущена версия Turbo Pascal 7.0, поддерживающая строки?
[BOT] 1993
[USER]Какой тип данных используется для хранения одного символа в Pascal?
[BOT] Char
[USER]Какое слово используется для описания раздела переменных в Pascal?
[BOT] Var
[USER]Какой оператор в Pascal используется для условного перехода по метке?
[BOT] Goto
[USER]Какой раздел программы ограничен словами BEGIN и END?
[BOT] Операторов
[USER]Какой оператор используется для считывания данных с клавиатуры в Pascal?
[BOT] Read
[USER]Какая команда используется для вывода информации с новой строки?
[BOT] Writeln
[USER]Какой тип данных в Pascal хранит текстовую информацию?
[BOT] String
[USER]Какой оператор Pascal используется для вставки подстроки?
[BOT] Insert
[USER]Какой язык программирования был разработан под руководством Никлауса Вирта в 1970-х?
[BOT] Pascal
[USER]Как называется логический тип данных в Pascal?
[BOT] Boolean
[USER]Какой модуль в Pascal используется для работы с графикой?
[BOT] Graph
[USER]Какой символ используется для обозначения комментария в Pascal?
[BOT] //
[USER]Какой тип переменной позволяет хранить только истинные и ложные значения?
[BOT] Boolean

```

Источник: составлено автором.

Рис. 1. Фрагмент работы с предобученной трансформерной моделью DistilBERT (SQuAD)

был сделан на простоте и интуитивности пользовательского интерфейса, что позволяет использовать систему без необходимости дополнительного обучения или технических навыков, обеспечивая комфортное взаимодействие с ней.

Разработка интерфейса началась с тщательного анализа требований, где была выявлена потребность в высокой скорости обработки запросов и поддержке естественного языка [21]. Для обеспечения интуитивно понятного взаимодействия с системой разработана концепция, обеспечивающая удобную структуру, минимизацию задержек и точность ответов.

Процесс проектирования интерфейса включал создание эскизного проекта (рис. 2), который позволил наглядно определить расположение элементов и их функциональные характеристики. На этом этапе особое внимание уделено адаптивному дизайну, что позволяет системе работать на различных устройствах, будь то компьютеры, планшеты или мобильные телефоны.

Для оценки эффективности разработанной модели был проведен ряд экспериментов, направленных на проверку точности предсказаний, релевантности ответов и на выявление возможных проблем.

Для верификации качества работы модели был использован стандартный подход с разбиением данных на обучающую (70 %) и тестовую (30 %) выборки. Оценка производилась с использованием метрик точности (*accuracy*), полноты

Интерфейс ответов на вопросы студентов

Введите вопрос:

Ваш вопрос...

Получить ответ

Источник: составлено автором.

Рис. 2. Диалоговое окно платформы «Вопрос – ответ»

(*recall*) и F1-меры, позволяющих определить, насколько корректно система подбирает ответы.

Проведенное тестирование показало:

- точность модели (F1-score) — 87,4 %, что на 5 % выше по сравнению с TF-IDF;

- среднее время ответа — 0,8 секунды;

- 90,5 % пользователей признали ответы полезными.

Однако эффективность ответа варьируется в зависимости от сложности формулировки вопроса.

Тестирование проводилось на заранее подготовленных примерах из области программирования. Основной задачей системы было предоставление точных и релевантных ответов. В большинстве случаев модель успешно определяла контекст и давала корректные результаты.

Пример запроса: *Какой оператор используется для вывода данных в Pascal?*

Ответ: *Write*.

Однако при более сложных вопросах, требующих обобщения информации, выявлены частично релевантные, но не полностью раскрывающие суть запроса ответы.

Пример запроса: *Как можно использовать условные операторы в Pascal для реализации выбора между несколькими вариантами?*

Ответ: *Оператор if позволяет проверять условия и выполнять определенные действия.*

Хотя ответ частично корректен, он не упоминает альтернативный способ реализации выбора через *case*, что может ограничивать понимание темы. Такие результаты объясняются ограниченностью обучающих данных и сложностью обработки многозначных терминов.

