

DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-50-63

# ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГОТОВНОСТИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

К. В. Розов<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия

✉ konstantin\_dubrava@mail.ru

## Аннотация

В статье представлены разработанные автором организационно-педагогические условия подготовки будущих учителей информатики к применению современных технологий искусственного интеллекта. Их реализация позволила модернизировать процесс освоения студентами технологий искусственного интеллекта через изменение содержания учебной дисциплины, направленное на формирование навыков и представлений будущего учителя информатики в области искусственного интеллекта, обеспечение включения в учебный процесс построения индивидуальных траекторий обучения. Приведены критерии и оценочно-диагностический инструментарий для определения уровня профессиональной готовности. Представлены основные результаты опытно-экспериментальной работы по апробации организационно-педагогических условий через реализацию авторского экспериментального практико-ориентированного курса «Технологии искусственного интеллекта», внедренного в образовательный процесс Новосибирского государственного педагогического университета. В эксперименте участвовали 127 студентов бакалавриата 3-го и 4-го курсов направлений 44.03.01 «Педагогическое образование» и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профилей: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование», «Математика и Информатика», «Физика и Информатика». Эксперимент проводился с 2018 по 2021 год (четыре учебных года) и показал эффективность использования выделенных организационно-педагогических условий для профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий искусственного интеллекта. Результаты исследования могут представлять интерес для преподавателей вузов, осуществляющих профессиональную подготовку студентов непрофильных специальностей в области искусственного интеллекта, и исследователей, изучающих вопросы профессиональной подготовки педагогов к применению технологий искусственного интеллекта в образовании.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка, искусственный интеллект, технологии искусственного интеллекта, учитель информатики, высокие технологии, Python.

## Для цитирования:

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

# FORMATION OF PROFESSIONAL READINESS OF FUTURE INFORMATICS TEACHERS FOR USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

K. V. Rozov<sup>1</sup> ✉<sup>1</sup> Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

✉ konstantin\_dubrava@mail.ru

## Abstract

The article presents the organizational and pedagogical conditions for training future informatics teachers for using modern artificial intelligence technologies. Their implementation made it possible to modernize the process of mastering artificial intelligence technologies by students through changing the content of the academic discipline, aimed at developing the skills and ideas of the future informatics teacher in the field of artificial intelligence, ensuring the inclusion in the educational process of creating individual learning trajectories. Criteria as well as evaluation and diagnostic tools for determining the level of professional readiness are given. The main results of experimental work on approbation of organizational and pedagogical conditions through the implementation of the author's experimental practice-oriented course "Artificial intelligence technologies", introduced into the educational process of Novosibirsk State Pedagogical University, are presented. The experiment involved 127 bachelor students of the 3rd and 4th years of the directions 44.03.01 "Pedagogical education" and 44.03.05 "Pedagogical education (with two training profiles)", profiles: "Informatics and Information and Communication Technologies", "Informatics and Information and Communication Technologies and Economic

Education”, “Mathematics and Informatics”, “Physics and Informatics”. The experiment was conducted from 2018 to 2021 (4 academic years) and showed the effectiveness of using the identified organizational and pedagogical conditions for the professional training of future informatics teachers in the use of artificial intelligence technologies. The results of the study may be of interest to university teachers who provide professional training for students of non-core specialties in the field of artificial intelligence, and researchers studying the issues of professional training of teachers in the application of artificial intelligence technologies in education.

**Keywords:** professional training, artificial intelligence, artificial intelligence technologies, informatics teacher, high tech, Python.

**For citation:**

Rozov K. V. 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

## 1. Введение

Технологические решения, основанные на методах искусственного интеллекта (ИИ), сегодня активно внедряются в различные отрасли экономики и другие сферы человеческой деятельности по всему миру. Это обусловлено потребностью человечества в обработке больших объемов данных, доступностью инструментов для разработок с использованием технологий ИИ и «сквозным» характером этих технологий [1]. Согласно Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в Российской Федерации, одной из основных задач развития ИИ является «повышение уровня обеспечения российского рынка технологий искусственного интеллекта квалифицированными кадрами и уровня информированности населения о возможных сферах использования таких технологий» [1]. На наш взгляд, решению данной задачи может способствовать подготовка квалифицированных в области ИИ педагогических кадров — будущих учителей информатики. Стремительное развитие технологий ИИ, растущая популярность востребованного сегодня в области ИИ языка программирования Python в школах [2, 3], появление и развитие открытых программных библиотек для языка Python, предоставляющих интерфейсы для реализации самых разных методов ИИ (методов конструирования и обучения искусственных нейронных сетей, «классических» и нейросетевых методов компьютерного зрения для обнаружения и классификации объектов на изображениях, методов распознавания и синтеза речи и т. д.), без необходимости специальной подготовки по математике и компьютерным наукам на уровне профильных вузов существенно расширили возможности для технического творчества, проектной деятельности школьников и студентов. Именно современный учитель информатики может стать транслятором для населения сведений о сферах применения технологий ИИ, информируя обучающихся о достижениях человечества в этой области. Население еще со школы будет осведомлено о возможностях, ограничениях, сферах и проблемах применения ИИ. Одной из проблем школьного курса информатики, как отмечает Е. К. Хеннер, является недостаточное внимание, уделяемое технологическим аспектам ИТ-профессий [4]. Учитель информатики может стать не просто информатором, а человеком, создающим базу для компетентностного развития будущих квалифицированных кадров в области технологий ИИ.

Сегодня необходимо готовить педагогов, способных не только познакомить обучающихся с возможностями и сферами применения технологий ИИ, но и организовать профориентационную и проектную деятельность с применением этих технологий, а также применять технологии ИИ в качестве педагогических средств.

## 2. Актуальность и проблема исследования

В то же время в результате анализа современного состояния профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области искусственного интеллекта (ИИ), представленного в нашей работе «О необходимости изменения содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области искусственного интеллекта» [5], было выявлено существенное отставание ее содержания от тенденций развития технологий ИИ. Кроме того, было выявлено, что дисциплины, связанные с ИИ, в педагогических вузах, как правило, являются дисциплинами по выбору, а значит, их включение в профессиональную подготовку будущих учителей информатики не гарантируется, что может негативно отразиться на компетентности учителя в области современных компьютерных технологий.

