



ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КАЧЕСТВЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

К.В. Розов

Новосибирский государственный педагогический университет, Россия

Аннотация. Статья посвящена особенностям реализации проектно-ориентированного подхода к подготовке будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта для решения задач обучения, оценивания и управления образовательным процессом. Уделено внимание повышенной сфокусированности научно-педагогического сообщества на применении генеративного искусственного интеллекта, который стал популярным благодаря доступности и универсальности таких систем как ChatGPT, Stable Diffusion и др. Рассматривается трехуровневая содержательная модель взаимодействия студентов с технологиями искусственного интеллекта как объектом изучения. Выделены уровни: пользовательский, инженерный и фундаментальный. Предлагается интеграция программирования и инструментов реализации алгоритмов искусственного интеллекта в процессе подготовки будущих учителей информатики с акцентом на инженерный уровень, который позволяет студентам применять готовые алгоритмы искусственного интеллекта для создания собственных учебных проектов – потенциально полезных приложений в образовательной среде. Представлены примеры таких приложений.

Ключевые слова. Технологии искусственного интеллекта, генеративный искусственный интеллект, программирование, проектная деятельность, практико-ориентированное обучение, профессиональная подготовка, будущий учитель информатики.

THE PROJECT-BASED APPROACH TO TRAINING FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS FOR AN APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES AS A PEDAGOGICAL TOOLS

K.V. Rozov

Novosibirsk State Pedagogical University, Russia

Abstract. The article is devoted to the features of the implementation of a project-oriented approach to training future computer science teachers to use artificial intelligence technologies to solve problems of teaching, assessment and management of the educational process. Attention is paid to the increased focus of the scientific and pedagogical community on the use of generative artificial intelligence, which has become popular due to the availability and versatility of such systems as ChatGPT, Stable Diffusion, etc. A three-level content model of student interaction with artificial intelligence technologies as an object of study is considered. The following levels are distinguished: user, engineering and fundamental. The integration of programming and tools for implementing artificial intelligence algorithms in the process of training future computer science teachers is proposed with an emphasis on the engineering level, which allows students to use ready-made artificial intelligence algorithms to create their own educational projects – potentially useful applications in the educational environment. Examples of such applications are presented.

Keywords. Artificial intelligence technologies, generative artificial intelligence, programming, project activities, practice-oriented training, professional training, future computer science teacher.

Введение

Перспективность разработки систем искусственного интеллекта (ИИ) для их применения в образовании: решения задач обучения, оценивания и управления образовательным процессом, отмечается многими исследователями [1]. При этом речь идёт, как правило, об ИИ как о помощнике педагога и администратора образовательного учреждения в их деятельности, который будет разработан, конечно, не самими педагогами и администраторами, а специалистами непосредственно в области ИИ и разработке программного обеспечения. Участники образовательного процесса получают в своё распоряжение готовые продукты, специально созданные для достижения конкретных образовательных целей. Технологии ИИ в таком контексте выступают узкоспециализированными инструментами.

Однако в начале 2020-х годов благодаря инвестициям крупных компаний в исследование алгоритмов ИИ и разработку множества различных моделей машинного обучения особую популярность в обществе приобрел генеративный ИИ. Технологии, относящиеся к генеративному ИИ, включают в себя различные интеллектуальные системы и модели, способные генерировать новые данные на основе большого набора обучающих данных. Среди них выделяются большие языковые модели (Large Language Model), такие как GPT-3 и GPT-4, обладающие миллиардами входных параметров и используемые в таких системах как ChatGPT и YandexGPT. Большие языковые модели предназначены для создания текстов в ответ на запросы пользователей (промты), в том числе для поддержания диалога с сохранением информации о его контексте. Также существуют художественные системы генеративного ИИ, такие как Stable Diffusion, DALL-E, Kandinsky и др., которые генерируют изображения или короткие видеоролики на основе текстовых описаний. Доступность сервисов генеративного ИИ для массового пользователя и их универсальность (возможность получения ответов на запросы на условно любую тему) открыла новые возможности для творчества, обучения и коммуникации, одновременно с этим породив множество этических проблем. Но важно отметить, что генеративные технологии ИИ не являются узкоспециализированными инструментами, предназначенными для использования представителями определенной профессии. Их может использовать здесь и сейчас любой заинтересованный в этом человек при наличии необходимых для доступа к таким системам ресурсов (компьютера, в т.ч. смартфона с доступом в Интернет или без него при использовании специализированного программного обеспечения на локальной машине). Безусловно, сервисы на основе генеративного ИИ привлекли внимание научно-педагогического сообщества. Появляется всё больше публикаций и проводится всё больше тематических научно-практических конференций по теме применения ИИ в образовании, где под ИИ подразумеваются прежде всего именно технологии генеративного ИИ [2-5 и др.]. Теперь педагогам не нужно дожидаться разработки исключительно специализированного программного обеспечения на основе технологий ИИ для применения ИИ в своей профессиональной деятельности. Что немаловажно, для применения открытых сервисов с генеративным ИИ не требуются специальные знания из области информатики, т.е. ими могут пользоваться не только учителя информатики, но и педагоги других профилей. Кроме того, используемые педагогами открытые системы генеративного ИИ доступны и для обучающихся.