Для повышения качества ответов предлагаются следующие меры:

- использование более сложных трансформерных архитектур, таких как T5 или GPT, для более точной интерпретации контекста и повышения качества ответов;

– дообучение модели на расширенном датасете, содержащем более разнообразные формулировки вопросов. В качестве источников пополнения базы знаний планируется использование реальных вопросов студентов, а также расширенных учебных материалов, включая обновленные справочники и базы знаний.

Дополнительно планируется механизм обратной связи, позволяющий пользователям оценивать корректность и полезность ответов, что поможет выявлять слабые места модели и оперативно их исправлять.

Далее приведем возможные варианты интеграции описанной платформы «Вопрос – ответ» в процесс обучения программированию.

Для учебных заведений система может быть использована в различных форматах: на очных практических занятиях — как «помощник-преподаватель», в дистанционном обучении — как индивидуальный консультант, при подготовке к проверочным работам и экзаменам — как тренажер. В каждом из предлагаемых вариантов студенты могут быстро получить ответы на вопросы, а преподаватели использовать систему для проверки и подготовки материалов для занятий.

Ниже в таблице приведены несколько примеров вопросов и вариантов ответов к ним, которые могут быть включены в учебные занятия.

Таблица

Примеры пар «вопрос – ответ», реализованные с использованием разработанной платформы

Вопрос	Ответ
Что такое функции?	Функции — это подпрограммы, выполняющие определенную задачу и возвращающие значение
Что такое цикл в языке Pascal?	В языке Pascal существует три типа циклов: <code>for</code> , <code>while</code> и <code>repeat</code> . Цикл <code>for</code> используется для фиксированного количества повторений, <code>while</code> — для выполнения при истинности условия, а <code>repeat</code> — для выполнения хотя бы одного раза, с проверкой условия после выполнения тела цикла
Какие типы циклов существуют в Pascal и когда их следует использовать?	В Pascal используются три типа циклов: <code>for</code> , <code>while</code> и <code>repeat</code> . Цикл <code>for</code> применяется, когда количество повторений известно заранее, <code>while</code> — при выполнении определенного условия, а <code>repeat</code> — минимум один раз, так как проверка условия осуществляется после выполнения тела цикла
Что такое цикл <code>for</code> ?	Цикл <code>for</code> предназначен для многократного выполнения блока кода, когда количество итераций заранее определено

Вопрос	Ответ
Как работает цикл for в языке Pascal и какие его особенности по сравнению с другими типами циклов?	Цикл for выполняет блок кода несколько раз при заранее известном количестве итераций. Он имеет строгую структуру: начальное значение переменной, конечное значение и шаг (по умолчанию 1). В отличие от цикла while, который выполняется при истинности условия, и цикла repeat, который выполняется минимум один раз, for оптимален для случаев с фиксированным числом повторений

Заключение

На текущем этапе разработанная система продемонстрировала свою эффективность в автоматизированном поиске ответов на вопросы по программированию.

Проведенные ранее исследования подтверждают, что интеграция технологий NLP в образовательные системы оказывает значительное влияние на развитие студентов, создавая положительный дидактический эффект. Во-первых, система поддерживает рефлексивное мышление студентов, позволяя им видеть, как искусственный интеллект интерпретирует их вопросы. Это дает возможность учащимся понять, какие аспекты запроса важны для получения точного ответа, и развивает навыки осознанного взаимодействия с информацией.

Второй важный эффект — развитие навыков формулировки задач и запросов. Студенты учатся более точно и грамотно излагать свои вопросы, чтобы получить корректные и полезные ответы. Это способствует улучшению навыков логического мышления и становится полезным инструментом для решения более сложных задач в других учебных и практических ситуациях.