Поскольку в основе методов ИИ лежат методы математического анализа, математической статистики, линейной алгебры и других разделов высшей математики, возникает проблема формирования учебного материала по ИИ для школьников и студентов непрофильных специальностей. Очевидно, что разработка новых или модернизация существующих методов ИИ и разработка сложных интеллектуальных систем требуют узкоспециализированной профильной подготовки по математике и компьютерным наукам. Такая подготовка выходит за рамки высшего педагогического и тем более школьного (общего и среднего) образования. Решением этой проблемы, по нашему мнению, является смена классического, преимущественно математического характера изучения ИИ (подготовка осуществляется аналогично специализированным непедагогическим профилям, но с некоторыми упрощениями) на преимущественно технологический (инженерный) в профессиональной подготовке будущих учителей информатики. Это означает рассмотрение ИИ с точки зрения изучения инструментов реализации технологий ИИ и возможностей их применения в различных сферах деятельности человечества. Студенты — будущие

учителя информатики, и школьники — потенциальные специалисты в области высоких технологий, изучают востребованный в настоящее время язык программирования Python и, используя готовые программные библиотеки для него, решают различные практико-ориентированные задачи по применению технологий ИИ. При этом, безусловно, от изучения математических основ технологий ИИ отказываться полностью нельзя, поскольку это может привести к поверхностному, фрагментарному пониманию сущности ИИ у обучающихся. Такой подход к изучению ИИ в педагогическом вузе и школе, на наш взгляд, позволит познакомить обучающихся с разнообразными современными технологиями ИИ, их возможностями и ограничениями; может способствовать формированию и развитию у обучающихся навыков императивного и объектно-ориентированного программирования, логического, алгоритмического и системного мышления, развитию творческого потенциала.

Сегодня актуальность внедрения ИИ как компонента содержания общего образования не вызывает сомнений и отмечается как российскими, так и зарубежными исследователями [6, 7]. Анализ соответствующего мирового опыта, проведенный исследователями А. Р. Садыковой и И. В. Левченко, показал, что обучение ИИ в школах мира находится на начальном этапе развития, однако в этом направлении ведется активная работа [7]. В сфере непрофильного образования ИИ рассматривается часто как средство, а не объект изучения [7–9]. Некоторые российские университеты, в том числе педагогические, и образовательные центры совместно с крупными отечественными и зарубежными ИТ-компаниями занимаются активной разработкой и реализацией учебных курсов по изучению технологий ИИ для школьников и педагогов. Примерами крупных проектов являются «Академия искусственного интеллекта для школьников» [10] и программа Intel® AI for Youth «Технологии искусственного интеллекта для каждого» [11]. Коллективом авторов И. В. Левченко, А. Р. Садыкова и др. ведутся разработки образовательных модулей, учебных пособий по изучению современных технологий ИИ в школьном курсе информатики [12–14]. В. А. Кондратьева отмечает актуальность обучения ИИ в основной школе с использованием языка программирования Python [15]. Однако модернизации непосредственно профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области ИИ в педагогическом вузе, с учетом современных тенденций развития технологий ИИ, на наш взгляд, уделено недостаточно внимания. В недавних публикациях, посвященных данной проблеме [16, 17], по-прежнему приводится классическое содержание учебных курсов по ИИ, в которых ключевыми дидактическими единицами являются экспертные системы и логическое программирование на языке Prolog, а при изучении нейронных сетей используется только нейросимулятор Ф. М. Черепанова и Л. Н. Ясницкого из лабораторного практикума «Искусственный

интеллект» пермской школы ИИ [18]. Язык Python не упоминается, а широко используемые сегодня в области ИИ Python-библиотеки для анализа данных, машинного обучения, компьютерного зрения, обработки естественного языка (NumPy, Pandas, Scikit-learn, TensorFlow и Keras, PyTorch, OpenCV, NLTK и др.) не рассматриваются.

Таким образом, актуальность подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ с учетом современного уровня развития этих технологий и их доступности обусловлена рядом противоречий. С одной стороны, общество и государство испытывают потребность в конкурентоспособной личности, владеющей технологиями ИИ, с другой — выявлено недостаточное обеспечение реализации этой потребности посредством подготовки будущих учителей информатики, обладающих соответствующими навыками. С одной стороны, возрастает значимость технологий ИИ, обуславливающая необходимость повышения качества профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области современных технологий ИИ, с другой — устаревшее содержание учебных программ и учебно-методических пособий в высшем педагогическом образовании. Говоря о потребностях общества и государства, не стоит забывать и о личности будущего педагога. С одной стороны, существует необходимость развития творческого мышления обучающегося и реализации индивидуально-дифференцированного подхода в процессе профессиональной подготовки, с другой — неразработанность организационно-педагогических условий освоения современных технологий ИИ будущим учителем информатики для дальнейшего их применения в профессиональной деятельности. Вышеперечисленные противоречия, возрастание требований к профессиональной подготовке будущего педагога, значимость технологий ИИ для развития государства и перспективность внедрения ИИ в сферу образования определили проблему исследования, заключающуюся в необходимости выявления и научно-практического обоснования организационно-педагогических условий подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности.

### 3. Организационно-педагогические условия подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Цель разработки и внедрения организационно-педагогических условий — подготовка (как результат) бакалавров — будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в образовательном процессе. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- 1) выявить, разработать и обосновать организационно-педагогические условия подготовки бакалавров — будущих учителей информатики к применению технологий ИИ;

- 2) разработать курс учебной дисциплины (учебный курс) «Технологии искусственного интеллекта» как основу системной реализации выявленных и разработанных организационно-педагогических условий;
- 3) апробировать учебный курс «Технологии искусственного интеллекта» в процессе профессиональной подготовки бакалавров — будущих учителей информатики, в педагогическом вузе;
- 4) проверить результативность влияния организационно-педагогических условий на подготовку бакалавров — будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основании разработанных критериев.

На основании ретроспективного анализа содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области ИИ и анализа ее современного состояния, представленных в работе [5], выявлено **первое организационно-педагогическое условие подготовки бакалавров**: изменение характера содержания дисциплины с преимущественно математического (акцент на математическом аппарате ИИ, подготовка аналогична профильной) на преимущественно технологический (акцент на программировании — применение технологий ИИ с использованием высокоуровневого языка программирования, готовых программных библиотек и сервисов для решения практико-ориентированных задач), изучение *современных направлений развития технологий ИИ и включение материалов о современных средствах реализации технологий ИИ*.

Классическое изучение ИИ в педагогическом вузе не предполагало применения дополнительных аудиовизуальных технических средств, таких как веб-камеры, микрофоны, различные средства воспроизведения звука [19, 20]. Однако при изучении технологий компьютерного зрения, распознавания и синтеза речи необходимо использовать средства реализации этих технологий. Исследователи М. С. Артюхина, О. И. Артюхин, И. И. Клешнина выделяют множество важных дидактических функций технических средств: источник информации, повышение степени наглядности и конкретизации понятий, обогащение круга представлений обучающихся и удовлетворение любознательности, создание эмоционального отношения к учебной информации, активизация познавательной деятельности обучающихся и др. [21]. Исходя из этого, **вторым условием** является *использование аудиовизуального технического (аппаратного) обеспечения реализации технологий ИИ*, что позволит сформировать у студентов навыки работы с техническим обеспечением для наиболее эффективного применения технологий ИИ.

