

Научная статья

УДК 378+004.8:004.9

DOI: 10.15293/1812-9463.2204.11

Специфика дистанционного обучения студентов педагогических специальностей предмету «Технологии искусственного интеллекта»

Шрайнер Борис Александрович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Розов Константин Владимирович

*Новосибирский государственный педагогический университет,
г. Новосибирск, Россия*

Аннотация. Технологии искусственного интеллекта являются одними из приоритетных направлений, способствующих прогрессу общества. Это обуславливает необходимость изучения подобных технологий уже на уровне среднего образования. При этом очевидна нехватка подготовленных в данной области педагогов, что приводит к потребности включения соответствующих элементов в содержание профессиональной подготовки студентов педагогических специальностей с целью формирования у них навыков работы с современными технологиями искусственного интеллекта. В статье описывается опыт дистанционного обучения студентов по дисциплине «Технологии искусственного интеллекта» в Новосибирском государственном педагогическом университете. Организация учебного процесса по изучению технологий искусственного интеллекта предполагает применение технологий дистанционного обучения, которые обеспечивают возможность выполнения обучающимися практических заданий в собственном темпе, быстрое обновление устаревающей информации, интеграцию с облачными сервисами. Приведено описание двух различных подходов к профессиональной подготовке будущих учителей в области искусственного интеллекта. Представлены элементы содержания учебного курса по искусственному интеллекту.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, искусственный интеллект, дистанционное обучение, электронное обучение, подготовка учителей, анализ данных, машинное обучение, компьютерное зрение, обработка естественного языка.

Для цитирования: Шрайнер Б. А., Розов К. В. Специфика дистанционного обучения студентов педагогических специальностей предмету «Технологии искусственного интеллекта» // Вестник педагогических инноваций. – 2022. – № 4 (68). – С. 122–132. DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2204.11>

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства просвещения РФ в рамках исполнения государственного задания № 073-03-2022-037 от 13.01.2022 г. по проекту «Цифровая трансформация образования: разработка, апробация моделей внедрения дистанционного обучения в образовательных организациях всех уровней образования».



Original article

Specifics of Distance Learning for Students of Pedagogical Specialties Subject “Artificial Intelligence Technology”

Boris A. Shrayner

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Konstantin V. Rozov

Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Abstract. Artificial intelligence technologies are one of the priority areas that contribute to the progress of society. This necessitates the study of such technologies already at the level of secondary education. At the same time, there is an obvious shortage of teachers trained in this field, which leads to the need to include relevant elements in the content of professional training of students of pedagogical specialties in order to develop their skills in working with modern artificial intelligence technologies. The article describes the experience of distance learning of students in the discipline “Artificial Intelligence Technologies” at the Novosibirsk State Pedagogical University. The organization of the educational process for the study of artificial intelligence technologies involves the use of distance learning technologies that provide the opportunity for students to complete practical tasks at their own pace, quickly update outdated information, and integrate with cloud services. Two different approaches to the professional training of future teachers in the field of artificial intelligence are described. Elements of the content of the training course on artificial intelligence are presented.

Keywords: artificial intelligence technology, artificial intelligence, distance learning, e-learning, teacher training, data analysis, machine learning, computer vision, natural language processing.

For Citation: Shrayner B. A., Rozov K. V. Specifics of Distance Learning for Students of Pedagogical Specialties Subject “Artificial Intelligence Technology”. *Journal of Pedagogical Innovations*, 2022, no. 4 (68), pp. 122–132. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.15293/1812-9463.2204.11>

Financing. The study was supported by the Ministry of Education of the Russian Federation as part of the execution of state task no. 073-03-2022-037 dated 01/13/2022 under the project “Digital Transformation of Education: Development, Approbation of Distance Learning Models in Educational Organizations of All Subsequent Educations”.

