

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Научная статья

УДК 378.147:004:174

<https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-5-9-19>

ЦИФРОВОЙ СЛЕД В ОБРАЗОВАНИИ: ОТ НАУКИ К ОБЩЕСТВУ

*Артем Александрович Балякин*¹, *Михаил Викторович Мамонов*²,
*Марина Витальевна Нурбина*³, *Сергей Борисович Тараненко*⁴

^{1, 3, 4} Курчатовский институт, Москва, Россия

² Всероссийский центр изучения общественного мнения, Москва, Россия

¹ Baluyakin_AA@nrcki.ru

² mamonovmv@mail.ru

³ Nurbina_MV@nrcki.ru

⁴ Taranenko_SB@nrcki.ru

Аннотация

Обсуждается применение предсказательных систем в образовании на основе использования технологий больших данных посредством управления цифровым следом учащихся. Основное внимание уделено принимаемым управленческим решениям. Описаны текущие тенденции формирования цифрового следа учащихся, сформулированы риски и вызовы внедрения цифровых технологий в образовательную сферу. Описаны два подхода к оптимизации собираемых данных: геймификация образования с созданием среды сбора данных и использование специализированных подходов в обработке данных. В отношении второго подхода выявлена важная роль априорных алгоритмов и экспертных оценок, применяемых в процессе обработки цифрового следа. Проводится параллель с использованием больших данных в науке, показана важность неоднократного обращения к данным и применение апробированных методов извлечения информации из неструктурированных озер данных. Показано, что в образовательной сфере процессы цифровизации выражаются в усилении роли внешних заинтересованных сторон, не связанных с государством. Эти тенденции вступают в противоречие с государственными интересами, что приводит к активному вмешательству государственных институтов в образовательный процесс. По мнению авторов, появляется перспектива принудительного формирования цифрового следа. С целью решения возникающих сложностей, связанных с конфликтом социального и технического, предлагается сделать упор на развитии цифровой культуры и повсеместном внедрении этики обращения с большими данными.

Ключевые слова: цифровой след, большие данные, образование, цифровизация, модели

Благодарности. Авторы благодарят В. Г. Жулего за полезные дискуссии и обсуждение результатов работы. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-010-00576.

Для цитирования: Балякин А. А., Мамонов М. В., Нурбина М. В., Тараненко С. Б. Цифровой след в образовании: от науки к обществу // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2022. Вып. 5 (45). С. 00–00. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-5-9-19>

PROBLEMS OF MODERN EDUCATION

Original article

DIGITAL FOOTPRINT IN EDUCATION: FROM SCIENCE TO SOCIETY

Artem A. Balyakin¹, Mikhail V. Mamonov², Marina V. Nurbina³, Sergey B. Taranenko⁴

^{1, 3, 4} National Research Center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russian Federation

² All-Russian Public Opinion Research Center (VTsIOM), Moscow, Russian Federation

¹ Balyakin_AA@nrcki.ru

² mamonovmv@mail.ru

³ Nurbina_MV@nrcki.ru

⁴ Taranenko_SB@nrcki.ru

Abstract

The application of predictive systems in education based on the use of big data technologies through the management of the digital footprint of students is discussed. The main attention is paid to the accepted managerial decisions. Issues of a technical plan, methodological nature, and legal regulation are not considered in the paper. The current trends in the formation of a digital footprint of students are described, the risks and challenges of introducing digital technologies into the educational sphere are formulated. Two approaches to optimizing the collected data are described: the gamification of education with the creation of a data collection environment and the use of specialized approaches in data processing. With regard to the second approach, the important role of a priori algorithms and expert assessments used in the process of processing the digital footprint has been revealed. A parallel is drawn with the use of big data in science, the importance of repeatedly accessing data and the use of proven methods for extracting information from unstructured data lakes is shown. It is shown that in the educational sphere, digitalization processes are expressed in the strengthening of the role of external stakeholders not related to the state. These trends come into conflict with state interests which lead to the active intervention of the authorities in the educational process. According to the authors, there is a prospect of forced formation of a digital footprint. In order to solve the emerging difficulties associated with the conflict between social and technical, it is proposed to focus on the development of a digital culture and the widespread introduction of the ethics of handling big data.

Keywords: digital footprint, big data, education, digitalization, models

For citation: Balyakin A. A., Mamonov M. V., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Digital footprint in education: from science to society [Tsifrovoy sled v obrazovanii: ot nauki k obshchestvu]. *Nauchno-pedagogicheskoye obozreniye – Pedagogical Review*, 2022, vol. 5 (45), pp. 9–19. <https://doi.org/10.23951/2307-6127-2022-5-9-19>

Одной из наиболее емких сфер деятельности для внедрения цифровых технологий является образование. Использование цифровых технологий, прежде всего технологий больших данных (big data), в образовании является в настоящее время как очевидной реальностью, так и необходимостью [1, 2]. Новые технологии позволяют пренебречь рядом физических преград для коммуникации в образовательной среде (ограниченный временной ресурс, удаленность, ограничения, связанные с пандемией).