Всё вышперечисленное порождает дискуссии о методах и проблемах применения генеративного ИИ в образовании. Исследователи В.В. Гриншкун и Л.А. Шунина

справедливо отмечают, что «бесконтрольное применение таких технологий может внести существенный негативный вклад в сформировавшуюся с годами систему образовательной и научной деятельности, которую осуществляют педагоги, способствовать разрыву связей между самыми важными для образования видами работы педагогов и ученых. Все это также свидетельствует о необходимости актуализации исследовательской повестки» [3, с. 1057]. Они также указывают, что «...специфика применения технологий искусственного интеллекта должна войти в содержание всех форм подготовки учителей, преподавателей колледжей и вузов» [3, с. 1057-1058], что не вызывает сомнений. Анализ публикаций за 2021-2024 гг. по проблемам применения ИИ в образовании, проведенный автором, показал, что ИИ в большинстве из них рассматривается как инструмент, но не как объект изучения. Такое направление первоочередных исследований, как «развитие целей и содержания обучения информатике – искусственный интеллект как объект обучения» [3, с. 1058], в котором «объект обучения», по мнению автора, можно заменить на «объект изучения», остается малоизученным, несмотря на то, что в связи со стремительным развитием технологий ИИ содержание профессиональной подготовки учителей информатики по вопросам ИИ следует кардинально менять. В работе «Анализ педагогических практик применения искусственного интеллекта в образовании (на материале методического хакатона)», представленной коллективом авторов Е.С. Башкиной, М.Ю. Лебедевой, Т.М. Обуховой, К.Е. Родионовой, в разделе «Выводы» приводится абзац, который достаточно ёмко описывает направления исследований применения ИИ в образовании, которые наиболее активно исследуются: «полученные результаты свидетельствуют о большом методическом потенциале ИИ в образовании, в первую очередь, в двух функциях: как помощника преподавателя в разработке учебных материалов и как средства обучения, обладающего автономной спецификой» [4, с. 990]. И хотя в цитируемом исследовании речь идет о преподавателях, разрабатывающих задания по русскому языку как иностранному с использованием нейронных сетей, т.е. в данном контексте ИИ и не должен рассматриваться как объект изучения, поскольку это скорее направление деятельности преподавателей информатики, тем не менее, ИИ в педагогических публикациях рассматривается преимущественно именно как помощник, т.е. как педагогическое средство, а не как объект изучения. В этой же работе приводятся следующие ключевые направления применения технологий ИИ: улучшение качества обучающих материалов; создание заданий, тестов, в т.ч. персонализированных; автоматизация проверки и оценки работ; обучение формированию запросов; решение рутинных административных обязанностей [4]. Направление «обучение студентов

формированию запросов к диалоговым системам на основе ИИ» можно отнести к рассмотрению ИИ как объекта изучения, однако, по мнению автора, для учителя информатики в силу специфики его профиля одних умений пользоваться готовыми сервисами с генеративным ИИ недостаточно для полноценной предметной подготовки в области современных технологий ИИ.

