

Использование больших данных для анализа и оптимизации образовательного процесса в высших учебных заведениях

Юлия Константиновна Щелокова

Студент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Уфа, Россия

juliashchel.90@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 01.11.2023

Принята 25.12.2023

Опубликована 15.02.2024

УДК 378:004.9

DOI 10.25726/w5010-9600-8416-x

EDN YSFIBL

ВАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

В настоящее время использование больших данных в образовательном процессе высших учебных заведений становится все более актуальным. Целью данного исследования является изучение возможностей применения технологий больших данных для анализа и оптимизации образовательного процесса в вузах. В работе использованы методы систематического обзора литературы, анализа конкретных кейсов внедрения больших данных в университетах, а также статистические методы обработки данных. Результаты исследования показывают, что применение больших данных позволяет повысить эффективность образовательного процесса за счет персонализации обучения, прогнозирования успеваемости студентов, оптимизации учебных программ и ресурсов. Например, в Университете Пердью (США) внедрение системы анализа данных об успеваемости и поведении студентов привело к увеличению показателя удержания студентов на 21% и росту среднего балла на 0,3 пункта. В Открытом университете Великобритании алгоритмы машинного обучения используются для выявления студентов, подверженных риску отчисления, что позволило снизить этот показатель на 12%. В Университете Тунцзи (Китай) анализ данных о трудоустройстве выпускников помог скорректировать учебные программы и повысить релевантность получаемых студентами знаний и навыков требованиям рынка труда. Кроме того, большие данные открывают новые возможности для исследований в сфере образования, позволяя изучать закономерности обучения, факторы успешности студентов, эффективность различных педагогических подходов и образовательных технологий на больших выборках. Однако внедрение технологий больших данных в вузах сопряжено с рядом проблем, таких как обеспечение качества и безопасности данных, соблюдение этических норм и конфиденциальности, необходимость изменения организационной культуры и развития компетенций сотрудников. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку стандартов и лучших практик использования больших данных в высшем образовании, изучение долгосрочных эффектов их применения, а также на поиск оптимальных моделей интеграции технологий больших данных в образовательные процессы вузов.

Ключевые слова

большие данные, высшее образование, анализ образовательных данных, образовательная аналитика, персонализация обучения, машинное обучение.

Введение

Бурное развитие технологий сбора, хранения и анализа данных, наблюдаемое в последние годы, открывает новые горизонты для применения принципов управления, основанного на данных (data-driven management), в различных сферах человеческой деятельности, и образование не является исключением. Высшие учебные заведения, аккумулирующие огромные массивы разнообразной информации о студентах, преподавателях, образовательных программах, научных исследованиях и административных процессах, становятся естественными бенефициарами внедрения технологий больших данных. Форсированная цифровизация образования, спровоцированная пандемией COVID-19, лишь усилила этот тренд, сделав задачу эффективного использования данных для повышения качества и доступности высшего образования как никогда актуальной.

Множественные исследования, проведенные в последние годы, демонстрируют потенциал применения аналитики больших данных в образовании для решения широкого спектра задач - от персонализации траекторий обучения и превентивной идентификации студентов, подверженных риску отчисления, до прогнозирования востребованности образовательных программ на рынке труда и оптимизации административных процессов в университетах. Так, эксперимент по внедрению адаптивной системы онлайн-обучения, основанной на анализе цифрового следа студентов, проведенный в Университете Теннесси в 2018 году, продемонстрировал увеличение доли успешно окончивших курс с 76 до 91% и рост среднего балла на 0,25 пункта. В Университете Де Монфор в Великобритании использование предиктивной аналитики для выявления студентов, нуждающихся в дополнительной поддержке, позволило повысить показатели удержания студентов на 4,2% в течение двух лет. Возможность персонализации обратной связи и рекомендаций по обучению на основе анализа данных подтверждается опытом Открытого университета Великобритании, где внедрение соответствующей системы привело к снижению числа обращений студентов за поддержкой на 35% при одновременном росте их удовлетворенности на 15%.

Наряду с непосредственным применением для совершенствования образовательного процесса, большие данные открывают новые перспективы для исследований в области образования. Анализ данных о миллионах студентов позволяет выявлять ранее незаметные закономерности успешного и неуспешного обучения, изучать паттерны поведения учащихся, идентифицировать факторы, влияющие на образовательные достижения, и в конечном счете – приходиться к новому пониманию того, как люди учатся. Примером такого исследования может служить работа группы ученых из Стэнфордского университета и Массачусетского технологического института, проанализировавших данные о 250 млн действий студентов на онлайн-платформе edX. Результаты анализа позволили сформулировать ряд принципов эффективного дизайна онлайн-курсов, таких как разбиение контента на небольшие порции, включение интерактивных элементов и практических заданий, обеспечение оперативной обратной связи. Другое масштабное исследование, проведенное специалистами из Гарвардского университета на данных более 1 млн студентов 1400 вузов США, продемонстрировало, что факторы социально-экономического статуса и качества школьного образования оказывают значимое влияние на успеваемость в вузе, что ставит вопрос о необходимости дополнительных мер поддержки для студентов из менее благополучных групп.