Введение

Потребность в специалистах по искусственному интеллекту (ИИ) достаточно высока: об этом говорит тот факт, что конкуренция за вакансии в области ИИ с января по март 2022 г. находилась на очень низком уровне – менее двух кандидатов на место при среднем показателе конкуренции в IT-индустрии – три кандидата на место [6]. IT-отрасль

в России начинает испытывать кадровый голод: по оценке Альянса в сфере искусственного интеллекта, на данный момент самым крупным компаниям не хватает до 4 тысяч специалистов в области ИИ и анализа больших данных [12]. С учетом массовости применения ИИ в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и образовании можно предположить, что эта нехватка будет только



увеличиваться в будущем. Поэтому целесообразно системно и как можно скорее вводить обучение ИИ в различных форматах на все уровни общего образования. Для использования ИИ в сфере образования преподавателям и администрации образовательных организаций необходимо приобретать новые компетенции в области технологий ИИ. На это указывается и в работах ряда исследователей и практикующих педагогов [1; 2; 13].

Уже сейчас стало понятно, что большинство учителей информатики не готовы учить обучающихся ИИ, например в форме элективных/факультативных курсов или кружков. Складывается ситуация, когда учителя после прохождения курсов повышения квалификации по ИИ отказываются вести внеурочную деятельность и проводить разовые мероприятия по этой теме. Причины здесь довольно просты: чтобы начать преподавать такую сложную тему, как ИИ, действующему учителю требуется много времени и желание для того, чтобы понять, как вести занятия, чему учить и как учить. Наблюдается недостаток апробированных и общедоступных материалов по ИИ, пригодных для осуществления соответствующей образовательной деятельности в школе.

Однако есть уже и результаты в этом направлении, в том числе в контексте пересмотра элементов содержания школьного курса информатики [4; 15]. Для заинтересованных школьников и учителей проводятся олимпиады по ИИ, например подготовленная Министерством просвещения Российской Федерации в 2021 г. «Всероссийская олимпиада по искусственному интеллекту» для обучающихся 8–11 классов [3]. А. В. Левченко, А. Р. Садыкова, Д. Б. Абушкин и др. разработали и представили в 2021 г. образовательные модули по ИИ для общеобразовательного курса информатики [5]. Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова активно занимают-

ся внедрением курсов по ИИ и анализу данных на уровне среднего общего образования [16]. Крупные ИТ-компании совместно с вузами также осуществляют деятельность по знакомству школьников с технологиями ИИ посредством таких проектов, как «AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта» [19] и «Урок Цифры» [17]. Авторами данной статьи разработаны и опубликованы учебное пособие [18] и практикум [9] по ИИ для работы со студентами педагогических вузов и школьниками.

В условиях пандемии COVID-19 особую значимость приобретает дистанционный формат обучения студентов, востребованным является и комбинированный формат, когда часть студентов присутствует очно, а часть дистанционно (например, из-за географической удаленности), что может быть особенно важно для студентов заочной формы обучения. Дистанционный синхронный формат подразумевает не только удаленный формат, но и специфическую организацию учебных материалов, специфический формат сдачи и проверки заданий. Очную форму организации обучения можно дополнять дистанционным форматом, что будет способствовать более плотному контакту с учебным материалом, обеспечит возможность проведения дистанционных консультаций (например, по вопросам, связанным с выполнением лабораторных работ или проектов) вне учебного плана.

При организации учебного процесса мы придерживаемся следующего: в качестве базового выступает процесс обучения с использованием дистанционных образовательных технологий (подразумеваются как синхронные, так и асинхронные активности), а очный процесс обучения организован как естественное продолжение дистанционного. Кроме того, имеется изначальное представление, что тема ИИ – сложная и доступ-



ная немногим. Далеко не все будут заниматься созданием систем ИИ, нужно еще и обучать пользователей ИИ, которые пусть глубоко и не понимают, как он работает, но в целом будут иметь представления о том, как подобные системы разрабатываются, что внутри, что ИИ может, а что нет. То есть возможен «гуманитарный» подход к изучению ИИ, он может быть довольно массовым, когда темы ИИ рассматриваются не только на уроках информатики, но и в рамках любых других учебных предметов. ИИ может изучаться даже на уровне начальной школы.