Спектр применения цифровых технологий в образовании чрезвычайно широк, к числу наиболее перспективных относятся следующие:

- технологии подачи учебного материала [1];
- цифровизация управления в образовании [3];
- цифровой след (digital footprint) учащихся [4, 5];

- система создания умной среды для студентов и школьников [6, 7];
- электронная интернационализация научно-образовательной деятельности [8].

Цифровизация затрагивает не только содержание образования, но и его организацию [9]. Преподаватель из носителя переданных знаний и навыков превращается в штурмана, который помогает ориентироваться в базах знаний. Педагогическая работа приобретает новый характер и наполняется новыми смыслами. Так, одним из частных вопросов, привлекающих внимание в педагогической среде, является оптимизация выбора учащимися образовательной траектории. При этом предлагается внести новый смысл в понятие «эффективность» и сменить подход в пользу рекомендательных систем, формирующихся на основании цифрового следа учащихся [4, 5, 9].

Цифровизация образования при всех своих плюсах, как показывает отечественный и международный опыт, является необходимым, но не достаточным условием для повышения эффективности воспитательной и учебной работы. Активное внедрение цифровых технологий способствует улучшению работы отдельных творческих педагогов, но оно не способно повысить эффективность традиционно организованного образовательного процесса [10].

Одними из перспективных направлений использования в образовании цифровизации в целом и цифрового следа в частности являются создание и анализ цифровых коммуникаций образовательного учреждения во внешнем образовательном пространстве. Такие цифровые коммуникации и анализ совокупности всей сформированной цифровой повестки позволят создать положительный бренд образовательных учреждений, встроиться в общероссийскую и международную научно-образовательную интернет-коммуникацию и обеспечить экспорт российского образования [11, 12].

С другой стороны, в качестве вспомогательного средства, одного из новых инструментов оптимизации процессов образования цифровые технологии могут и должны активно использоваться. Наиболее очевидное решение в образовательной сфере – интеллектуальный анализ образовательных данных для прогнозирования академических успехов учащихся [13]. Причем полезными оказываются как данные, непосредственно относящиеся к образовательному процессу, так и дополнительная информация, содержащая в том числе демографические данные учащихся, психологические характеристики студентов, учителей и родителей [6].

Этот подход в разной степени уже успешно реализуется у нас в стране и за рубежом. Так, в 2013 г. английский Университет Ноттингем Трент провел эксперимент и внедрил систему аналитики больших данных различных студенческих результатов в виде панели мониторинга [14]. Целью внедрения такой системы было получение представления о степени участия студентов в учебном процессе и, как следствие, уменьшение количества отчислений учащихся, а также укрепление чувства принадлежности к университету. Специально сконструированная панель мониторинга показывала информацию о вовлеченности конкретного студента в сравнении с сокурсниками, о времени работы в библиотеке, изучаемых курсах, посещаемости и прочее. Информация была доступна всем студентам, преподавателям и кураторам. Результаты по итогам 3 лет применения системы показали, что 72 % первокурсников использовали эту систему и позитивно ее оценивали. С 2018 г. Московская государственная юридическая академия имени О. Е. Кутафина (Россия) внедряет виртуальную образовательную среду, позволяющую студентам фиксировать свои результаты научной и иной деятельности в академии, записываться на консультации и дополнительные курсы [15].

В настоящей работе мы рассматриваем частный случай использования технологий больших данных, используемых для анализа цифрового следа учащегося. Практически речь идет о создании на базе технологий обработки больших данных предсказательных систем в сфере обучения. Источником данных выступает цифровой след учащихся. Под данным термином понимают весь набор данных, который может быть отнесен к конкретному индивидууму, сгенерированный осознанно или неосознанно, аккумулированный и обработанный при помощи технологии больших данных.

В статье используются аналитические методы (анализ, синтез и т. п.), задействованные в современных гуманитарных науках. В ходе исследования авторы использовали комплексный подход к анализу взаимодействия большого числа акторов. Работа носит обзорный характер и представляет собой попытку анализа переноса цифровых технологий из науки в систему образования. Толчком к указанным исследованиям послужили предыдущие работы авторского коллектива по изучению установок класса Mega Science и специфики использования экспертных систем в научной сфере.

Отметим, что предпринимаемая нами попытка рассмотреть специфику формирования и использования цифрового следа в образовании лежит исключительно в разрезе принимаемых управленческих решений и их влияния на общество. Вопросы технического плана, методического характера (использование цифровых технологий непосредственно в образовательном процессе), правового регулирования (защиты данных) в настоящей статье не рассматриваются.

Первоначально предполагалось, что цифровой след формируется на основании сбора и анализа доступных данных об учащемся [14, 16]. Как правило, источником выступают оцифрованные данные об успеваемости, работы учащегося и результаты тестов (контрольных работ). Фактически это расширенное тестирование личностного профиля (типа MMPI), переведенное в цифровой формат.