Технологии искусственного интеллекта как объект изучения в подготовке учителя информатики

Программирование является одним из тех элементов содержания обучения информатике в школе и вузе, которые отличают информатику от математики или общей компьютерной грамотности, задают специфику образования в этой научной области и области практического применения вычислительной техники. Многие исследователи отмечают, что в условиях цифровой экономики и информатизации образования компетенции в области программирования становятся особенно актуальными и являются неотъемлемым компонентом информационной культуры человека, тем более будущего учителя информатики, одной из задач которого в рамках профессиональной деятельности будет формирование мотивации у обучающихся – будущих кадров для IT-индустрии [6, 7]. Из этого следует, что если существует возможность интеграции каких-либо компьютерных технологий и программирования, то это полезно использовать в педагогических целях.

По мнению автора, технологии ИИ как объект изучения в контексте их практического применения упрощенно можно рассматривать на трех уровнях (рис. 1).

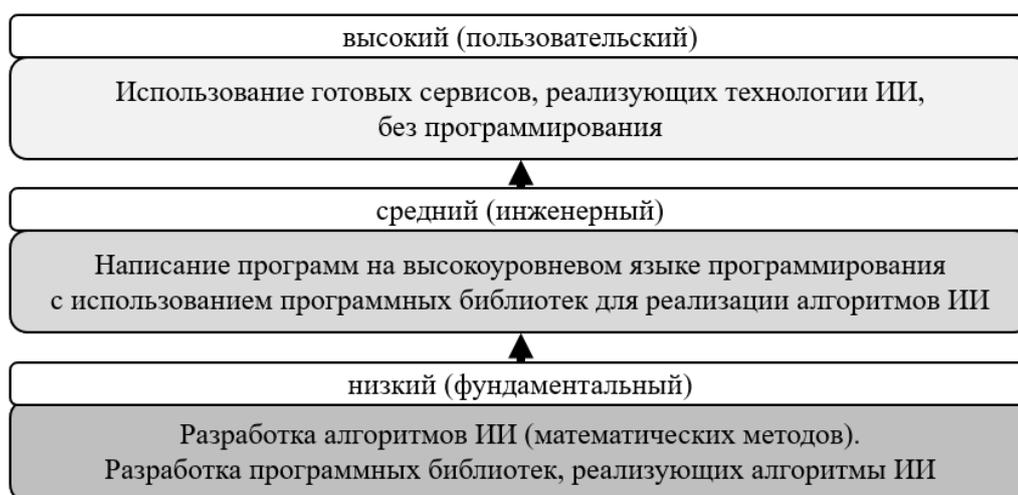


Рисунок 1 – Трёхуровневая содержательная модель взаимодействия студентов с технологиями ИИ как объектом изучения

Высокий уровень (пользовательский) – использование готовых сервисов, реализующих технологии ИИ, без программирования. На этом уровне находятся многочисленные сервисы генеративного ИИ, такие как ChatGPT, GigaChat, Kandinsky, с которыми обучающиеся учатся взаимодействовать для достижения необходимого результата (например, учатся формировать текстовые запросы). Технологии ИИ здесь выступают для обучающихся «черным ящиком», получающим на вход данные и выдающим результат. Обучение на пользовательском уровне универсально, т.е. ориентировано на широкий спектр направлений и профилей подготовки студентов.

Средний уровень (инженерный) – применение языка программирования и программных библиотек для реализации технологий (алгоритмов) ИИ. На этом уровне технологии ИИ всё ещё выступают преимущественно «черным ящиком», поскольку многие алгоритмы, описанные в библиотеках, не изучаются подробно, а лишь используются по назначению. Обучающийся пишет программу, используя готовые алгоритмы ИИ как детали конструктора, вызывая реализующие их функции и методы классов, определяя их параметры и описывая ситуации, в которых они будут выполняться. Обучение на инженерном уровне ориентировано на будущих преподавателей в области информатики и IT-специалистов, чьи профили подготовки не предполагают исследование и разработку алгоритмов ИИ в рамках профессиональной деятельности.