В настоящее время ситуация такова, что есть учителя информатики, но они не владеют глубокими знаниями по ИИ, есть действующие специалисты по ИИ, которые разбираются в теме, но не имеют навыков преподавания или часто не имеют возможности и желания учить школьников и учителей этому. По этой причине важно включить в процесс обучения студентов педагогических специальностей (в первую очередь связанных с информатикой) такие элементы содержания, в том числе в рамках различных учебных дисциплин, которые бы дали информацию будущим учителям о том, чему и как учить в сфере ИИ. Полученный студентами опыт в процессе прохождения курса «Технологии искусственного интеллекта» даст ответы на эти вопросы, поскольку они сами пройдут путь обучающихся и будут знать, как выглядит обучение ИИ, что это вполне возможно и не трудно. Таким образом, проблема решится системно: в образовательной сфере произойдет смена поколений и в каждой школе будет по меньшей мере один молодой учитель информатики, понимающий, как обучать технологиям ИИ.

Принципы обучения будущих учителей технологиям ИИ

Наш опыт обучения студентов технологиям ИИ позволил сформулировать его основные принципы.

1. Актуальность содержания текущим реалиям. То есть нет особого смысла глубоко изучать логическое программирование (язык Prolog) и экспертные системы, если на данный момент они не так актуальны по сравнению с применением языка программирования Python и библиотек для реализации технологий ИИ, анализа и представления данных (NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, TensorFlow/Keras, PyTorch, OpenCV и др.) [7; 16].

2. Практическая направленность изучаемого материала и проектная деятельность: фокус смещается с теории, которая, безусловно, нужна, но не является приоритетной, на опыт разработки мини-проектов по ИИ, индивидуальных или групповых итоговых проектов с использованием специализированных программных библиотек и сервисов. Как справедливо отмечает А. А. Салахова, «искусственный интеллект может рассматриваться в индивидуальном исследовательском проекте и как наука, а не технология, однако это отчасти ограничивает выбор тематики обучающимся. Быстрое развитие фреймворков и языков программирования, специальных инструментов с дружественным для непрограммистов интерфейсом позволяет свободно их использовать, имея лишь базовое представление о принципах работы интеллектуальных систем» [14, с. 209]. Такие проекты связаны с разработкой систем ИИ для решения каких-либо социальных проблем, в том числе в сфере образования, или учебного материала по ИИ для проведения занятий в школе. Разработка проекта по выбранной теме даст студенту возможность погрузиться в интересную для него тему глубже, стать в ней условно специалистом, увидеть дальнейшие пути развития в соответствующей области или смежных областях.

3. Обучать так же, как и в школе, но на более углубленном уровне. В этом



случае содержание занятий, формы и методы обучения позволяют будущим учителям побыть в роли учеников и понять, таким образом, приемы обучения ИИ.

4. Баланс сложности и глубины: с одной стороны, теоретические представления и практический опыт должны быть достаточными для уверенного понимания студентами темы и в дальнейшем для разработки проектов по ИИ, с другой – эта глубина и сложность должны быть посильны студенту среднего (а возможно, даже ниже среднего) уровня подготовки.

5. Участие в конкурсах, соревнованиях и конференциях, грантах. По ИИ проводятся разнообразные мероприятия, поэтому если получился действительно интересный и перспективный проект, то его автор может в дальнейшем участвовать в различных активностях, продолжать работу над этим проектом. Опыт участия в различных активностях может также помочь ему в вовлечении будущих учеников в проектную деятельность, связанную с ИИ.

6. Системная, удобная и понятная организация учебных материалов (в том числе и возможность получения доступа к ним), четкие критерии оценивания.