Однако пандемия подчеркнула необходимость использования новых инструментов, которые могли бы обеспечить индивидуализацию образования при непрерывности процесса в изменившихся мировых реалиях. Появилось требование осознанного формирования цифрового следа и его использования. Однако возник ряд сложностей. Так, в рамках деятельности Университета 20.35 в области цифрового образования в ходе ряда длительных мероприятий был организован процесс сбора данных для формирования цифрового следа участников. Согласно оценкам организаторов, полезная информация составляла более 51 % от общего объема загружаемых данных. Причем на начальном этапе она составляла 98 % [7].

Проведенные исследования позволили сформулировать требования на информацию, используемую для формирования цифрового следа [7]:

1. Максимальная предметность модели, что позволяет автоматизировать процесс отбора и анализа информации.
2. Превалирование результата (итоговый «артефакт») над процессом (образование в виде лекций, мероприятий *per se*).
3. Возможность разделить приобретаемые компетенции на hard и soft skills.

Очевидно, что необходимо регулировать процессы, позволяющие оптимизировать сбор и использование цифрового следа, причем не только в техническом разрезе (реализация технологий прогностического или предиктивного моделирования посредством аппарата нейронных сетей и методов глубокого машинного обучения [2, 3, 6, 17]), но и в организационном. Так, на основании опыта сбора информации (как в сфере образования [6], так и опираясь на опыт функционирования крупных научных установок класса megascience, продуцирующих огромные массивы информации [18]) было принято решение о максимальном наполнении озера данных (data lake – полный неструктурированный массив данных об индивидууме), из которого уже при помощи технологий больших данных будет извлекаться информация. При этом ввиду постоянного прогресса в вычислительных мощностях и разработке новых алгоритмов требуется предусмотреть возможность неоднократного обращения к данным (например, для их повторной обработки). Данный подход реализуется на основании принципа FAIR [19], активно внедряемого в научных исследованиях и в настоящее время переносимого в плоскость практического использования.

Извлекаемые данные могут носить характер «неожиданного знания» (unintentionally produced knowledge), и до сих пор неясно, как их атрибутировать и каким образом распределяются права на их использование.

Важным прикладным вопросом является интерпретация полученных данных, используемых моделей и алгоритмов [20, 21]. Признается, что для построения адекватной модели можно/нужно пользоваться априорными предположениями. В каком направлении будут лежать данные цифрового следа обучающегося? Можно ли их спрогнозировать? Традиционный подход заключался в том, что основным источником формирования самоопределения (выбора направления развития) были строго определенные факторы, задаваемые действующими социальными институтами: социумом, государством, церковью, традициями и обычаями. То есть ранее выбор был строго детерминирован, набор профессий фактически ограничен, а их популярность (и, соответственно, получаемые ответы) находилась в узком диапазоне, соответственно, было легко алгоритмизировать данную задачу и во многом предугадать результат.

Попыткой уйти от такой предопределенности можно считать подход Высшей школы экономики по продвижению пассивного образования. Предлагается осуществить синтез дистанционной и автономной моделей образования, который включает разработку, апробацию и переход к массовому использованию с 2023 г. принципиально новых цифровых учебно-методических комплексов (ЦУМК), частично или полностью замещающих традиционные учебники. Построенные на технологиях ИИ и экспертных систем, эти комплексы подстраиваются под основные индивидуальные особенности обучающихся, обеспечивая успешное освоение материала основной, отстающей и опережающей группами учеников, учащимися с выраженными особенностями восприятия (например, преимущественно образное и преимущественно логическое мышление) [22].

Указанные подходы тем не менее не учитывают, что в эпоху перехода к инновационной экономике (при несформировавшихся новых институтах) зачастую формулирование, становление и реализация распространяющихся на все общество задач развития переложено на бизнес, крупные корпорации. Происходит, как по аналогии с правом в цифровой экономике, усиление роли внешних заинтересованных, не связанных с государством [23]. Следовательно, сам выбор становится ситуативен и спонтанен, подвержен влиянию ситуационных факторов и эмоций, обусловлен получением мгновенной выгоды или эмоциональной окраской [24].

Эти тенденции вступают в противоречие с государственными интересами, направленными в том числе на долгосрочное проектирование образовательной среды, поставляющей ценные кадры развития стратегически важных отраслей производства. Государство заинтересовано в получении нужного цифрового следа (минимального по объему, достаточного для анализа, несущего черты «правильной» информации), достаточного для использования технологии больших данных, с целью его последующей обработки. Соответственно, появляется перспектива принудительного формирования цифрового следа. Одним из вариантов является обязательный перевод всех госслужащих и бюджетников на российские мессенджеры, почту и сервисы видео-конференц-связи. В 2022 г. эту инициативу планируется распространить на преподавателей школ и вузов, которые смогут общаться с родителями, школьниками и студентами только через российские IT-сервисы [25]. Полученные данные в агрегированном и обезличенном виде планируется использовать для принятия решений в сфере управления образованием.