Кроме того, использование системы способствует расширению словарного запаса по предмету. Анализируя запросы студентов, ИИ может предоставлять синонимы и альтернативные выражения для ключевых понятий, что помогает учащимся усваивать новую лексику, связанную с изучаемым материалом.

Однако в перспективе возможности системы могут быть значительно расширены. В частности, ее можно интегрировать в учебный процесс, предоставляя студентам и преподавателям удобный и интуитивно понятный инструмент для взаимодействия. Это позволит педагогам сосредоточиться на персонализации обучения [5], в то время как система возьмет на себя задачи быстрого поиска и объяснения решений. Адаптация системы под индивидуальные потребности учащихся может быть выражена в подборе примеров кода и его разъяснения в зависимости от уровня знаний и прогресса студентов. Такой подход обеспечит более эффективное обучение, будет способствовать глубокому усвоению знаний.

Список источников

1. Абдюханов Р. Х. Современная {цифровая} дидактика / Р. Х. Абдюханов, В. И. Абрамов, С. И. Ашманов [и др.]. М.: А-Приор, 2023. 140 с.
2. Абрамычева Н. Л. Избранные вопросы цифровой трансформации образования / Н. Л. Абрамычева, А. Ю. Адайкина, О. В. Андриюшкова [и др.]. М.: ИНФРА-М, 2024. 188 с.
3. Soboleva E. V. Applying Gamification in Learning the Basics of Algorithmization and Programming to Improve the Quality of Students' Educational Results / E. V. Soboleva, T. N. Suvorova, A. V. Grinshkun, M. I. Bocharov // European Journal of Contemporary Education. 2021. Vol. 10. No. 4. P. 987–1002.
4. Бурков А. Инженерия машинного обучения / А. Бурков. М.: ДМК Пресс, 2022. 306 с.
5. Азевич А. И. Обеспечение персональных траекторий развития обучающихся в условиях информатизации образования: учеб.-метод. пособие / А. И. Азевич, В. В. Гриншкун, О. Ю. Заславская [и др.]. М.: МГПУ, 2021. 112 с.
6. Елисеев А. В. О возможностях применения генеративных нейронных сетей при подготовке учебных материалов по дисциплине «Современные информационные технологии» / А. В. Елисеев, Н. С. Корнева // Шамовские чтения: сб. ст. XVI Международ. науч.-практ. конф.: в 2 т. (Москва, 25 января – 03 февраля 2024 г.). М.: Научная школа управления образовательными системами, 2024. С. 531–533.
7. Гончарова Л. Г. Диджитализация процессов модернизации системы высшего образования как фактор подготовки кадров для цифровой экономики / Л. Г. Гончарова, А. Е. Зубанова, С. В. Новиков, А. Е. Трубин // Информационные системы и технологии. 2021. № 1 (123). С. 34–42.
8. Анисимов А. Ю. Проблемы и перспективы внедрения информационных технологий в процесс подготовки кадров для цифровой экономики / А. Ю. Анисимов, А. Е. Трубин, А. Н. Алексахин [и др.]. М.: Русайнс, 2023. 170 с.
9. Терехов С. В. Технологии искусственного интеллекта как инструмент трансформации системы образования в условиях цифровой экономики / С. В. Терехов, Л. А. Терехова, Н. А. Озерова // Экономика образования, 2023. № 3 (136). С. 79–92.
10. Фроликов А. В. Перспективы и риски применения технологии искусственного интеллекта в корпоративном управлении / А. В. Фроликов, А. Е. Трубин, А. Н. Алексахин, А. М. Нечаев // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. 2025. Т. 22. № 1 (139). С. 198–208.
11. Алексахин А. Н. Прикладные аспекты применения искусственного интеллекта и нейросетевых технологий / А. Н. Алексахин, М. А. Алыменко, А. Ю. Анисимов [и др.]. М.: Русайнс, 2024. 176 с.
12. Пучкова Е. С. Обзор ИИ-инструментов и их возможностей в разработке цифрового образовательного контента студентами педагогических вузов для работы со школьниками / Е. С. Пучкова // Педагогическая инноватика и непрерывное образование в XXI веке: сб. науч. тр. II Международ. науч.-практ. конф. (Киров, 20 мая 2024 г.). Киров: Вятский государственный агротехнологический университет, 2024. С. 636–640.