Низкий уровень (фундаментальный) – разработка математических методов, алгоритмов ИИ и их программная реализация. На этом уровне создаются новые алгоритмы и технологии ИИ или модифицируются уже существующие, а также создаются и обновляются инструменты для использования технологий ИИ на инженерном и пользовательском уровнях. Обучение на фундаментальном уровне ориентировано на студентов физико-математических и технических направлений подготовки, чьи профили связаны непосредственно с ИИ.

Автор предлагает рассматривать технологии ИИ с точки зрения возможностей программного управления ими, т.е. осуществлять подготовку будущих учителей информатики к применению технологии ИИ преимущественно на среднем уровне описанной выше содержательной модели через интеграцию программирования и инструментов реализации алгоритмов ИИ. В настоящее время программирование на высокоуровневом языке Python с использованием специализированных программных библиотек, таких как, например, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, TensorFlow, PyTorch, PyTesseract, OpenCV, MediaPipe, NLTK, SpeechRecognition, Pyttsx3 и др. может способствовать формированию у студентов-информатиков представлений

о современных методах и инструментах для машинного обучения; интеллектуального анализа данных; компьютерного зрения; обработки естественных языков; о существующих ограничениях технологий ИИ, а также развитию навыков программирования. Практико-ориентированное программирование с использованием профессиональных инструментов для реализации технологий ИИ, позволяющее быстро получить «видимый» результат, также способствует повышению мотивации [7].

Применение технологий ИИ в контексте профессиональной подготовки будущих учителей информатики автор рассматривает в двух аспектах: как деятельность по обучению использованию технологий ИИ и как деятельность по использованию технологий ИИ как педагогических средств [7]. Термин «педагогические средства» при этом определяется как объекты для организации и осуществления педагогического процесса (что является обобщением множества подходов к трактовке этого термина [8]). Если деятельность по обучению использованию технологий ИИ можно осуществлять, применяя технологии ИИ для решения задач из различных областей деятельности человека, то для обучения использованию технологий в качестве педагогических средств необходимо разработать такие учебные задачи, чтобы созданные при их выполнении средства были полезны именно для сферы образования, т.е. потенциально могли быть применены в практической деятельности учителя, пусть и не учителя информатики, или администратора образовательного учреждения. Коллектив авторов И.В. Левченко, А.Р. Садыкова, Д.Б. Абушкин и др. в работе «Особенности подготовки по программированию будущих учителей информатики» верно указывают, что «...программирование как объект изучения и как средство обучения должно постоянно присутствовать при подготовке будущих учителей информатики. Любые учебные курсы, связанные с программированием, должны иметь профессионально-педагогическую направленность, позволять студентам получать опыт практической деятельности, а также готовить их к самостоятельному освоению знаний и умений в профессионально-предметной области» [9, с. 344]. В то же время они подчеркивают: «...важно учитывать, что учитель информатики не должен быть профессиональным программистом, а следовательно, в программе подготовки больше внимания должно уделяться методическим вопросам, связанным с преподаванием алгоритмизации и программирования...» [9, с. 343]. Исходя из этого, разрабатываемые студентами педагогические средства с использованием языка программирования и технологий ИИ не обязательно должны быть полностью законченным программным продуктом, который без доработок можно внедрять в педагогический процесс. Важны прежде всего

опыт практической деятельности и самостоятельность поиска решения поставленных задач.

Автором в рамках дисциплины «Технологии искусственного интеллекта», реализующейся в Новосибирском государственном педагогическом университете, а также в рамках курсовых и дипломных работ для будущих учителей информатики и IT-специалистов в сфере образования предлагается разработка проектов по применению технологий ИИ в качестве педагогических средств. Проекты предполагают разработку приложения (на языке программирования Python, Java и др.), потенциально полезного в образовательном процессе.

Примеры проектов по применению технологий ИИ в качестве педагогических средств с использованием языка программирования

Рекомендательная система для формирования профильных классов/групп для элективных занятий. Система осуществляет кластеризацию данных об обучающихся с помощью алгоритма k -средних на основе их отметок по дисциплинам и интересам. Полученные кластеры используются для получения информации для формирования профильных классов с примерно равной наполняемостью и групп для элективных занятий в соответствии с интересами обучающихся. Разработанная модель машинного обучения позволяет при необходимости определить для нового обучающегося подходящий для него класс или подходящую группу. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки Pandas для загрузки и обработки табличных данных, Scikit-learn (классы PCA, KMeans), Matplotlib для построения графиков и диаграмм.