Аналогичную политику реализуют и частные компании (прежде всего социальные сети), продающие (или передающие по запросу компетентных органов) эту информацию представителям власти. Так, по данным Clario на июль 2021 г., Facebook собирал 70,59 % персональных данных, Instagram – 58,82 %, Tinder – 55,88 % и Grindr – 52,94 % [26].

Помимо количества, растет запрос к качеству собираемых данных. Университетом 20.35 было предложено два подхода, повышающих эффективность цифрового следа [27]. Во-первых, создание специализированной среды, в которой облегчается продуцирование цифрового следа (специально оборудованном пространстве, где активность людей может быть зафиксирована в точной и многоаспектной цифровой модели). Это геймификация образования, или так называемый Edutainment

[28, 29]. Отметим, что аналогичные процессы наблюдаются и в научной среде, когда специализированная среда (например, «Майнкрафт») используется для размещения цифрового следа уникальных научных установок [30].

Во-вторых, развитие культуры и компетенций создателей цифрового следа и его потребителей (заказчиков). Это предполагает как формирование новой этики взаимодействия человека в цифровой среде (в первую очередь разработчиков алгоритмов и потребителей цифрового контента), так и оптимизацию используемых алгоритмов обработки и представления (прежде всего визуализации) информации. Второй путь для человека означает *nosce te ipsum*: «если вы хотите сохранить хотя бы частичный контроль над своей жизнью и будущим мира, вы должны бежать быстрее алгоритмов Amazon и государства и познать себя раньше, чем это сделают они» [31].

Неизбежным недостатком большого объема данных, принудительно создаваемого в интересах общества, становится риск слишком раннего (априорного) определения траектории индивидуальной перспективы. Это накладывается на неизбежное запаздывание как при внедрении цифровой трансформации, так и при использовании полученных результатов [9, 32]. Необходимо использование специальных алгоритмов и технологий для перевода данных цифрового следа из прошлого (ретроспективного следа) в будущее. Получается, что цифровой след учащегося разбивается, как минимум, на две траектории: для доцифровой эпохи достаточно изучить традиционные ценности, социально одобряемые и реализуемые учащимся, а для современного учащегося требуется делать «последовательность кадров» (т. е. нужен снимок цифрового мира в динамике).

Особенностью современного ученика является высокая лабильность мышления, отсутствие устоявшихся правил и авторитетов, гибкость, объемность, многозначность [24]. Практически ранее работал переход из реального мира в цифровой (оцифровка данных), а сейчас реализуется обратная динамика. Алгоритмы (сделанные на основании правил, идей и предположений доцифровой эпохи) не работают для молодых людей, которые физически существуют в условиях повсеместного использования цифровых технологий. Это приводит к высокой роли выбора априорных алгоритмов (моделей), применяемых для обработки данных.

При развитии цифровых технологий необходимо учитывать преимущества и риски применения технологии искусственного интеллекта, больших данных и сопряженных технологий для достижения целей сбалансированного развития человечества [33]. В этом направлении представляется целесообразным использование цифровых технологий в образовании. Использование цифрового следа позволит развить рекомендательные системы принятия решений, когда «дружелюбный ИИ» выступает как советчик, навигатор для развития человека. С целью преодоления вызовов жизненно необходимо использовать подход цифровизации сверху вниз и при этом направлять творческую энергию и жизненные силы снизу вверх [34].

Образование, которое является основным фактором дифференциации нашего времени, становится все более и более творческим, критическим, направленным на решение проблем и принятие решений, а также содействует общению и сотрудничеству, формированию новых потенциальных инструментов наряду с использованием существующих технологий и, что наиболее важно, развитию социальных и эмоциональных навыков, которые помогают людям жить и работать вместе.

Осознанность в вопросах выбора становится ключевым требованием при формировании стратегии развития. Общество (через государство и его институты) должно забрать у экономических агентов право определять приоритеты. Надо ориентироваться на задачи, стоящие перед государством, и на следование национальным интересам.

При этом авторы уверены, что цифровой след не решит проблем оптимизации образования. Как показывает наш анализ, использование цифрового следа в образовании будет сопровождаться следующими особенностями:

– технологии больших данных получили право быть критерием в процессе принятия решений по организации и управлению образовательными процессами. Роль собираемых данных и принимаемых на основе их анализа решений будет лишь возрастать как в сфере науки и образования, так и в повседневной жизни;

– количество данных (озера данных) будет нарастать, этот процесс будет лишь ускоряться. Более того, в относительно ближайшем будущем формирование цифрового следа в каком-либо виде станет обязательным. На данный момент неясно, какой механизм принуждения будет реализован (материальная стимуляция, убеждения, отказ в доступе к благам, приказ и пр.);