Организация учебного процесса по предмету «Технологии искусственного интеллекта», по нашему убеждению, может (и должна) быть осуществлена так, чтобы в любой момент была возможность перейти на дистанционный формат. Сами материалы и формы организации процессов должны иметь достаточную вариативность, чтобы обучающиеся могли работать в своем темпе. При этом должна быть некоторая избыточность, например дополнительные материалы в виде ссылок на различные источники, в том числе на онлайн-ресурсы.

Подходы к обучению студентов технологиям ИИ

Нами опробованы два концептуально разных подхода к обучению студентов

предмету «Технологии искусственного интеллекта». Оба подхода имеют свою специфику и довольно сильно отличаются организационно, при этом выбор одного из них зависит от стиля преподавания и предыдущего опыта преподавателя.

Подход 1. Практические занятия по работе с блоками Jupyter Notebook и проектная деятельность.

Идея подхода заключается в выстраивании связки онлайн-сервисов Google Класс + Google Colab + Google Диск. Как правило, на практических занятиях применяются блокноты Jupyter Notebook, открываемые в Google Colab, которые являются аналогом рабочих тетрадей. Студенты открывают приложенные к заданиям в Google Классе блокноты, сохраняют копию на диске и работают в ней. Таких блокнотов на одном занятии может быть 1 и более, каждый посвящен некоторой законченной теме. В блокноте представлена теория в виде текстовых ячеек (там могут быть также размещены формулы, видео, ссылки), в кодовых ячейках студенты запускают примеры, выполняют задания. Таким образом, в течение практического занятия студенты идут по блокнотам снизу-вверх вместе с преподавателем или в своем темпе. Если студенты не успевают что-то сделать на занятии в блокноте, то это становится их домашним заданием (хотя основное домашнее задание – это работа над проектом), если успевают выполнить раньше времени, то в конце блокнота есть дополнительные задания. Выполненный блокнот студенты сдают в Google Классе, прикладывая его к конкретному заданию, что облегчает дальнейшую проверку преподавателем.

В случае, если необходимо использовать необлачную (офлайн) среду разработки, например для работы с веб-камерой, с открытием окон с выводом изображения интерфейса или необхо-



димостью работать локально, обычно используется пакет программ Anaconda, включающий в себя среду программирования Spyder.

Занятия идут так, что студенты сразу оценивают получаемый образовательный материал и определяют, интересна ли им эта технология и подходит ли она для их проекта.

Принципиально важным моментом является то, что занятия записываются (скринкаст, запись экрана преподавателя) и что трансляция экрана доступна студентам в реальном времени, т. е. они могут смотреть, что делает преподаватель (в том числе на очном занятии) на втором мониторе/устройстве либо могут разделить экран и свой рабочий браузер со средой разработки на половину или большую часть экрана, а трансляцию преподавателя – на меньшую часть экрана. Это позволяет решить на очном занятии проблему плохого зрения обучающихся, кроме того, это довольно удобно – студентам не нужно поворачивать голову, чтобы видеть, что делает преподаватель, и тут хорошо работает правило «делать как я» (если это касается именно очного занятия).

Для закрепления теоретических аспектов, изучаемых на лекционных занятиях, кроме их повторения на практике (внутри блокнота), на последующих лекциях используются синхронные викторины <https://quizizz.com>. Они позволяют не только оценить уровень понимания (или непонимания) теоретических моментов для более подробного обсуждения, но и добавить игровые аспекты, что позволяет сделать лекционный формат более интересным и мотивировать студентов к более активному участию в учебном процессе.

К завершению курса студенты готовят и защищают итоговые проекты по ИИ. Примером подобного выполненного проекта может быть мобильное

приложение BusNumberApp, которое помогает слабовидящим узнать номер подъезжающего автобуса. Подробности о том, как работает это приложение и какие технологии там используются представлены в публикации [8].

Подход 2. Выполнение лабораторно-практических работ, оформление отчетов об их выполнении и устная защита. Индивидуальные траектории обучения. Балльная система оценивания.