Автоматизированная система проверки тестовых заданий с использованием компьютерного зрения. Система распознает выбранные (закрашенные/заштрихованные) ответы на отсканированном специально разработанном бланке (аналог бланков для государственной итоговой аттестации) и сохраняет результаты в электронную таблицу. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, OpenCV (методы поиска цвета, контуров).

Приложение для подсчета людей в аудитории. Программа обнаруживает лица людей на фотографиях и в реальном времени с использованием веб-камеры выводит количество людей на экран, а также в файл с заданной частотой, отмечая время. Дополнительный режим – установка зон для подсчета в кадре. Приложение наиболее полезно при работе в поточной аудитории: позволяет быстро получить представление о количестве присутствующих студентов, в частности, в той или иной группе (особенно

если они рассаживаются по определенным рядам). Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, OpenCV (модуль DNN).

Приложение для случайного выбора человека в аудитории. Программа обнаруживает лица людей в реальном времени с использованием веб-камеры и при нажатии на кнопку выбирает случайного человека, выделяя его рамкой специально выбранного цвета. Может быть применена для непредвзятого выбора обучающегося для ответа на задание учителя. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, OpenCV (каскады Хаара или модуль DNN).

Приложение для контроля внимания обучающегося при выполнении им задания на компьютере. Программа распознает поворот головы человека, сидящего перед монитором, с помощью веб-камеры и сообщает об этом. Ключевыми настройками являются расстояние от лица до монитора и степень чувствительности (насколько сильно можно повернуть голову в сторону). Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, OpenCV + Dlib или MediaPipe для распознавания ключевых точек лица.

Приложение для распознавания лиц обучающихся, вошедших в аудиторию, с системой регистрации. Система состоит из двух приложений: приложения для регистрации обучающегося, которое делает несколько снимков его лица и сохраняет информацию о нём в базу данных, и приложения для обнаружения лица в реальном времени и идентификации обучающегося на основе полученного снимка с камеры и информации из базы данных. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, Pandas, Tkinter или PyQt для создания графического интерфейса пользователя, OpenCV + Dlib или MediaPipe для распознавания ключевых точек лица.

Приложение для обучения танцам по видео. Позволяет загрузить видеоролик, регулировать скорость его воспроизведения, осуществлять его остановку в нужный момент и перемотку кадров. При этом программа распознает ключевые точки позы танцующего человека (или нескольких человек) в кадре и выделяет точки на правой и левой половинах тела различными цветами. Фон может быть изменен на размытый, черно-белый, полностью черный или белый (остаются только ключевые точки тела, чтобы фон не отвлекал от восприятия движений). Приложение может быть полезно для изучения «иллюзорных» танцевальных стилей. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, Tkinter или PyQt для создания графического интерфейса пользователя, Pillow, OpenCV для обработки кадров видео, MediaPipe для распознавания ключевых точек тела в кадре.

Приложение для проведения физкультминутки в игровой форме. С помощью технологии трекинга объектов и веб-камеры отслеживается перемещение выбранной части тела человека или какого-либо предмета, который он держит. Игрок, управляя с помощью своих движений виртуальным игровым персонажем, должен провести этого персонажа через лабиринт, не касаясь стен. Лабиринты создаются такими, чтобы максимально стимулировать двигательную активность игрока. Основные настройки приложения: чувствительность к движениям человека (насколько небольшим должно быть движение, чтобы на него отреагировал игровой персонаж и тоже сдвинулся с места) и скорость движения виртуального персонажа. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, OpenCV для захвата видеопотока и трекинга, Dlib для трекинга (на усмотрение студента), PyGame для создания игры.