– необходимо помнить об ответственности, которую на нас возлагают цифровые технологии, и создавать данные сознательно. Практически большие данные должны быть этичны по своему происхождению;

– аналогичные требования будут накладываться на «заказчика» («потребителя») данных. Государство (общество), помимо иерархии власти, должно формировать иерархию блага [35]. В настоящее время идут активные дискуссии, как это будет реализовано: в виде идеологии (условные «точки контроля») или алгоритмов (априорно прошитые модели). США идут по пути «исправления» полученных решений искусственным образом, КНР делает упор на идеологию программистов и заказчиков алгоритмов («правильные» задачи). ЕС предлагает ввести градацию алгоритмов (разрешенные – частично разрешенные – запрещенные). Российская Федерация пока не сформулировала свою собственную позицию [36];

– становится возможным чрезмерно раннее самоопределение человека при одновременной неоднозначности выводов на основании цифрового следа;

– критически важным становится наличие обратной связи «общество – технологии» (прежде всего через науку). Процесс влияния алгоритмов на человека нельзя считать односторонним. Это означает, что жизненно необходимо критическое мышление, осознанный, ответственный выбор. Возможным решением является более широкое использование экспертных панелей, предполагающих «коллективную ответственность» при формулировке решений.

Авторы верят, что все перечисленные сложности будут успешно преодолены и прогресс науки и технологий будет способствовать построению сбалансированного справедливого общества, выраженного в том числе и в новых педагогических формах и форматах.

Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс потребует также доработки и нормативных документов, что в настоящее время несколько затруднительно. Вместе с тем законодательные пробелы не являются непреодолимыми и уже сейчас Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» содержит указание на возможность применения электронного обучения, что как минимум говорит о готовности к трансформации. 16 июля 2021 г. приказом Росстандарта утвержден ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2021 «Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь» – терминологический стандарт, ставший первым отечественным нормативно-техническим документом в сфере больших данных (Big data).

Список литературы

1. Седова А. П., Крюкова А. А. Применение технологии Big data в сфере образования // *Science Time*. 2015. № 11 (23). С. 505–509.
2. Fischer C., Pardos Z., Baker R. S., Williams J. J., Smyth P., Yu R., Slater S., Baker R., Warschauer M. Mining big data in education: Affordances and challenges // *Review of Research in Education*. 2020. № 44 (1). P. 130–160.
3. Ben Kei Daniel. Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice. Springer, 2016. 272 p.
4. Ferriter W.M. Digitally Speaking. Positive Digital Footprints // *Educational Leadership*. 2011. № 68 (7). P. 92–93.
5. The digital footprint: new challenges for the education system in the Data era. URL: <https://habr.com/ru/post/513616> (дата обращения: 21.05.2022).