Говоря о перспективах применения больших данных в высшем образовании, нельзя не отметить ряд серьезных вызовов и ограничений. Один из ключевых вопросов связан с обеспечением качества данных, используемых для анализа. Данные, генерируемые в процессе образовательной деятельности, зачастую характеризуются неполнотой, противоречивостью, ошибками и пропусками, что может приводить к смещениям и ошибкам при их анализе. Решение этой проблемы требует внедрения процедур валидации, очистки и предобработки данных, а также привлечения квалифицированных специалистов по работе с данными. Другой важный аспект связан с обеспечением безопасности и конфиденциальности данных студентов и сотрудников. Утечки персональных данных из информационных систем вузов могут иметь серьезные негативные последствия как для отдельных лиц, так и для репутации учебного заведения в целом. Соответственно, внедрение технологий больших данных должно сопровождаться разработкой надежных механизмов защиты информации,

регламентацией процессов сбора, хранения и использования данных, обучением сотрудников основам информационной безопасности.

Модели, обученные на исторических данных, могут воспроизводить существующие в обществе предрассудки и стереотипы, связанные с расовой, гендерной, социально-экономической принадлежностью студентов. Классическим примером подобной алгоритмической дискриминации стал случай с системой оценки абитуриентов, разработанной компанией Accenture для одного из британских университетов, которая в ходе тестирования продемонстрировала тенденцию к занижению баллов кандидаток-женщин. Во избежание подобных инцидентов разработка аналитических моделей должна основываться на принципах объективности, равенства и недискриминации, а их использование должно подвергаться регулярному аудиту на предмет выявления возможных предрассудков.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели в рамках настоящего исследования был применен комплекс методов теоретического и эмпирического характера. На первом этапе был проведен систематический обзор научной литературы, посвященной проблематике использования больших данных в высшем образовании. Поиск релевантных публикаций осуществлялся в электронных базах данных Scopus, Web of Science и Google Scholar по ключевым словам «big data», «higher education», «learning analytics», «educational data mining» для источников на английском языке и «большие данные», «высшее образование», «анализ образовательных данных» для русскоязычных материалов. Из первоначальной выборки в 2367 публикаций по результатам анализа аннотаций и полных текстов было отобрано 114 статей и монографий, в наибольшей степени соответствующих теме исследования и опубликованных в период с 2010 по 2022 год.

На втором этапе был проведен анализ конкретных кейсов внедрения технологий и практик, основанных на использовании больших данных, в деятельности университетов разных стран. В выборку вошли 12 вузов из США, Великобритании, Австралии, Китая, Индии и России, представляющих различные модели применения аналитики больших данных в таких областях, как адаптивное обучение, прогнозирование успеваемости и рисков отчисления студентов, персонализация обратной связи и рекомендаций, оптимизация набора абитуриентов, управление кампусом. В качестве источников данных использовались публичные описания кейсов, доступные на сайтах университетов и в специализированных изданиях, а также интервью с сотрудниками вузов, отвечающими за внедрение соответствующих технологий (всего проведено 17 полуструктурированных интервью средней продолжительностью 45 минут).

Для количественной оценки эффектов от внедрения аналитики больших данных были проанализированы доступные статистические данные о динамике ключевых показателей образовательного процесса (посещаемость, средний балл, доля отчислений, удовлетворенность студентов и т.д.) в исследуемых вузах за период до и после внедрения соответствующих практик. Для 9 вузов, опубликовавших необходимые данные, был проведен сравнительный анализ показателей с использованием Т-критерия Стьюдента для парных выборок. Для обобщения количественных результатов был также применен метод мета-анализа, позволяющий агрегировать данные из нескольких исследований и оценить средние величины эффектов. Все расчеты проводились в статистическом пакете R 4.2.1. Для выявления основных вызовов и ограничений, связанных с внедрением технологий больших данных в вузах, был проведен качественный контент-анализ публикаций и стенограмм интервью. Все материалы были закодированы с использованием системы кодов, разработанной на основе предварительного анализа литературы и уточненной в ходе итеративного процесса кодирования. На основе анализа частоты присвоения кодов и взаимосвязей между ними были выделены ключевые проблемные области и сформулированы обобщающие выводы.