Чат-бот для тренировки решения задач по теме «Измерение информации». Чат-бот для Telegram или другого мессенджера/социальной сети, который, анализируя запрос пользователя, предлагает ему задачу по теме «Измерение информации» со случайно сгенерированными числовыми значениями и проверяет правильность ответа. Чат-ботом предлагаются следующие разновидности задач: перевод единиц измерения информации, вероятностный подход к измерению информации, алфавитный подход к измерению текстовой информации, измерение графической информации, измерение звуковой информации. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NumPy, NLTK для предобработки текстового запроса, Rymorphy2 или Rymorphy3 для лемматизации слов на русском языке, Scikit-learn для векторизации текста, Telebot или другая библиотека для создания чат-бота.

Приложение для проверки правильности произношения слов на английском языке. Пользователю демонстрируется текст на английском языке, который требуется прочитать. Далее пользователя просят прочитать этот текст в микрофон. Приложение вычисляет количество верно прочитанных (распознанных нейросетью в процессе говорения) слов и выводит слова, в которых были допущены ошибки. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки SpeechRecognition для распознавания речи, NLTK для токенизации текста, PyAudio для работы с микрофоном.

Приложение для голосового управления презентацией. Пользователь произносит специальные команды в микрофон для перехода на следующий или предыдущий слайд и остановки презентации. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки SpeechRecognition для распознавания речи, PyAudio для работы с микрофоном, PyAutoGUI для виртуального нажатия на клавиши клавиатуры, Comtypes для запуска презентации PowerPoint.

Мобильное приложение для незрячих и слабовидящих, позволяющее распознавать и называть голосом объекты в аудитории. Пользователь наводит камеру в сторону какого-либо специального объекта в учебной аудитории (брайлевской клавиатуры, читающей машины, стационарного видеоувеличителя и т.п.), а приложение с помощью синтезатора речи называет этот объект. В качестве дополнительной функции может быть разработана система определения примерного расстояния до объекта. Основные инструменты для разработки: язык Java, библиотеки TensorFlow-Lite для запуска нейронной сети и распознавания объектов (TensorFlow-модель может быть обучена с помощью онлайн-сервиса Google Teachable Machine), TextToSpeech для синтеза речи.

Программа для автоматизации генерации набора иллюстраций к тексту. Может быть реализована в формате блокнота (Jupyter Notebook) с набором скриптов. В программу загружается файл с текстом, который разделяется на предложения. Для каждого предложения генерируется иллюстрация с помощью модели Stable Diffusion. Основные инструменты для разработки: язык Python, библиотеки NLTK для разделения текста на предложения, Diffusers для работы с моделью Stable Diffusion, Matplotlib для вывода массива изображений.

Заключение

Представленные примеры студенческих проектов по программированию отражают практико-ориентированный подход к обучению применению технологий искусственного интеллекта в качестве педагогических средств. Разработанные студентами педагогического вуза приложения могут не отвечать всем требованиям к полноценному программному продукту, но важно, чтобы проекты были защищены обучающимися, желательно в устной форме, особенно в эпоху генеративного ИИ, который уже способен написать работающую программу по запросу вместо студента.

Список библиографических ссылок (на языке оригинала)

1. Лызь Н.А., Компаниец В.С., Лызь А.Е. Системы искусственного интеллекта в сопровождении обучения и развития студентов. *Педагогика информатики*. 2023; 1-2:48-59.

2. Григорьев С.Г., Аникьева М.А. Повышение эффективности применения технологий генеративного искусственного интеллекта в образовательной деятельности. *Информатика и образование*. 2024; 39(3):5-15. DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-5-15

3. Гриншкун В.В., Шунина Л.А. Искусственный интеллект в образовательной деятельности и подготовке педагогов: необходимость исследований. *Информатизация*

образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы VII Международной научной конференции. Красноярск, 2023. С. 1056-1059.

4. Башкина Е.С., Лебедева М.Ю., Обухова Т.М., Родионова К.Е. Анализ педагогических практик применения искусственного интеллекта в образовании (на материале методического хакатона). *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании.* Материалы VII Международной научной конференции. Красноярск, 2023. С. 986-991.

5. Самарина А.Е. Возможности использования искусственного интеллекта в работе учителя. *Развитие научно-технического творчества детей и молодежи.* Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров, 2024. С. 237-241.