В условиях стремительного развития технологий ИИ готовая учебная информация, связанная с применением таких технологий, быстро теряет актуальность, и передача преимущественно такого рода информации будущим учителям информатики суще-

ственно снизит эффективность их профессиональной подготовки. Это приводит к необходимости использования подходов и методов обучения, которые позволяют осуществить переход от репродуктивного типа обучения к творческому через усиление характера исследовательской деятельности студентов. Проблемное обучение основано на использовании проблемных учебных задач, которые, как отмечает Т. А. Ильина, не имеют стандартного решения согласно некоторому алгоритму или образцу, они являются, прежде всего, поисковыми [22]. Проблемное обучение способствует развитию готовности обучающегося к самостоятельной деятельности [23]. Аналогичные цели могут достигаться с помощью эвристического обучения (В. И. Андреев [24], А. В. Хуторской [25] и др.). Особенность эвристического подхода к обучению заключается в достижении неизвестного заранее результата как учеником, так и учителем [26], что делает его «естественным» для организации обучения применению технологий ИИ, поскольку в области ИИ, в частности при изучении искусственных нейронных сетей, результаты могут быть непредсказуемыми, могут потребоваться множество экспериментов для достижения поставленной цели. Таким образом, **третьим условием** является *интеграция проблемного и эвристического обучения*, позволяющая изменить ориентацию типа обучения с репродуктивного на творческий через усиление исследовательского характера учебной деятельности.

Различные области ИИ и применяемые в них технологии могут быть изучены независимо друг от друга, что может способствовать реализации лично-ориентированного подхода. Реализации лично-ориентированного и лично-центрированного подходов к обучению может способствовать также построение электронного курса-конструктора, в котором учебный материал представлен в виде независимых разделов (модулей), что позволит эффективно организовать нелинейное обучение согласно индивидуальным потребностям обучающихся [27]. На основе этих положений было сделано предположение, что **четвертое условие** — *технологическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и построения индивидуальных образовательных траекторий* через организацию электронного курса-конструктора средствами технологий дистанционного обучения, позволяющих преподавателю осуществлять педагогическое сопровождение студентов как в онлайн, так и в офлайн-режиме.

В условиях всеобщей цифровизации и популяризации дистанционного обучения возрастает значимость формирования и развития коммуникативной компетентности будущего учителя. В. А. Слостенин и Л. С. Подымова подчеркивают, что среди методов развития творческого потенциала учителя особое место занимает диалог, который строится как система проблемно-конфликтных вопросов [28]. В классических системах подготовки будущих учителей информатики в области ИИ [19, 20] метод контролирующего и развивающего диалога представлен слабо.

Как правило, ведущими средствами контроля знаний выступают тестовые задания преимущественно с выбором одного или нескольких вариантов ответа, факт сдачи практической работы и устная защита одного итогового проекта. При интеграции проблемного и эвристического обучения (третье условие) лабораторно-практические работы учебного курса должны включать в себя исследовательскую составляющую, т. е. являться небольшими исследовательскими работами, мини-проектами. Устное представление (защита) такой работы, на наш взгляд, позволит наиболее точно оценить степень понимания студентом учебного материала и полученных результатов и одновременно с этим может способствовать развитию коммуникативных навыков будущего педагога. Предполагаем, что **пятым условием** является *осуществление текущего контроля успеваемости обучающихся в форме устного представления выполненных лабораторно-практических работ.*

Заключительным, **шестым условием** является *изучение актуального языка программирования, применяющегося для разработок в области ИИ*, которое должно быть организовано перед подготовкой в области технологий ИИ, поскольку изучение программирования (особенностей и операторов языка программирования, алгоритмических структур и т. д.) само по себе является довольно трудоемким процессом, требующим от студента специальной организации и высокой внутренней мотивации. Применение языка программирования для работы с технологиями ИИ будет являться уже следующей ступенью профессиональной подготовки, подразумевающей наличие у студента необходимой «базы». В настоящее время актуальным языком программирования в области ИИ является Python 3.

#### 4. Критерии готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ

Для определения уровня готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ были разработаны критерии и оценочно-диагностический инструментарий. Методологической основой определения критериев послужил деятельностный подход, в соответствии с которым оценка готовности к применению технологий ИИ в профессиональной деятельности предполагает ответы на три вопроса:

1. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по использованию технологий ИИ?» (или: «Владеет ли бакалавр навыками работы с технологиями ИИ?»).
2. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по обучению использованию технологий ИИ?» (или: «На каком уровне у бакалавра сформированы навыки организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками, связанными с технологиями ИИ?»).
3. «Способен ли бакалавр осуществлять деятельность по использованию технологий ИИ в каче-

стве педагогических средств?» (или: «На каком уровне у бакалавра сформированы навыки владения технологиями ИИ, позволяющие ему применять эти технологии в качестве педагогических средств?»).

Выделены три группы критериев:

- 1) «владение технологиями ИИ», включающая в себя единственный критерий:
  - технологический — умение работать с технологиями ИИ для решения поставленных задач;
- 2) «готовность к обучению использованию технологий ИИ», критерии:
  - организационный — способность к созданию учебных заданий и учебных ситуаций по использованию технологий ИИ;
  - коммуникативный — способность представить информацию в устной и письменной формах, аргументировать свою позицию;
  - мотивационный — наличие внутренней мотивации к учебной и будущей профессиональной педагогической деятельности, стремление к самообразованию в области технологий ИИ;
- 3) «готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств», критерии:
  - мотивационный (см. выше);
  - когнитивный — сформированность системы знаний об основах функционирования и возможностях применения технологий ИИ, понимание причинно-следственных связей, умение выявлять закономерности;
  - деятельностный — степень самостоятельности при выполнении заданий с использованием технологий ИИ.

В соответствии с критериями были выделены уровни профессиональной готовности: репродуктивный, продуктивный и творческий (для технологического и организационного критериев); низкий, средний и высокий (для коммуникативного, мотивационного, когнитивного и деятельностного критериев). Описанные критерии и уровни позволили диагностировать уровни готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ дифференцированно по группам критериев (для выявления индивидуальных проблемных зон), а также оценить их общий уровень готовности к использованию технологии ИИ в профессиональной педагогической деятельности.

На рисунке 1 представлены вышеназванные компоненты готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ.

#### 5. Экспериментальная проверка эффективности организационно-педагогических условий

Экспериментальная работа по проверке эффективности организационно-педагогических условий подготовки будущих учителей информатики к приме-



Рис. 1. Компоненты готовности бакалавра — будущего учителя информатики к применению технологий ИИ  
 Fig. 1. Components of readiness of a bachelor, a future informatics teacher, for the use of AI technologies

нению технологий ИИ проводилась в 2018–2021 годах на базе ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет» (НГПУ) и включала в себя четыре этапа: подготовительный, констатирующий, формирующий и контрольно-обобщающий.

На *подготовительном этапе* был разработан и внедрен в образовательный процесс НГПУ учебный практико-ориентированный курс «Технологии искусственного интеллекта», включающий в себя комплекс из 14 лабораторно-практических работ по темам «Интеллектуальный анализ данных», «Компьютерное зрение», «Обработка естественного языка», «Игровой искусственный интеллект», сопровождающихся необходимым минимумом теоретического материала и предполагающих решение учебных задач репродуктивного и продуктивного характера на языке программирования Python [5]; разработаны диагностические материалы.