13. Шунина Л. А. Подходы к разработке системы «вопрос-ответ» на основе искусственного интеллекта для повышения познавательной активности студентов /

Л. А. Шунина, Е. С. Гринева // Continuum. Математика. Информатика. Образование. 2024. № 4 (36). С. 96–104.

14. Лейн Х. Обработка естественного языка в действии / Х. Лейн, Х. Хапке, К. Ховард. СПб.: Питер, 2020. 576 с.

15. Ганегедара Т. Обработка естественного языка с использованием TensorFlow / Т. Ганегедара. М.: ДМК Пресс, 2020. 382 с.

16. Большакова Е. И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика / Е. И. Большакова, Э. С. Клышинский. М.: ВШЭ, 2017. 269 с.

17. Мюллер А. Введение в машинное обучение с помощью Python / А. Мюллер, С. Гвидо. М.: ДМК Пресс, 2017. 418 с.

18. Макмахан Б. Знакомство с PyTorch: глубинное обучение при NLP / Б. Макмахан, Д. Рао. М.: ДМК Пресс, 2020. 288 с.

19. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах. М.: ДМК Пресс, 2015. 400 с.

20. Бурков А. Машинное обучение без лишних слов / А. Бурков. М.: ДМК Пресс, 2020. 192 с.

21. Алексахин А. Н. Функциональное программирование. Теоретические и практические основы для разных языков: учебник / А. Н. Алексахин, А. Е. Трубин, А. Ю. Анисимов [и др.]. М.: Юрайт, 2025. 135 с.

References

1. *Abdyukhanov R. H.* Modern {digital} didactics / R. H. Abdyukhanov, V. I. Abramov, S. I. Ashmanov [et al.]. Moscow: A-Prior LLC, 2023. 140 p.

2. *Abramycheva N. L.* Selected issues of digital transformation of education / N. L. Abramycheva, A. Y. Adaikina, O. V. Andryushkova [et al.]. Moscow: INFRA-M, 2024. 188 p.

3. *Soboleva E. V.* Applying Gamification in Learning the Basics of Algorithmization and Programming to Improve the Quality of Students' Educational Results / E. V. Soboleva, T. N. Suvorova, A. V. Grinshkun, M. I. Bocharov // European Journal of Contemporary Education, 2021. Vol. 10. №. 4. P. 987–1002.

4. *Burkov A.* Machine learning engineering / A. Burkov. Moscow: DMK Press, 2022. 306 p.

5. *Azevich A. I.* Providing personal development trajectories for students in the context of informatization of education: a teaching aid / A. I. Azevich, V. V. Grinshkun, O. Yu. Zaslavskaya [et al.]. Moscow: MCU, 2021. 112 p.

6. *Eliseev A. V.* On the possibilities of using generative neural networks in the preparation of educational materials on the discipline «Modern information technologies» / A. V. Eliseev, N. S. Korneva // Shamov readings: collection of articles of the XVI International Scientific and Practical Conference. In 2 vol. (Moscow, January 25 – February 03, 2024). Moscow: Scientific School of Educational Systems Management, 2024. P. 531–533.

7. *Goncharova L. G.* Digitalization of the processes of modernization of the higher education system as a factor of personnel training for the digital economy / L. G. Goncharova, A. E. Zubanova, S. V. Novikov, A. E. Trubin // Information systems and technologies. 2021. № 1 (123). P. 34–42.

8. *Anisimov A. Yu.* Problems and prospects of introducing information technologies into the process of personnel training for the digital economy / A. Yu. Anisimov, A. E. Trubin, A. N. Aleksakhin [et al.]. Moscow: Rusains, 2023. 170 p.