6. Гафуанов Я.Ю., Поднебесова Г.Б. Формирование профессиональной ИКТ-компетентности при обучении программированию будущих учителей информатики и IT-специалистов. *Вестник Томского государственного университета.* 2020; 455:175-182. DOI: 10.17223/15617793/455/24

7. Розов К.В. Формирование профессиональной готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта. *Информатика и образование.* 2022; 37(2):50-63. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63

8. Барамзина С.А. Некоторые подходы к определению понятия «Средство обучения». *Интеграция образования.* 2006; 45(4):52-55.

9. Левченко И.В., Садыкова А.Р., Абушкин Д.Б., Карташова Л.И., Кондратьева В.А., Моисеев В.П. Особенности подготовки по программированию будущих учителей информатики. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования».* 2021; 18(4):337-346. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-4-337-346

References (на английском языке)

1. Lyz' N.A., Kompaniec V.S., Lyz' A.E. Sistemy iskusstvennogo intellekta v soprovozhdenii obucheniya i razvitiya studentov [Artificial intelligence systems in supporting student learning and development]. *Pedagogy of Computer Science.* 2023; 1-2:48-59. (In Russian)

2. Grigor'ev S.G., Anik'eva M.A. Povyshenie effektivnosti primeneniya tekhnologij generativnogo iskusstvennogo intellekta v obrazovatel'noj deyatel'nosti [Generative artificial intelligence application enhancement in educational activities]. *Informatics and Education.* 2024; 39(3):5-15. (In Russian). DOI: 10.32517/0234-0453-2024-39-3-5-15

3. Grinshkun V.V., Shunina L.A. Iskusstvennyj intellekt v obrazovatel'noj deyatel'nosti i podgotovke pedagogov: neobhodimost' issledovanij [Artificial intelligence in educational activities and teacher training: the need for research]. *Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronno obucheniya: cifrovye tekhnologii v obrazovanii*. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Krasnoyarsk, 2023. P. 1056-1059. (In Russian)

4. Bashkina E.S., Lebedeva M.Yu., Obuhova T.M., Rodionova K.E. Analiz pedagogicheskikh praktik primeneniya iskusstvennogo intellekta v obrazovanii (na materiale metodicheskogo hakatona) [Analysis of pedagogical practices of artificial intelligence application in education (on the material of methodological hackathon)]. *Informatizaciya obrazovaniya i metodika elektronno obucheniya: cifrovye tekhnologii v obrazovanii*. Materialy VII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii. Krasnoyarsk, 2023. P. 986-991. (In Russian)

5. Samarina A.E. Vozmozhnosti ispol'zovaniya iskusstvennogo intellekta v rabote uchitelya [The use of artificial intelligence in education]. *Razvitie nauchno-tekhnicheskogo tvorchestva detej i molodezhi*. Sbornik materialov VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov, 2024. P. 237-241. (In Russian)

6. Gafuanov Ya.Yu., Podnebesova G.B. Formirovanie professional'noj IKT-kompetentnosti pri obuchenii programirovaniyu budushchih uchitelej informatiki i IT-specialistov [The formation of professional ict-competence in teaching programming to future teachers of informatics and it-experts]. *Tomsk State University Journal*. 2020; 455:175-182. (In Russian). DOI: 10.17223/15617793/455/24

7. Rozov K.V. Formirovanie professional'noi gotovnosti budushchikh uchitelei informatiki k primeneniyu tekhnologii iskusstvennogo intellekta [Formation of professional readiness of future informatics teachers for using artificial intelligence technologies]. *Informatics and Education*. 2022; 37(2):50-63. (In Russian). DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63

8. Baramzina S.A. Nekotorye podkhody k opredeleniyu ponyatiya «Sredstvo obucheniya» [Defining the term "means of education"]. *Integration of Education*. 2006; 45(4):52-55. (In Russian)

9. Levchenko I.V., Sadykova A.R., Abushkin D.B., Kartashova L.I., Kondrat'eva V.A., Moiseev V.P. Osobennosti podgotovki po programirovaniyu budushchih uchitelej informatiki [Features of programming training of future teachers of informatics]. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2021; 18(4):337-346. (In Russian). DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-4-337-346