В рамках практических занятий студенты выполняют лабораторно-практические работы, каждая из которых представляет собой пример самостоятельного мини-проекта по ИИ и может служить основой для собственного проекта. Лабораторно-практические работы размещены в системе электронного обучения вуза и включают в себя 3 блока: вводный, содержащий информацию о необходимых программных средствах, методах и технологиях ИИ; обучающий – пошаговая инструкция по выполнению базовой части работы с подробными пояснениями задействованных конструкций языка программирования и функций библиотек, графическими иллюстрациями; задания для самостоятельной работы – учебные задания репродуктивного, продуктивного и творческого характера по доработке базовой программы или созданию других программ, экспериментов с изучаемыми инструментами и технологиями ИИ. Размещение учебных материалов по ИИ в системе электронного обучения позволяет быстро обновлять устаревающую информацию или добавлять новую (обновление версий актуальных библиотек, добавление особенностей работы новых функций из библиотек, добавление новых заданий и др.), прикреплять к лабораторно-практическим работам гиперссылки на внешние ресурсы (хостинги проектов, архивы наборов данных, онлайн-сервисы и др.) или дополнительные файлы

(модели машинного обучения, изображения, видеоролики и др.).

В ходе выполнения лабораторно-практической работы студенты оформляют отчет, в котором отражают формулировки заданий для самостоятельной работы, программный код, скриншоты полученных результатов, выводы. Отчет прикрепляется в системе электронного обучения, что позволяет преподавателю проверить его дистанционно. Завершается выполнение устной защитой, в рамках которой студент представляет результаты и отвечает на вопросы преподавателя.

Лабораторно-практические работы разделены на 3 ключевые темы: «Интеллектуальный анализ данных» («Машинное обучение и анализ данных»), «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка». Дополнительной темой является «Игровой искусственный интеллект». Каждый студент может выбрать интересные для себя лабораторно-практические работы по любой из тем и выполнять их в произвольном порядке. Для профильных специальностей (будущих учителей информатики) может быть установлено дополнительное условие: выполнение не менее одной работы по каждой из ключевых тем. Оцениваются лабораторно-практические работы различным количеством баллов в зависимости от их сложности и/или трудоемкости. Количество баллов для получения зачета или определенной экзаменационной оценки (на экзамене предполагается также ответ на теоретический вопрос) определяется преподавателем на основе количества часов, выделенных на дисциплину, формы обучения и профильности направлений подготовки студентов.

Еще одним условием успешной итоговой аттестации по дисциплине для профильных специальностей может являться разработка студентами учебных

заданий или конспектов уроков по применению технологий ИИ.

Результативность второго подхода отражена в статье «Формирование профессиональной готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта» [10]. Опыт модификации и реализации данного подхода для подготовки будущих педагогов математического и экономического профилей представлен в работе [11].

Содержание обучения технологиям ИИ

Нами разработана структура, согласно которой последовательно (при подходе 1) или частично произвольно (при подходе 2) изучаются темы ИИ. Некоторые темы изучаются в несколько заходов, предполагая с каждым следующим заходом более глубокое погружение в учебный материал.

Представленная структура является «программой максимум», т. е. некоторые разделы могут быть не опробованы на практике, если в курсе небольшое количество академических часов (например, у студентов заочного обучения).

1. Введение в искусственный интеллект.

Понятие ИИ. История ИИ. Сильный и слабый ИИ. Виды ИИ. Этические вопросы ИИ. ИИ в промышленности, медицине, сельском хозяйстве, образовании.

2. Анализ данных.

Введение в анализ данных. Библиотека Pandas для работы с табличными данными. Библиотека Matplotlib для визуализации данных. Мини-проект по анализу данных.

3. Машинное обучение.

Введение в машинное обучение. Обучение с учителем. Библиотека NumPy. Моделирование искусственного нейрона. Библиотека Scikit-learn. Задачи классификации. Задачи регрессии. Модель k-ближайших соседей. Модель: дерево



решений. Ансамбли: беггинг (на примере случайного леса), градиентный бустинг (библиотека CatBoost). Модель: случайный лес. Обучение без учителя: задачи понижения размерности, задачи кластеризации. Недообучение и переобучение. Обучение с подкреплением. Глубокое обучение: библиотека Tensroflow/ Keras. Мини-проект по машинному обучению.