6. Mobasher G., Shawish A., Ibrahim O. Educational data mining rule based recommender systems // CSEU (1). 2017. P. 292–299.
7. 20.35 University. URL: <https://2035.university> (дата обращения: 21.05.2022).
8. Бакуменко О. Электронная интернационализация и научные бренды университетов. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/nuzhna-li-rossiyskim-universitetam-elektronnaia-internatsionalizatsiya-nauchnoy-deyatelnosti> (дата обращения: 21.05.2022).
9. Акимова О. Б., Щербин М. Д. Цифровая трансформация образования: своевременность учебно-познавательной самостоятельности обучающихся // Инновационные проекты и программы в образовании. 2018. № 1. С. 27–34.
10. Крамаренко Н. С., Квашин А. Ю. Психологические и организационные аспекты введения цифрового образования, или Как внедрение инноваций не превратить в «цифровой колхоз» // Вестник МГОУ. 2017. № 4. С. 1–16.
11. Аверьянов А. О., Гуртов В. А., Семенов Д. Н., Круглов В. И. Развитие экспорта российского образования: ориентация на потребность национальных рынков труда // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 4. С. 9–21.
12. Приоритетный проект «Развитие экспортного потенциала российской системы образования». URL: <http://government.ru/projects/selection/653> (дата обращения: 21.05.2022).
13. Buniyamin N., bin Mat U. B., Arshad P. M. Educational data mining for prediction and classification of engineering students achievement // 2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED). IEEE, 2015. P. 49–53.
14. Аналитика больших данных и Machine Learning в образовании: 5 кейсов из вузов. URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/big-data-analytics-education-cases.html> (дата обращения: 21.05.2022)
15. Виртуальная образовательная среда МГЮА. URL: <https://sdo.msal.ru/admin/tool/dataprivacy/summary.php?lang=ru> (дата обращения: 21.05.2022).
16. Богачева Н. В., Сивак Е. В. Мифы о поколении Z // Современная аналитика образования. Вып. 22, № 1. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2019. 64 с.
17. Саймон Х. Нейронные сети: полный курс: пер. с англ. М.: Вильямс, 2008. 1103 с.
18. Balyakin A. A., Nurakhov N. N., Nurbina M. V. Digital Twins vs Digital Trace in Megascience Projects // Information Technology and Systems. 2021. AISC 1330. P. 534–539.
19. Балякин А. А., Малышев А. С. Управление большими данными в исследовательских инфраструктурах // Открытые системы. 2020. № 3. С. 33–35. URL: <https://www.osp.ru/os/2020/03/13055606> (дата обращения: 21.05.2022).
20. Balyakin A. A., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Ethics in Big Data: Myth or Reality // Information Technology and Systems. 2021. AISC 1330. P. 14–22.
21. Birhane A. Algorithmic injustice: a relational ethics approach // Perspective. 2021. Patterns 2. Vol. 2 (2). 100205. February 12.
22. Школа цифрового века. URL: <https://www.hse.ru/twelve/part2> (дата обращения: 21.05.2022).
23. Жулего В. Г., Балякин А. А., Нурбина М. В., Тараненко С. Б. Цифровизация общества: новые вызовы в социальной сфере // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2019. № 9-2. С. 36–43.
24. Грекова А. А. Особенности мышления представителей «цифрового поколения» // Вестник ЮУрГУ. 2019. Т. 12, № 1. Серия: Психология. С. 28–38.
25. Частно-государственное партнерство. Учителей и чиновников переведут на российские мессенджеры // Коммерсант. 10 августа 2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4936094> (дата обращения: 21.05.2022).
26. Big brother brands report: which companies might access our personal data the most? URL: <https://clario.co/blog/which-company-uses-most-data/> (дата обращения: 21.05.2022).
27. Цифровой след: новые задачи системы образования в эпоху данных. URL: <https://habr.com/ru/post/513616/> (дата обращения: 21.05.2022).
28. Геймификация в образовании: виды, компоненты, примеры. URL: <https://vuz24.ru/news/fakty-i-sobytiya/gejmifikaciya-v-obrazovanii-vidy-komponenty-primery> (дата обращения: 21.05.2022).
29. Virtual Reality A Big Part Of Dallas ISD’s New ‘Hybrid’ School. URL: <https://dfw.cbslocal.com/2021/08/23/virtual-reality-big-part-dallas-isd-new-hybrid-school> (дата обращения: 21.05.2022).
30. Nurbina M. V., Nurakhov N. N., Balyakin A. A., Tsvetus N. Yu. Mega Science Projects for Business // ИИЕТ 2020. AISC 2021. P. 488–492.

31. Harari Y. N. 21 Lessons for the 21st Century. Vintage Digital, 2018. P. 416.
32. Крамаренко Н. С. Самоосуществление человека в условиях реального и виртуального мира: субъектный подход: дис. ... канд. пед. наук. М., 2014.
33. Vinuesa R., Azizpour H., Leite I. et al. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals // *Nature Communications*. 2020. № 11. P. 233.
34. Сапрыкина А. Цифровизация сверху вниз. URL: <https://www.comnews.ru/content/208353/2020-07-30/2020-w31/cifrovizaciya-sverkhu-vniz> (дата обращения: 21.05.2022).
35. Кай-Фу Ли. Сверхдержавы искусственного интеллекта. Китай, Кремниевая долина и новый мировой порядок. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 240 с.
36. Balyakin A. A., Mamonov M. V., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Digital Footprint and Education: Some Remarks // *Perspectives and Trends in Education and Technology. Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer, Singapore. Vol. 256. P. 485–493. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_40