На *констатирующем этапе* были сформированы экспериментальная и контрольная группы. В исследовании участвовали 127 студентов бакалавриата 4-го курса очной формы обучения следующих направлений и профилей подготовки: 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» и 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профиль «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование»; 3-го курса очной формы обучения, направление 44.03.05, профили: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование», «Математика и Информатика», «Физика и Информатика».

Численность выборочной совокупности студентов-бакалавров была определена наличием групп, изучающих технологии ИИ. Каждый учебный год в исследовании одновременно участвовало не менее двух учебных групп разных профилей: «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» (ИКТ), «Информатика и информационно-коммуникационные технологии и Экономическое образование» (ИЭО), «Математика и Информатика» (МИ),

«Физика и Информатика» (ФИ). Внутри каждой из них проводился отбор студентов в экспериментальную и контрольную группу.

Для повышения точности оценки средних значений в процессе применения статистических методов в связи с малым количеством студентов бакалавриата в образованных экспериментальных и контрольных группах в рамках одного учебного года было решено объединить все экспериментальные и контрольные группы в две выборки: экспериментальную группу численностью 65 человек и контрольную группу численностью 62 человека.

В начале опытно-экспериментальной работы было проведено входное анкетирование всех участвующих в эксперименте студентов бакалавриата с использованием авторской анкеты, направленной на выявление у обучающихся опыта работы с технологиями ИИ и их возможной готовности к применению таких технологий в профессиональной педагогической деятельности. Анкета включала в себя следующие вопросы:

- 1) Знаете ли вы о применении каких-либо технологий искусственного интеллекта в повседневной жизни людей в настоящее время? (Да / Нет.) Если да, то приведите примеры (не более трех).
- 2) Имеете ли вы опыт работы с технологиями искусственного интеллекта? (Да / Нет.) Если да, то кратко опишите свой опыт.
- 3) Можете ли вы составить собственное учебное задание для школьника, предполагающее применение технологий искусственного интеллекта? (Да / Нет.) Если да, то кратко опишите такое задание.
- 4) Готовы ли вы применять технологии искусственного интеллекта в своей (будущей) профессиональной деятельности? (Да / Нет.). Если да, то какие именно и с какой целью. Если нет, то почему.
- 5) Опишите ваши ожидания от изучения дисциплины, связанной с искусственным интеллектом. Чему бы вы хотели научиться?

Анализ ответов студентов на вопросы разработанной анкеты позволил сделать следующие выводы.

- 1) Большая часть респондентов (примерно 90 %) имеют представление о применении технологий ИИ в повседневной жизни людей. Наиболее частые примеры: голосовые помощники (Siri, Алиса, Google Assistant), определение лиц с помощью видеочамер, сервисные чат-боты, поиск в интернете и подбор рекламы, технологии умного дома. Более редкие примеры: робот-пылесос, беспилотные автомобили, распознавание текста в документах, поиск людей по фотоснимкам. Менее 10 % респондентов не смогли привести примеры и ответили «нет».
- 2) Практически все респонденты (96 %) не имеют опыта разработки программ с использованием технологий ИИ. 67 % респондентов ответили, что не имеют опыта работы с технологиями ИИ; 29 % ответили, что имеют опыт как пользователи (из них 100 % указывали использование голосовых помощников либо наблюдение за работой неких «готовых программ»); 4 % респондентов указали, что создавали чат-боты.
- 3) Практически все респонденты (98 %) считают, что не могут составить собственное учебное задание для школьника, предполагающее применение технологий ИИ. Один из ответивших «да» респондентов в качестве задания указал генерацию портретов на специальных сайтах и дальнейший разбор с учениками возможных артефактов. Другой респондент указал в качестве задания работу в двух онлайн-сервисах, основанных на технологиях ИИ: «Quick, Draw!» и «AutoDraw».
- 4) Большинство респондентов (91 %) считают, что не могут применять технологии искусственного интеллекта в своей профессиональной деятельности, причем из них только около 20 % конкретизировали ответ «нет». Типичные причины: «нет, потому что еще не знаю, как они работают», «нет, поскольку я слишком мало на данный момент о них знаю», «пока не очень хорошо в этом разбираюсь», «нет, потому что не работаю в школе». Остальные респонденты (9 %) ответили «да», не конкретизируя используемые технологии ИИ и цели их использования либо указывая только цель (типичная цель — «проектная деятельность»).
- 5) Большая часть респондентов (68 %) не имеют конкретных ожиданий от изучения дисциплины, связанной с ИИ. Типичные ответы на вопрос «Чему бы вы хотели научиться?» данной группы респондентов: «хоть чему-то», «многому», «новому», «чему-то новому», «базовым знаниям», «затрудняюсь ответить». 18 % респондентов указали, что подобная дисциплина им не интересна. Около 5 % в целом также не имеют конкретного представления о том, что могло бы изучаться в рамках дисциплины, связанной с ИИ, и чему бы они

хотели научиться, но давали более развернутые ответы: «просто больше узнать об этой области», «понимать процессы работы ИИ» и т. п. Оставшиеся примерно 9 % респондентов при описании своих представлений связали изучение ИИ с программированием, что выражается в ответах: «программировать ИИ», «писать код для применения ИИ и видеть результат работы», «я хочу изучать языки программирования и в целом ИИ», «научиться программированию, а потом подробно изучать данную дисциплину».

Таким образом, входное анкетирование показало, что участвующий в исследовании контингент студентов-бакалавров — будущих учителей информатики в целом не имеет специфических для их профилей знаний, умений, навыков и способов деятельности, связанных с технологиями ИИ. В связи с этим предварительные знания студентов о технологиях ИИ и опыт работы с ними не могут быть значимыми характеристиками, которые стоит учитывать при отборе студентов в экспериментальную и контрольную группы.

Отбор студентов в экспериментальную и контрольную группы проводился на основе их академической успеваемости, выраженной результатами итоговой аттестации по ранее освоенным дисциплинам, имеющим, на наш взгляд, наиболее выраженные междисциплинарные связи непосредственно с учебным курсом «Технологии искусственного интеллекта» и ИИ как разделом науки информатики: «Программирование», «Дискретная математика», «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Компьютерная графика», «Иностранный язык» (английский), а также на основе результатов тестирования по программированию на языке Python 3 (который студенты изучали ранее в рамках дисциплины «Программирование»). Для подтверждения однородности экспериментальной и контрольной групп были использованы статистические методы:  $F$ -критерий Фишера и  $t$ -критерий Стьюдента.