4. Компьютерное зрение.

Введение в компьютерное зрение. Библиотека OpenCV. Базовые операции с изображениями. Библиотека NumPy для матричных операций с изображениями. Бинаризация изображения. Контур. Обнаружение и распознавание объектов (лиц, животных, транспорта и др.). Машинное обучение в компьютерном зрении. Готовые модели и фреймворки компьютерного зрения (на примере MediaPipe и ImageAI). Генеративные модели компьютерного зрения. Мини-проект по компьютерному зрению.

5. Обработка естественного языка.

Введение в обработку естественного языка. Библиотека NLTK для NLP. Технологии для организации чат-ботов. Создание навыков голосовых помощников. Генерация текстов. Распознавание и синтез речи. Библиотеки SpeechRecognition и Pytsx3.

6. Рекомендательные системы.

Введение в рекомендательные системы. Рейтинговая рекомендательная система. Контентная рекомендательная система. Коллаборативная рекомендательная система.

7. Проектная деятельность по ИИ.

Специфика проектов по ИИ. Этапы разработки проектов. Разбор кейсов успешных проектов по ИИ. Презентация проектов. Консультирование по проектам.

8. Обучение ИИ.

Содержание обучения ИИ в среднем образовании. Основные приемы обучения ИИ. Проектная деятельность школьников по ИИ.

Выводы

Обучение технологиям ИИ студентов педагогических специальностей имеет большую важность в ситуации недостаточного количества специалистов в сфере ИИ. Целесообразно базу обучения строить на основе дистанционных форматов обучения, при этом очный процесс может быть логичным продолжением дистанционного. Могут эффективно применяться различные подходы к обучению студентов предметам, связанным с ИИ, при этом констатируем, что цель, содержание и стиль обучения предмету «Технологии искусственного интеллекта» студентов педагогических специальностей на данный момент уже логично выстроены и апробированы.

Список источников

1. *Брызгалова Е. В.* Искусственный интеллект в образовании. Анализ целей внедрения // Человек. – 2021. – Т. 32, № 2. – С. 9–29. DOI: <https://doi.org/10.31857/S023620070014856-8>

2. *Гамбеева Ю. Н., Глотова А. В.* Искусственный интеллект как часть концепции современного образования: вызовы и перспективы // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2021. – № 10. – С. 10–16.

3. *Григорьев С. Г., Калинин И. А., Самылкина Н. Н.* Система заданий для первой всероссийской олимпиады школьников по искусственному интеллекту // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, № 3. – С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-3-12-20>

4. *Левченко И. В.* Содержание обучения элементам искусственного интеллекта в школьном курсе информатики // Информатика в школе. – 2020. – № 4. – С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-4-3-10>