References

1. Sedova A. P., Kryukova A. A. Primeneniye tekhnologii Big Data v obrazovanii [Application of Big Data technology in education]. *Science Time*, 2015, no. 11 (23). pp. 505–509 (in Russian).
2. Fischer C., Pardos Z., Baker R. S., Williams J. J., Smyth P., Yu R., Slater S., Baker R., Warschauer M. Mining big data in education: Affordances and challenges. *Review of Research in Education*, 2020, no. 44 (1), pp. 130–160.
3. Ben Kei Daniel. *Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice*. Springer, 2016. 272 p.
4. Ferriter W. M. Digitally Speaking. Positive Digital Footprints. *Educational Leadership*, 2011, no. 68 (7), pp. 92–93.
5. *The digital footprint: new challenges for the education system in the Data era*. URL: <https://habr.com/ru/post/513616> (accessed 21 May 2022).
6. Mobasher G., Shawish A., Ibrahim O. Educational data mining rule based recommender systems. *CSEdu* (1), 2017, pp. 292–299.
7. *20.35 University*. URL: <https://2035.university> (accessed 21 May 2022).
8. Bakumenko O. *Elektronnaya internatsionalizatsiya i nauchnyye brendy universitetov* [Electronic internationalization and scientific brands of universities] (in Russian). URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/nuzhna-li-rossiyskim-universitetam-elektronnaya-internatsionalizatsiya-nauchnoy-deyatelnosti> (accessed 21 May 2022).
9. Akimova O. B., Tcherbin M. D. Tsifrovaya transformatsia obrazovaniya: svoeyvremennost' uchebno-poznavatel'noy samostoyatel'nosti obuchayushikhsya [Digital transformation of education: timeliness of educational and cognitive independence of students]. *Innovatsionnyye proyekty i programmy v obrazovanii – Innovative projects and programs in education*, 2018, no. 1, pp. 27–34 (in Russian).
10. Kramarenko N. S., Kvashin A. Yu. Psikhologicheskiye i organizatsionnyye aspekty vvedeniya tsifrovogo obrazovaniya, ili Kak vnedreniye innovatsii ne prevratit' v "tsifrovoy kolkhoz" [Psychological and organizational aspects of the introduction of digital education, or how the introduction of innovations cannot be turned into a "digital collective farm"]. *Vestnik MGOU – Bulletin of Moscow Region State University*, 2017, no. 4, pp. 1–16 (in Russian).
11. Aver'yanov A. O., Gurtov V. A., Semenov D. N., Kruglov V. I. Razvitiye eksporta rossiyskogo obrazovaniya: orientatsiya na potrebnost' natsional'nykh rynkov truda [Export development of Russian education: focus on the needs of national labor markets]. *Vysheye obrazovaniye v Rossii – Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 4, pp. 9–21 (in Russian).
12. *Prioritetnyy projekt "Razvitiye eksportnogo potentsiala rossiyskoy sistemy obrazovaniya"* [Priority project "Development of the export potential of the Russian education system"] (in Russian). URL: <http://government.ru/projects/selection/653> (accessed 21 May 2022).
13. Buniyamin N., bin Mat U. B., Arshad P. M. Educational data mining for prediction and classification of engineering students achievement. *2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED)*. IEEE, 2015. Pp. 49–53.
14. *Analitika bol'shikh dannykh i Machine Learning v obrazovanii: 5 keysov iz vuzov* [Big data analytics and Machine Learning in education: 5 cases from universities] (in Russian). URL: <https://www.bigdataschool.ru/blog/big-data-analytics-education-cases.html> (accessed 21 May 2022).