На *формирующем этапе* была проведена апробация предложенных организационно-педагогических условий в процессе реализации курса «Технологии искусственного интеллекта» с последующей диагностикой уровней готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ на основе представленных выше шести критериев. Учебные занятия как в контрольной, так и в экспериментальной группе проводились с соблюдением двух из шести предложенных организационно-педагогических условий: новое содержание дисциплины (технологический характер, изучение актуальных технологий ИИ) и изучение актуального языка в области ИИ (Python 3). Исключение влияния данных условий на контрольную группу невозможно, поскольку изучение неактуальных технологий ИИ и неактуальных или малоактуальных в данной области языков программирования очевидно снизит качество

## Диагностические методы

## Diagnostic methods

Критерии оценки уровней подготовки бакалавров — будущих учителей информатики к применению технологий ИИ	Методы диагностики	
	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Технологический	Наблюдение за выполнением и фиксация факта выполнения студентами практических заданий, включенных в лабораторно-практические работы	
Организационный	Наблюдение за разработкой студентами учебного задания (конспекта урока) по применению технологий ИИ, фиксация факта разработки такого задания	
Коммуникативный	Беседа; устная защита студентами лабораторно-практических работ	Беседа; проверка электронного отчета о выполнении лабораторно-практической работы
Мотивационный	Анкетирование	
Когнитивный	Устная защита студентами лабораторно-практических работ; ответы студентов на вопросы итогового контроля	Проверка электронного отчета о выполнении лабораторно-практической работы; ответы студентов на вопросы итогового контроля
Деятельностный	Наблюдение за выполнением и фиксация самостоятельности выполнения студентами практических заданий, включенных в лабораторно-практические работы	

подготовки студентов в контрольной группе и сделает исследование не только бессмысленным, но и наносящим вред профессиональной подготовке будущих учителей информатики. Другие предложенные организационно-педагогические условия реализовывались только в экспериментальной группе, в то время как в контрольной группе условия были приближены к традиционным. Методы, применяемые для определения уровней готовности по коммуникативному и когнитивному критериям, частично различались у экспериментальной и контрольной групп в связи с различиями в логике построения учебных занятий. В таблице приведены диагностические методы в соответствии с критериями оценки уровней готовности.

Оценивание студентов по критериям осуществлялось по трехбалльным шкалам. На основе оценок по шести критериям выведены оценки по трем группам критериев (рис. 1) как средние арифметические оценок по критериям, соответствующих группе. Оценка общего уровня готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ вычислялась как среднее арифметическое оценок по трем группам критериев.

На заключительном, *контрольно-обобщающем этапе* опытно-экспериментальной работы были произведены анализ, осмысление, визуализация и интерпретация данных, полученных в результате апробации организационно-педагогических условий в рамках курса «Технологии искусственного интеллекта». Для обработки результатов исследования был использован *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок. Различия между результатами экспериментальной и контрольной групп по общему уровню готовности, а также по группам критериев «Готовность к обучению использованию технологий

ИИ» и «Готовность к использованию технологий ИИ как педагогических средств» статистически значимы при  $\leq 0,01$ . Это позволило сделать вывод, что учебный курс «Технологии искусственного интеллекта», разработанный с учетом предложенных организационно-педагогических условий, способствует качественным изменениям профессиональной подготовки будущих учителей информатики к применению технологий ИИ. Однако наличие значимых различий между результатами экспериментальной и контрольной групп по группе критериев «Владение технологиями ИИ» (технологическому критерию) не подтвердилось, что, на наш взгляд, связано с соблюдением двух из шести апробируемых условий в обеих группах. Таким образом, при соблюдении данных условий студенты в обеих группах показали примерно равный уровень владения технологиями ИИ, т. е. уровень развития способности к осуществлению деятельности по использованию технологий ИИ, но без педагогической составляющей такой деятельности.

Соотношение общих уровней готовности будущих учителей информатики к применению технологий ИИ в экспериментальной и контрольной группах представлено на рисунке 2.

По *технологическому критерию* количество студентов с творческим уровнем готовности в экспериментальной группе на 7 % превысило количество таких студентов в контрольной группе, а студентов с репродуктивным уровнем в экспериментальной группе оказалось на 2 % меньше (рис. 3).

Можно констатировать, что, несмотря на отсутствие значимых различий в результатах согласно *t*-критерию, качество подготовки в экспериментальной группе все же выше, чем в контрольной (что, вероятно, является случайностью).

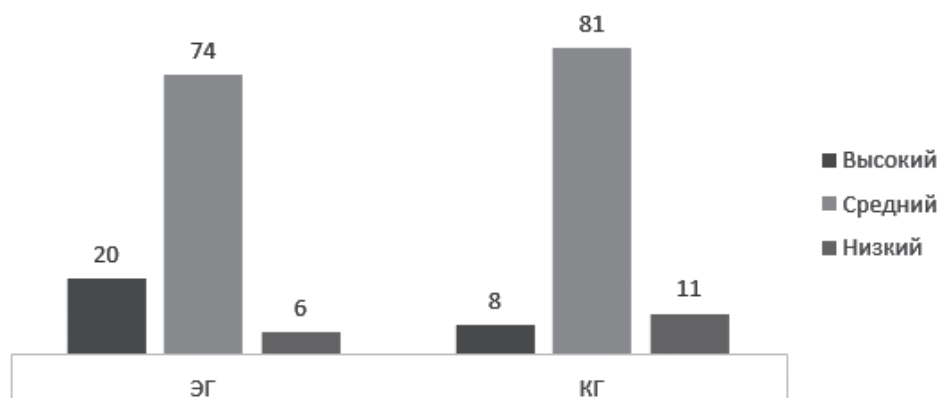


Рис. 2. Результаты определения общего уровня готовности в экспериментальной и контрольной группах  
Fig. 2. The results of determining the overall level of readiness in the experimental and control groups



Рис. 3. Результаты определения уровня готовности по технологическому критерию в экспериментальной и контрольной группах  
Fig. 3. The results of determining the level of readiness in the experimental and control groups according to the technological criterion

По *организационному критерию* количество студентов с творческим уровнем готовности в экспериментальной группе на 13 % превысило количество таких студентов в контрольной, причем в контрольной группе количество студентов с творческим уровнем готовности составило только 10 %. Одновременно с этим в экспериментальной группе на 25 % меньше

студентов, показавших репродуктивный уровень готовности по данному критерию (рис. 4).

По *коммуникативному критерию* количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе составило 31 % против 16 % в контрольной. В то же время количество студентов с низким уровнем готовности по данному критерию



Рис. 4. Результаты определения уровня готовности по организационному критерию в экспериментальной и контрольной группах  
Fig. 4. The results of determining the level of readiness in the experimental and control groups according to the organizational criterion



Рис. 5. Результаты определения уровня готовности по коммуникативному критерию в экспериментальной и контрольной группах

Fig. 5. The results of determining the level of readiness in the experimental and control groups according to the communicative criterion

в экспериментальной группе оказалось на 7 % меньше, чем в контрольной (рис. 5).

Можно сделать вывод, что внедрение предложенных организационно-педагогических условий и разработанного с их учетом авторского курса «Технологии искусственного интеллекта» позволяет получить более высокие результаты в рамках подготовки будущих учителей информатики к обучению использованию технологий ИИ. На наш взгляд, более высоких результатов по организационному и коммуникативному критериям удалось достичь, прежде всего, через активное включение в процесс обучения обязательных для выполнения учебных задач проблемно-поискового и эвристического характера, а также за счет осуществления текущего контроля обучающихся в форме устного представления выполненных заданий.