5. Методические рекомендации по обучению искусственному интеллекту в основной школе. – М.: Образование и Информатика, 2021. – 48 с.
6. Нейросетям требуются мозги [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5304295> (дата обращения: 22.08.2022).
7. Некрасова И. И., Розов К. В., Шрайнер Б. А. Перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта в сфере высшего и общего образования // Сибирский педагогический журнал. – 2021. – № 3. – С. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2103.02>
8. Казачанская М. Ю., Гордиенко П. Р., Гончаров И. О., Шрайнер Б. А. Разработка мобильного приложения компьютерного зрения для помощи слабовидящим // Цифровая трансформация и искусственный интеллект в образовании: сборник научных трудов международной научно-практической конференции в рамках международного форума «Высокие технологии, искусственный интеллект и роботизированные системы в образовании» (Новосибирск, 16–17 ноября 2021 г.). – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. – С. 141–145.
9. Розов К. В. Технологии искусственного интеллекта на языке Python 3: практикум. – 2-е изд., доп. и перераб. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. – 211 с.
10. Розов К. В. Формирование профессиональной готовности будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, № 2. – С. 50–63. DOI: <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63>
11. Розов К. В. Опыт дистанционной подготовки студентов заочной формы обучения, будущих педагогов математического и экономического профилей, в области технологий искусственного интеллекта // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы VI Международной научной конференции (Красноярск, 20–23 сентября 2022 г.): в 3 ч. Ч. 3. – Красноярск: Изд-во КГПУ им. В. П. Астафьева, 2022. – С. 304–308.
12. Российским компаниям не хватает четыре тысячи специалистов в области ИИ [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2021/02/11/rossijskim-kompaniiam-ne-hvataet-chetyre-tysiachi-specialistov-v-oblasti-ii.html> (дата обращения: 22.08.2022).
13. Садыкова А. Р., Левченко И. В. Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 201–209. DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209>
14. Салахова А. А. Прикладные вопросы искусственного интеллекта в индивидуальных проектах обучающихся // Информационные технологии в образовании. – 2020. – № 3. – С. 208–211.
15. Самылкина Н. Н., Калинин И. А. Новый взгляд на информатику: имитационное моделирование, искусственный интеллект и блокчейн в углубленном курсе информатики // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе: материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 22–26 апреля 2019 г.) / под ред. Л. Л. Босовой, Д. И. Павлова. – М.: Изд-во МПГУ, 2019. – С. 18–24.
16. Самылкина Н. Н., Салахова А. А. Обучение основам искусственного интеллекта и анализа данных в курсе информатики на уровне среднего общего образования: монография. – М.: Изд-во МПГУ, 2022. – 242 с.
17. Урок Цифры – всероссийский образовательный проект в сфере информационных технологий [Электронный ресурс]. – URL: <https://урокцифры.рф> (дата обращения: 22.08.2022).
18. Шрайнер Б. А., Розов К. В. Введение в искусственный интеллект: учебно-методическое пособие. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2021. – 101 с.



19. *AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта* [Электронный ресурс]. – URL: <https://ai-academy.ru/> (дата обращения: 22.08.2022).

References

1. Bryzgalina E. V. Artificial Intelligence in Education. Analysis of Implementation Goals. *Human*, 2021, vol. 32, no 2, pp. 9–29. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.31857/S023620070014856-8>
2. Gambееva Yu. N., Glotova A. V. Artificial Intelligence as a Part of the Concept of the Modern Education: Challenges and Prospects. *Proceedings of the Volgograd State Pedagogical University*, 2021, no 10. pp. 10–16. (In Russian)
3. Grigoriev S. G., Kalinin I. A., Samylkina N. N. The Task System for the First All-Russian Olympiad in Artificial Intelligence for Schoolchildren. *Informatics and Education*, 2022, vol. 37, no. 3. pp. 12–20. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-3-12-20>
4. Levchenko I. V. Content of Teaching the Elements of Artificial Intelligence in a School Informatics Course. *Informatics at School*, 2020, no. 4, pp. 3–10. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.32517/2221-1993-2020-19-4-3-10>
5. *Methodological recommendations for teaching artificial intelligence in basic school.* – Moscow: Obrazovanie i Informatika Publ., 2021, 48 p. (In Russian)
6. *Neural Networks Require Brains* [Electronic resource]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5304295> (date of access: 22.08.2022). (In Russian)
7. Nekrasova I. I., Rozov K. V., Schreiner B. A. Prospects for the Introduction of Artificial Intelligence Technologies in Higher And General Education. *Siberian Pedagogical Journal*, 2021, no. 3. pp. 20–27. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.15293/1813-4718.2103.02>
8. Kazachanskaya M. Yu., Gordienko P. R., Goncharov I. O., Shreiner B. A. Evelopment of a Mobile Computer Vision Application to Help the Visually Impaired. *Digital transformation and artificial intelligence in education: collection of scientific papers of the international scientific and practical conference as part of the international forum “High technologies, artificial intelligence and robotic systems in education”* (Novosibirsk, November 16–17, 2021). Novosibirsk: Publishing House of Novosibirsk State Pedagogical University, 2021, pp. 141–145. (In Russian)
9. Rozov K. V. *Artificial Intelligence Technologies in Python 3: workshop.* 2nd edition, supplemented and revised. Novosibirsk: Publishing House of Novosibirsk State Pedagogical University, 2021, 211 p. (In Russian)
10. Rozov K. V. Formation of Professional Readiness of Future Informatics Teachers for Using Artificial Intelligence Technologies. *Informatics and Education*, 2022, vol. 37, no. 2, pp. 50–63. (In Russian) DOI <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63>
11. Rozov K. V. Experience of Distance Training Students of Extramural Form of Study, Future Teachers of Mathematical and Economic Profiles, in the Field of Artificial Intelligence Technologies. *Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education: materials of the VI International Scientific Conference* (Krasnoyarsk, September 20–23, 2022): in 3 parts, part 3. Krasnoyarsk: Publishing House of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafieva, 2022, pp. 304–308. (In Russian)
12. *Russian companies lack four thousand AI specialists* [Electronic resource]. URL: <https://rg.ru/2021/02/11/rossijskim-kompaniiam-ne-hvataet-chetyre-tysiachi-specialistov-v-oblasti-ii.html> (date of access: 22.08.2022). (In Russian)
13. Sadykova A. R., Levchenko I. V. Artificial Intelligence as a Component of Innovative Content of General Education: Analysis of World Experience and Domestic Prospects // *Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of Education*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 201–209. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209>