9. *Terekhov S. V.* Artificial intelligence technologies as a tool for transforming the education system in the digital economy / S. V. Terekhov, L. A. Terekhova, N. A. Ozerova // Economics of education. 2023. № 3 (136). P. 79–92.
10. *Frolikov A. V.* Prospects and risks of using artificial intelligence technology in corporate governance / A. V. Frolikov, A. E. Trubin, A. N. Aleksakhin, A. M. Nechaev // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. 2025. Vol. 22. №. 1 (139). P. 198–208.
11. *Aleksakhin A. N.* Applied aspects of artificial intelligence and neural network technologies / A. N. Aleksakhin, M. A. Alymenko, A. Yu. Anisimov [et al.]. Moscow: Rusains, 2024. 176 p.
12. *Puchkova E. S.* Review of AI tools and their capabilities in the development of digital educational content by students of pedagogical universities for working with schoolchildren / E. S. Puchkova // Pedagogical innovation and continuing education in the 21st Century: proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Kirov, May 20, 2024). Kirov: Vyatka State Agrotechnological University, 2024. P. 636–640.
13. *Shunina L. A.* Approaches to the development of a question-answer system based on artificial intelligence to enhance students' cognitive activity / L. A. Shunina, E. S. Grineva // Continuum. Mathematics. Computer science. Education. 2024. № 4 (36). P. 96–104.
14. *Lane H.* Natural language Processing in action / H. Lane, H. Hapke, C. Howard. St. Petersburg: Peter, 2020. 576 p.
15. *Ganegedara T.* Natural Language processing using TensorFlow / T. Ganegedara. M.: DMK Press, 2020. 382 p.
16. *Bolshakova E. I.* Automatic text processing in natural language and computational linguistics / E. I. Bolshakova, E. S. Klyshinsky. M.: HSE, 2017. 269 p.
17. *Muller A.* Introduction to Machine learning using Python / A. Muller, S. Guido. M.: DMK Press, 2017. 418 p.
18. *McMahan B.* Introduction to PyTorch: deep learning in NLP / B. McMahan, D. Rao. M.: DMK Press, 2020. 288 p.
19. *Flach P.* Machine learning is the science and art of building algorithms that extract knowledge from data / P. Flach. M.: DMK Press, 2015. 400 p.
20. *Burkov A.* Machine learning without unnecessary words / A. Burkov. M.: DMK Press, 2020. 192 p.
21. *Aleksakhin A. N.* Functional programming Theoretical and practical foundations for different languages: Textbook / A. N. Aleksakhin, A. E. Trubin, A. Yu. Anisimov [et al.]. M.: Yurayt, 2025. 135 p.

Статья поступила в редакцию: 05.02.2025;
одобрена после рецензирования: 01.04.2025;
принята к публикации: 01.04.2025.

The article was submitted: 05.02.2025;
approved after reviewing: 01.04.2025;
accepted for publication: 01.04.2025.

Информация об авторах / Information about authors:

Гринева Елизавета Сергеевна — старший преподаватель кафедры цифровой экономики, Университет «Синергия», Москва, Россия.

Elizaveta S. Grineva — Senior Lecturer of the Department of Digital Economy, Synergy University, Moscow, Russia.

egrineva@synergy.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5940-2616>

Шунина Любовь Андреевна — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информатики и ИКТ, Университет «Синергия», Москва, Россия.

Lyubov A. Shunina — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Computer Science and Information and Communication Technologies, Synergy University, Moscow, Russia.

lshunina@synergy.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6952-000X>

Пролев Георгий Николаевич — преподаватель кафедры цифровой экономики, Университет «Синергия», Москва, Россия.

George N. Proleev — Lecturer of the Department of Digital Economy, Synergy University, Moscow, Russia.

gproleev@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6279-957X>

Джебилов Александр Валерьевич — старший преподаватель кафедры цифровой экономики, Университет «Синергия», Москва, Россия.

Alexander V. Dzhebilov — Senior Lecturer of the Department of Digital Economy, Synergy University, Moscow, Russia.

adzhebilov@synergy.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5690-3486>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.