Для оценки уровней готовности по *мотивационному критерию* была использована авторская анкета, которая включала в себя 18 высказываний, отношение к которым следовало выразить респондентам по четырехбалльной шкале (4 — верно; 3 — скорее верно, чем неверно; 2 — скорее неверно, чем верно; 1 — неверно):

- 1) изучение технологий искусственного интеллекта в педагогическом вузе полезно для будущего учителя;
- 2) мне интересно выполнять задания по применению технологий ИИ;
- 3) возможности технологий ИИ вызывают у меня восхищение;
- 4) если сразу не удается выполнить задание по применению какой-либо технологии ИИ, я стараюсь разобраться, либо найти и применить альтернативную технологию ИИ для решения поставленной задачи;
- 5) планирую в будущем обучать применению технологий ИИ, например, в рамках внеурочной или проектной деятельности в школе;
- 6) планирую в будущем использовать технологии ИИ в качестве педагогических средств;

- 7) стараюсь следить за новостями о появлении новых технологий ИИ и их внедрением в различные сферы жизни человека (либо у меня возник интерес к таким новостям);
- 8) появление новых программных библиотек и сервисов для применения технологий ИИ побуждает меня опробовать их на практике;
- 9) мне интересно изучать профильную литературу, посвященную ИИ / смотреть тематические видеоролики, в том числе обучающие (либо планирую заняться изучением такой литературы / просмотром таких видеороликов);
- 10) в свободное время пробую создавать компьютерные программы с использованием технологий ИИ (либо планирую иногда практиковаться в создании таких программ);
- 11) в современном мире важно иметь представление о том, как работают те или иные технологии ИИ;
- 12) учитель информатики, владеющий технологиями ИИ, будет иметь больший авторитет у своих учеников, чем учитель, которой такими технологиями не владеет;
- 13) я готов(-а) изучать технологии ИИ, прежде всего, ради востребованных знаний и навыков, а не ради зачета или оценки за экзамен;
- 14) меня привлекают перспективы применения технологий ИИ в моих творческих проектах;
- 15) владение технологиями ИИ может повысить мою конкурентоспособность как учителя на рынке труда;
- 16) если технологии ИИ не будут включены в содержание основной образовательной программы по информатике, я все равно постараюсь познакомить своих заинтересованных учеников с ними, например, в рамках факультативных занятий;
- 17) высокая сложность или трудоемкость учебного задания по применению конкретных технологий ИИ не является для меня причиной полного отказа от их изучения;

18) я готов(-а) заняться изучением нового языка программирования, если это необходимо для применения интересующей меня технологии ИИ.

На основе анкеты определялся обобщенный уровень мотивации, являющийся средним значением уровней сформированности трех разновидностей мотивации:

- мотивация к изучению новой информации в области технологий ИИ (высказывания 2, 3, 7, 11, 13, 17);
- мотивация к применению технологий ИИ в будущей профессиональной деятельности (1, 5, 6, 12, 15, 16);
- мотивация к самообразованию в области технологий ИИ (4, 8, 9, 10, 14, 18).

В итоге по *мотивационному критерию* в экспериментальной группе доля студентов с низким обобщенным уровнем мотивации уменьшилась с 17 % до 8 % (на 9 %), а доля студентов с высоким обобщенным уровнем увеличилась с 9 % до 21 % (на 12 %). В то же время в контрольной группе доля студентов с низким уровнем уменьшилась с 22 % до 19 % (на 3 %), а доля студентов с высоким уровнем увеличилась с 18 % до 23 % (на 5 %). Соотношения долей студентов в экспериментальной и контрольной группах по уровням обобщенной мотивации до и после эксперимента показаны на рисунках 6 и 7 соответственно.

Таким образом, применение всего комплекса разработанных организационно-педагогических условий в экспериментальной группе оказало более эффективное воздействие на развитие мотивации к изучению технологий ИИ и их применению в будущей профессиональной деятельности.

Стоит отметить, что в процессе эксперимента обучающиеся экспериментальной группы неоднократно указывали на то, что наибольший интерес у них вызывают учебные задания, предполагающие использование аудиовизуальных средств реализации технологий ИИ, особенно веб-камер, в лабораторно-практических работах по компьютерному зрению. Вероятно, именно по этой причине большая часть обучающихся экспериментальной группы (83 %) при разработке собственного творческого задания (конспекта урока) выбирали тему «Компьютерное зрение» с обязательным использованием веб-камеры. Остальные 17 % обучающихся разрабатывали задания по распознаванию и синтезу речи с использованием микрофонов и звуковоспроизводящих устройств. На наш взгляд, возможность применения аудиовизуальных средств при выполнении лабораторно-практических работ оказала существенное положительное влияние на освоение обучающимися экспериментальной группы технологий ИИ, что отразилось на более высоких результатах по организационному и мотивационному критериям по сравнению с контрольной группой.



Рис. 6. Количество студентов в экспериментальной группе по обобщенным уровням мотивации

Fig. 6. The number of students in the experimental group by generalized levels of motivation

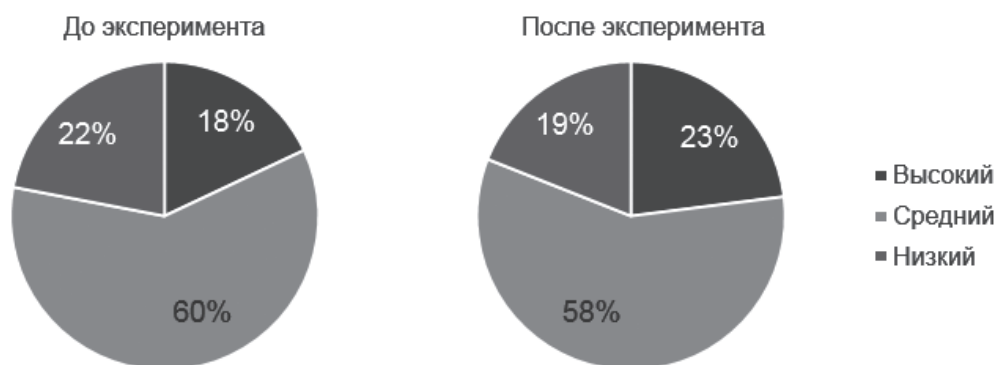


Рис. 7. Количество студентов в контрольной группе по обобщенным уровням мотивации

Fig. 7. The number of students in the control group by generalized levels of motivation



Рис. 8. Результаты определения уровня готовности по когнитивному критерию в экспериментальной и контрольной группах  
 Fig. 8. The results of determining the level of readiness in the experimental and control groups according to the cognitive criterion

По когнитивному критерию количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе на 24 % превысило количество таких студентов в контрольной. При этом в экспериментальной группе на 6 % меньше студентов, показавших низкий уровень готовности по данному критерию, чем в контрольной. В контрольной группе студентов с низким уровнем готовности оказалось 19 % (рис. 8).