14. Salakhova A. A. Applied Issues of Artificial Intelligence in the Expected Projects of Students. *Information Technologies in Education*, 2020, no. 3, pp. 208–211. (In Russian)

15. Samylkina N. N., Kalinin I. A. A New Look at Computer Science: Simulation, Artificial Intelligence, and Blockchain in an Advanced Computer Science Course. *Actual problems of methods of teaching informatics and mathematics in modern school: materials of the international scientific-practical Internet conference* (Moscow, April 22–26, 2019). Ed. L. L. Bosova, D. I. Pavlova. Moscow: Publishing House of Moscow Pedagogical State University, 2019, pp. 18–24. (In Russian)

16. Samylkina N. N., Salakhova A. A. *Teaching the Basics of Artificial Intelligence and Data Analysis in the Course of Computer Science at the Level of Secondary General Education*: monograph. Moscow: Publishing House of Moscow Pedagogical State University, 2022, 242 p. (In Russian)

17. *Lesson of Numbers – All-Russian Educational Project in the Field of Information Technology* [Electronic resource]. URL: <https://урокцифры.рф> (date of access: 22.08.2022). (In Russian)

18. Schreiner B. A., Rozov K. V. *Introduction to artificial intelligence*. Novosibirsk: Publishing House of Novosibirsk State Pedagogical University, 2021, 101 p. (In Russian)

19. AI-ACADEMY Academy of Artificial Intelligence [Electronic resource]. URL: <https://ai-academy.ru/> (date of access: 22.08.2022).

Информация об авторах

Шрайнер Борис Александрович – кандидат психологических наук, доцент кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-0480-1238>, boris.shrayner@gmail.com

Розов Константин Владимирович – старший преподаватель кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-5231-8035>, konstantin_dubrava@mail.ru

Information about the Author

Boris A. Shrayner – Candidate of Psychology Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-0480-1238>, boris.shrayner@gmail.com

Konstantin V. Rozov – Senior Lecturer of the Department of Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-5231-8035>, konstantin_dubrava@mail.ru

Поступила: 26.09.2022; одобрена после рецензирования: 24.11.2022; принята к публикации: 26.11.2022.

Received: 26.09.2022; approved after peer review: 24.11.2022; accepted for publication: 26.11.2022.