15. *Virtual'naya obrazovatel'naya sreda MGYuA* [Virtual educational environment of Moscow State Law Academy] (in Russian). URL: <https://sdo.msal.ru/admin/tool/dataprivacy/summary.php?lang=ru> (accessed 21 May 2022).
16. Bogacheva N. V., Sivak E. V. *Sovremennaya analitika obrazovaniya* [Modern analytics of education]. *Mify o pokolenii Z* [Myths about Generation Z]. Moscow, HSE Publ., 2019. 64 p. (in Russian)
17. Saymon Kh. *Neyronnyye seti: polnyy kurs*. Perevod s angliyskogo [Neural networks: Full course]. Translated from English. Moscow, Williams Publ., 2008. 1103 p. (in Russian).
18. Balyakin A. A., Nurakhov N. N., Nurbina M. V. Digital Twins vs Digital Trace in Megascience Projects. *Information Technology and Systems*, 2021. AISC 1330. P. 534–539.
19. Balyakin A. A., Malyshev A. S. Upravleniye bol'shimi dannymi v issledovatel'skikh infrastrukturakh [Big data management in research infrastructures]. *Otkrytyye sistemy – Open Systems*, 2020, no. 3, pp. 33–35 (in Russian). URL: <https://www.osp.ru/os/2020/03/13055606> (accessed 21 May 2022).
20. Balyakin A. A., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Ethics in Big Data: Myth or Reality. In: A. Rocha et al. (eds.) *Information Technology and Systems*, 2021, AISC 1330, pp. 14–22.
21. Birhane A. Algorithmic injustice: a relational ethics approach. *Perspective*, 2021, patterns 2, vol. 2 (2), 100205, February 12.
22. *Shkola tsifrovogo veka* [School of the digital age] (in Russian). URL: <https://www.hse.ru/twelve/part2> (accessed 21 May 2022).
23. Zhulego V. G., Balyakin A. A., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Tsifrovizatsia obschestva: novyye vyzovy v sotsial'noy sfere [Digitalization of society: new challenges in the social sphere]. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava – Bulletin of the Altay Academy of Economics and Law*, 2019, no. 9-2, pp. 36–43 (in Russian).
24. Grekova A. A. Osobennosti myshleniya predstaviteley “tsifrovogo pokoleniya” [Features of thinking of representatives of the “digital generation”]. *Vestnik YuUrGU – Bulletin of South Ural State University. Series: Psychology*, 2019, vol. 12, no. 1, pp. 28–38 (in Russian).
25. Chastno-gosudarstvennoye partnerstvo. Uchiteley i chinovnikov perevedut na rossiyskiye messendzhery [Chat-public partnership. Teachers and officials will be transferred to Russian messengers]. *Kommersant*, August 10, 2021. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4936094> (accessed 21 May 2022).
26. *Big brother brands report: which companies might access our personal data the most?* URL: <https://clario.co/blog/which-company-uses-most-data> (accessed 21 May 2022).
27. *Tsifrovoy sled: novyye zadachi sistemy obrazovaniya v epokhu dannyykh* [Digital footprint: new challenges for the education system in the age of data] (in Russian). URL: <https://habr.com/ru/post/513616> (accessed 21 May 2022).
28. *Geymifikatsiya v obrazovanii: vidy, komponenty, primery* [Gamification in education: types, components, examples] (in Russian). URL: <https://vuz24.ru/news/fakty-i-sobytiya/gejmifikatsiya-v-obrazovanii-vidy-komponenty-primery> (accessed 21 May 2022).
29. *Virtual Reality A Big Part Of Dallas ISD's New 'Hybrid' School*. URL: <https://dfw.cbslocal.com/2021/08/23/virtual-reality-big-part-dallas-isd-new-hybrid-school/> (accessed 21 May 2022).
30. Nurbina M. V., Nurakhov N. N., Balyakin A. A., Tsvetus N. Yu. Mega Science Projects for Business. In: T. Ahram et al. (Eds.) *IHIET*, 2020, AISC, 2021. Pp. 488–492.
31. Harari Y. N. *21 Lessons for the 21st Century*. Vintage Digital, 2018. 416 p.
32. Kramarenko N. S. *Samoosuschestvleniye cheloveka v usloviyakh real'nogo i virtual'nogo mira: sub'ektivnyy podkhod*. Dis. kand. ped. nauk [Self-realization of a person in the conditions of the real and virtual world: a subjective approach. Diss. cand. ped. sci.]. Moscow, 2014. 314 p. (in Russian).
33. Vinuesa R., Azizpour H., Leite I. et al. The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*, 2020, no. 11, 233 p.
34. Saprykina A. *Tsifrovizatsiya sverkhu vniz* [Digitalization from top to bottom] (in Russian). URL: <https://www.comnews.ru/content/208353/2020-07-30/2020-w31/cifrovizatsiya-sverkhu-vniz> (accessed 21 May 2022).
35. Kai-Fu Lee. *Sverkhderzhavy iskusstvennogo intellekta: Kitay, Kremniyevaya dolina i novyy mirovoy poryadok* [The superpowers of artificial intelligence. China, Silicon Valley and the New World Order]. Moscow, Mann, Ivanov & Ferber Publ., 2019. 240 p. (in Russian).
36. Balyakin A. A., Mamonov M. V., Nurbina M. V., Taranenko S. B. Digital Footprint and Education: Some Remarks. In: Mesquita A., Abreu A., Carvalho J. V. (eds.) *Perspectives and Trends in Education and Technology. Smart Innovation, Systems and Technologies*. Springer, Singapore. Vol. 256. Pp. 485–493. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5063-5_40

Информация об авторах

Балякин А. А., кандидат физико-математических наук, начальник информационно-аналитического отдела, Курчатовский институт (пл. Академика Курчатова, 1, Москва, Россия, 123182).

E-mail: Balyakin_AA@nrcki.ru

Мамонов М. В., кандидат политических наук, руководитель практики политического анализа и консультирования, Всероссийский центр изучения общественного мнения (ул. Пречистенка, 38, Москва, Россия, 119034).

E-mail: mamonovmv@mail.ru

Нурбина М. В., ведущий специалист информационно-аналитического отдела, Курчатовский институт (пл. Академика Курчатова, 1, Москва, Россия, 123182).

E-mail: Nurbina_MV@nrcki.ru

Тараненко С. Б., главный советник Администрации Президента РФ, Курчатовский институт (пл. Академика Курчатова, 1, Москва, Россия, 123182).

E-mail: Taranenko_SB@nrcki.ru

Information about the authors

Balyakin A. A., Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Head of the Information and Analytical Department, Kurchatov Institute (pl. Akademika Kurchatova, 1, Moscow, Russian Federation, 123182).

E-mail: Balyakin_AA@nrcki.ru

Mamonov M. V., Candidate of Political Sciences, Head of the Political Analysis and Consulting Practice, All-Russian Public Opinion Research Center (ul. Prechistenka, 38, Moscow, Russian Federation, 119034).

E-mail: mamonovmv@mail.ru

Nurbina M. V., Leading Specialist of the Information and Analytical Department, Kurchatov Institute (pl. Akademika Kurchatova, 1, Moscow, Russian Federation, 123182).

E-mail: Nurbina_MV@nrcki.ru

Taranenko S. B., Chief Advisor to the Presidential Administration, Kurchatov Institute (ploshchad' Akademika Kurchatova, 1, Moscow, Russian Federation, 123182).

E-mail: Taranenko_SB@nrcki.ru

Статья поступила в редакцию 09.06.2022; принята к публикации 01.09.2022

The article was submitted 09.06.2022; accepted for publication 01.09.2022