По деятельностному критерию количество студентов с высоким уровнем готовности в экспериментальной группе на 15 % превысило количество таких студентов в контрольной группе. Вместе с тем в экспериментальной группе на 30 % меньше студентов, показавших низкий уровень готовности по данному критерию, чем в контрольной. В контрольной группе студентов с низким уровнем готовности оказалось более половины — 53 % (рис. 9).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что внедрение предложенных организационно-педагогических условий и разработанного с их учетом авторского курса «Технологии искусственного интеллекта» позволяет повысить эффективность профессиональной подготовки будущих учителей информатики к использованию технологий ИИ как педагогических средств. По нашему мнению, полученные результаты объяснимы доминированием проблемно-поисковых и эвристических методов в обучении студентов экспе-

риментальной группы в совокупности с возможностью построения обучающимися индивидуальных образовательных траекторий, что оказало положительное влияние на формирование и развитие у будущих учителей информатики навыков самоорганизации.

Результаты внедрения курса «Технологии искусственного интеллекта», разработанного с учетом предложенных организационно-педагогических условий, показали, что он позволил продемонстрировать обучающимся связи ИИ с другими науками и сферами человеческой деятельности; актуализировать изучение востребованного языка программирования Python 3; вызвать интерес и повысить внутреннюю мотивацию будущих учителей информатики к изучению технологий ИИ и их применению в профессиональной педагогической деятельности, в частности с помощью активного использования аудиовизуального технического обеспечения для повышения визуализации изучаемых методов и процессов, усиления их зрелищности; создать условия для реализации индивидуального подхода к каждому обучающемуся через обеспечение возможности формирования индивидуальных образовательных траекторий и применение метода учебной беседы; вовлечь обучающихся в процесс активной поисковой и творческой деятельности с использованием проблемно-поисковых и эвристических методов. Вы-



Рис. 9. Результаты определения уровня готовности по деятельностному критерию в экспериментальной и контрольной группах  
 Fig. 9. The results of determining the level of readiness in the experimental and control groups according to the activity criterion

шеперечисленное оказало положительное влияние на освоение современных технологий ИИ будущими учителями информатики и повышение уровня их профессиональной подготовки.

Анализ, осмысление и интерпретация данных, полученных в ходе опытно-экспериментальной работы, позволили доказать перспективность профессиональной подготовки будущих учителей информатики в области современных технологий ИИ с учетом разработанных организационно-педагогических условий; расширить информационную базу для профессиональной подготовки бакалавров педагогического образования соответствующих профилей в области ИИ; разработать рекомендации и подготовить учебные пособия для совершенствования профессиональной подготовки будущих учителей информатики в педагогических вузах.

## 6. Заключение

Представленные нами выводы не претендуют на окончательное и исчерпывающее решение исследуемой проблемы. Исследование может быть продолжено в следующих направлениях: выявление иных организационно-педагогических условий и методов диагностики уровня готовности будущего учителя информатики к применению технологий ИИ; выявление потенциала и разработка организационно-педагогического обеспечения профессиональной подготовки будущих педагогов непрофильных специальностей к применению технологий ИИ.

## Список источников / References

1. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года). Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>

[Decree of the President of the Russian Federation of 10.10.2019 No. 490 “Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation” (together with the National Strategy for the Development of Artificial Intelligence Up to the Year 2030 in the Russian Federation). (In Russian.) Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731>]

2. Каракозов С. Д., Маняхина В. Г. Python как базовый язык обучения программированию в школе. *Информатика в школе*. 2020;(1):26–30. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-1-26-30

[Karakozov S. D., Manyahina V. G. Python as a basic language for teaching programming in school. *Informatics in School*. 2020;(1):26–30. (In Russian.) DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-1-26-30]

3. Босова Л. Л. Программирование как инструмент формирования вычислительного мышления обучающихся. *Информатика в школе*. 2020;(10):4–10. DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-10-4-10

[Bosova L. L. Coding as a tool for forming computational thinking of students. *Informatics in School*, 2020;(10):4–10. (In Russian.) DOI: 10.32517/2221-1993-2020-19-10-4-10]

4. Хеннер Е. К. Педагогическое сопровождение профессионального самоопределения старшеклассников на ИТ-профессии. *Образование и наука*. 2021;(8):37–60. DOI: 10.17853/1994-5639-2021-8-37-60

[Henner E. K. Pedagogical support for professional self-determination of high school students in it professions.

*Education and Science*. 2021;(8):37–60. (In Russian.) DOI: 10.17853/1994-5639-2021-8-37-60]

5. Розов К. В. О необходимости изменения содержания профессиональной подготовки будущего учителя информатики в области искусственного интеллекта. *Информатика и образование*. 2020;35(4):12–26. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-4-12-26

[Rozov K. V. About the need to change the content of professional training of a future informatics teacher in artificial intelligence. *Informatics and Education*. 2020;35(4):12–26. (In Russian.) DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-4-12-26]

6. Vazhayil A. et al. Focusing on Teacher Education to Introduce AI in Schools: Perspectives and Illustrative Findings. *2019 IEEE Tenth International Conference on Technology for Education (T4E)*. IEEE, 2019:71–77. DOI: 10.1109/T4E.2019.00021

7. 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;17(3):201–209. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209

[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 the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of education*. 2020;17(3):201–209. (In Russian.) DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209]

8. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence In Education: A Review. *IEEE Access*. 2020;(8):75264–75278. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988510

9. Gunawan K. D. H. et al. The responses to artificial intelligence in teacher integrated science learning training program. *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2021;2098(1):1–5. DOI: 10.1088/1742-6596/2098/1/012034

10. AI-ACADEMY Академия искусственного интеллекта для школьников. Режим доступа: <https://ai-academy.ru/> [AI-ACADEMY Artificial Intelligence Academy for Schoolchildren. (In Russian.) Available at: <https://ai-academy.ru/>]

11. Программа Intel® AI for Youth «Технологии искусственного интеллекта для каждого». Режим доступа: <https://ai.mob-edu.ru/>

[Program Intel® AI for Youth «Artificial Intelligence Technologies for Everyone». (In Russian.) Available at: <https://ai.mob-edu.ru/>]

12. Левченко И. В., Садыкова А. Р. Системно-деятельностный подход к обучению искусственному интеллекту в основной школе. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2021;18(2):162–171. DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-2-162-171

[Levchenko I. V., Sadykova A. R. System and activity approach to learning artificial intelligence in basic school. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Informatization of education*. 2021;18(2):162–171. (In Russian.) DOI: 10.22363/2312-8631-2021-18-2-162-171]

13. Левченко И. В. Формирование информационных компетенций при освоении школьниками технологий искусственного интеллекта. *Шамовские педагогические чтения научной школы Управления образовательными системами. Сборник статей XIII Международной научно-практической конференции*. М.: Международная академия наук педагогического образования, 5 за знания; 2021:380–384.

[Levchenko I. V. Formation of information competencies in the development of artificial intelligence technologies by schoolchildren. *Shamov Pedagogical Readings of the Scientific School of Educational Systems Management. Collection of articles of the XIII International Scientific and Practical Conference*. Moscow: International Academy of Sciences of Pedagogical Education, 5 for knowledge; 2021:380–384. (In Russian.)]

14. Методические рекомендации по обучению искусственному интеллекту в основной школе: учебно-методи-

ческое пособие / И. В. Левченко [и др.]. М.: Образование и Информатика; 2021. 48 с.

[Levchenko I. V. et al. Methodological recommendations for teaching artificial intelligence in basic school: teaching aid. Moscow, Education and Informatics; 2021. 48 p. (In Russian.)]

15. Кондратьева В. А. Особенности обучения искусственному интеллекту в основной школе средствами языка программирования Python. *Открытая наука 2021. Сборник материалов научной конференции с международным участием*. М.; 2021:248–253. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_46273707\\_10873086.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_46273707_10873086.pdf)

[Kondrat'eva V. A. Features of teaching artificial intelligence in basic school using the Python programming language. *Open Science 2021. Proceedings of a scientific conference with international participation*, Moscow, 2021:248–253. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_46273707\\_10873086.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_46273707_10873086.pdf)]

16. Даниленко С. В., Мартынюк Ю. М., Ванькова В. С. Содержание дисциплины «Системы искусственного интеллекта» в подготовке будущего учителя информатики. *Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции. Московский педагогический государственный университет*. М.: 2020:83–86. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_44186173\\_77650735.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_44186173_77650735.pdf)

[Danilenko S. V., Martyniuk Yu. M., Van'kova V. S. The content of the discipline "Artificial Intelligence Systems" in the preparation of the future teacher of informatics. *Actual problems of teaching methods of computer science and mathematics in modern schools. Materials of the international scientific and practical Internet conference. Moscow State Pedagogical University*, Moscow, 2020:83–86. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_44186173\\_77650735.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_44186173_77650735.pdf)]

17. Жигалова О. П. К вопросу о подготовке учителя информатики в области искусственного интеллекта. *Вестник педагогического опыта*. 2019;44:97–101. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_39267198\\_53914773.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_39267198_53914773.pdf)

[Zhigalova O. P. On the issue of training a teacher of informatics in the field of artificial intelligence. *Pedagogical experience bulletin*. 2019;44:97–101. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_39267198\\_53914773.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_39267198_53914773.pdf)]

18. Пермское отделение Научного Совета Российской академии по методологии искусственного интеллекта. Лабораторный практикум по ИИ. Приложение к учебно-методическому комплексу. Режим доступа: <http://www.lbai.ru>

[Perm branch of the Scientific Council of the Russian Academy on the methodology of artificial intelligence. AI lab. Application to the educational-methodical complex. (In Russian.) Available at: <http://www.lbai.ru>]

19. Исаева Г. Г. Подготовка будущего педагога профессионального обучения к использованию элементов искусственного интеллекта: на примере отрасли «Информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии»: дис. ... канд. пед. наук. Махачкала, 2013. 194 с.

[Isaeva G. G. Preparation of the future teacher of vocational training for the use of elements of artificial intelligence: The industry "Informatics, computer engineering and computer technology" as an example. Cand. ped. sci. diss. Makhachkala, 2013. 194 p. (In Russian.)]

20. Широких А. А. Методическая система подготовки учителя информатики по основам искусственного интеллекта: дис. ... канд. пед. наук. Пермь, 2007. 177 с.

[Shirokikh A. A. Methodical training system for an informatics teacher on the basics of artificial intelligence. Cand. ped. sci. diss. Perm, 2007. 177 p. (In Russian.)]

21. Артюхина М. С., Артюхин О. И., Клешина И. И. Аппаратная составляющая интерактивных

технологий образовательного назначения. *Вестник Казанского технологического университета*. 2014;(8):308–314. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_21591273\\_93344705.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_21591273_93344705.pdf)

[Artyuhina M. S., Artyuhin O. I., Klezhnina I. I. Hardware component of interactive educational technologies. *Kazan Technological University Bulletin*. 2014;(8):308–314. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_21591273\\_93344705.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_21591273_93344705.pdf)]

22. Ильина Т. А. Проблемное обучение — понятие и содержание. *Вестник высшей школы*. 1976;(2):39–48.

[Il'ina T. A. Problem-based learning — concept and content. *Higher School Bulletin*. 1976;(2):39–48. (In Russian.)]

23. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления: процесс и способы решения технических задач. М.: Педагогика; 1975. 304 с.

[Kudryavcev T. V. Psychology of technical thinking: the process and methods of solving technical problems. Moscow, Pedagogy; 1975. 304 p. (In Russian.)]

24. Андреев В. И. Эвристика для творческого саморазвития. Казань: Центр инновационных технологий; 1994. 246 с.

[Andreev V. I. Heuristics for creative self-development. Kazan, Center for Innovative Technologies; 1994. 246 p. (In Russian.)]

25. Хуторской А. В. Практикум по дидактике и современным методикам обучения. СПб.: Питер; 2004. 541 с.

[Hutorskoj A. V. Workshop on didactics and modern teaching methods. Saint Petersburg, Peter; 2004. 541 p. (In Russian.)]

26. Хуторской А. В. Проблемное обучение: советский период. *Вестник Института образования человека*. 2017;(2):1–19. Режим доступа: <https://eidos-institute.ru/journal/2017/200/Eidos-Vestnik2017-219-Khutorskoj.pdf>

[Hutorskoj A. V. Problem Learning: Soviet Period. *Bulletin of the Institute of Human Education*. 2017;(2):1–19. (In Russian.) Available at: <https://eidos-institute.ru/journal/2017/200/Eidos-Vestnik2017-219-Khutorskoj.pdf>]

27. Пак Н. И., Петрова И. А., Пушкарёва Т. П. Электронный курс-конструктор как средство организации личностно-центрированного обучения студентов. *Современные проблемы науки и образования*. 2018;(2):1–12. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_34954697\\_80291573.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_34954697_80291573.pdf)

[Pak N. I., Petrova I. A., Pushkareva T. P. Electronic course-designer as a means of organization of personal-centered student training. *Modern Problems of Science and Education*, 2018;(2):1–12. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_34954697\\_80291573.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_34954697_80291573.pdf)]

28. Сластиenin В. А., Подымова Л. С. Готовность педагога к инновационной деятельности. *Сибирский педагогический журнал*. 2007;(1):42–49. Режим доступа: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_11687141\\_95522744.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_11687141_95522744.pdf)

[Slastenin V. A., Podymova L. S. The teacher's readiness for innovation. *Siberian Pedagogical Journal*. 2007;(1):42–49. (In Russian.) Available at: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_11687141\\_95522744.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_11687141_95522744.pdf)]

#### Информация об авторе

Розов Константин Владимирович, старший преподаватель кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет, г. Новосибирск, Россия; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-5231-8035>; *e-mail*: [konstantin\\_dubrava@mail.ru](mailto:konstantin_dubrava@mail.ru)

#### Information about the author

Konstantin V. Rozov, Senior Lecturer at the Department of Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia; *ORCID*: <http://orcid.org/0000-0001-5231-8035>; *e-mail*: [konstantin\\_dubrava@mail.ru](mailto:konstantin_dubrava@mail.ru)

Поступила в редакцию / Received: 25.12.2021.

Поступила после рецензирования / Revised: 18.02.2022.

Принята к печати / Accepted: 22.02.2022.