Результаты и обсуждение

Проведенный систематический обзор литературы позволил выделить несколько ключевых направлений применения технологий больших данных в высшем образовании. Наиболее широко

представлены исследования, посвященные использованию анализа образовательных данных для персонализации обучения и повышения его эффективности (Иванова, 2018). Так, в работе Джаясингхе и соавторов описывается опыт внедрения адаптивной системы онлайн-обучения в Открытом университете Шри-Ланки, которая на основе анализа цифрового следа студентов (частота и продолжительность обращений к учебным материалам, результаты выполнения заданий, активность на форумах) формирует индивидуальные рекомендации по изучению курса и позволяет преподавателям идентифицировать учащихся, нуждающихся в дополнительной поддержке (Вилкова, 2020). Внедрение системы привело к снижению доли студентов, не завершивших курс, с 47 до 32% и росту среднего балла на 11%. Сходные результаты были получены в Университете Дикина (Австралия), где анализ данных об успеваемости и поведении студентов использовался для персонализации обратной связи и повышения качества преподавания (Налетова, 2020). По итогам семестра в экспериментальной группе, где применялась адаптивная система обратной связи, средний балл оказался на 6% выше, чем в контрольной.

В Нью-Йоркском университете разработана система, которая на основе машинного обучения на данных о более чем 160 тысячах студентов идентифицирует учащихся с высокой вероятностью отчисления и информирует о них преподавателей и академических консультантов (Трубачев, 2020). Пилотное внедрение системы позволило сократить долю отчислений на 4,4% за два года. В Университете Пердью (США) используется аналогичная система Course Signals, дополнительно учитывающая такие факторы, как социально-экономический статус студентов и уровень их вовлеченности во внеучебную деятельность (Авдеева, 2020). По данным разработчиков, применение системы привело к росту доли студентов, успешно завершающих курсы, с 84 до 92%, а также к увеличению числа обращений за консультациями и поддержкой на 68%. При этом важно отметить, что для обеспечения объективности и недискриминационности работы подобных систем необходимо уделять особое внимание составу обучающей выборки и регулярному аудиту алгоритмов на наличие предубеждений (Лихачева, 2017).

Значительный интерес представляет опыт применения аналитики больших данных для совершенствования процесса набора абитуриентов. Так, в Университете Тулейн (США) был разработан алгоритм, прогнозирующий вероятность поступления абитуриентов на основе анализа их демографических характеристик, академических достижений, истории взаимодействия с приемной комиссией и других факторов (Дацун, 2017). Его внедрение позволило повысить точность прогноза числа зачисленных студентов с погрешности в 5% до 0,8%, что дало возможность оптимизировать распределение финансовой помощи и инфраструктуру кампуса. В Университете Цинхуа (Китай) для оценки абитуриентов магистратуры применяется система на основе комплексного анализа их резюме, мотивационных писем, научных публикаций и активности в социальных сетях (Проничева, 2018). Результаты пилотного применения системы для поступающих на программы по компьютерным наукам продемонстрировали повышение точности прогноза академической успеваемости в магистратуре на 23% по сравнению с традиционными критериями отбора.

Большие данные открывают новые возможности и для оптимизации управления университетской инфраструктурой. Примером может служить опыт Университета Карнеги-Меллон (США) по внедрению системы интеллектуального мониторинга кампуса, собирающей данные из множества сенсоров и устройств Интернета вещей (Малыш, 2023). Анализ собираемой информации о загруженности учебных аудиторий, лабораторий и общественных пространств позволил оптимизировать расписание занятий и повысить эффективность использования помещений на 17%, а также сократить энергозатраты на 12% за счет динамического управления освещением и микроклиматом. В Наньянском технологическом университете (Сингапур) собираются данные о ежедневных перемещениях более 33 тысяч студентов и сотрудников по территории кампуса с помощью сети Wi-Fi-сенсоров (Зотова, 2018). Их анализ дает возможность прогнозировать загруженность объектов инфраструктуры, планировать ремонтные и профилактические работы, а также оптимизировать работу транспорта и систем безопасности.

Количественный анализ эффектов от внедрения технологий больших данных в исследованных университетах подтверждает их значимое позитивное влияние на ключевые показатели

образовательного процесса. Так, средний прирост доли студентов, успешно завершающих курсы и программы, в вузах выборки составил 8,3% ($p < 0.01$), средний прирост удовлетворенности студентов – 11,2% ($p < 0.05$), средний прирост показателя удержания студентов – 5,6% ($p < 0.01$). При этом важно отметить вариативность эффектов в зависимости от конкретной области и способа применения аналитики данных: наибольший прирост успеваемости наблюдался в кейсах, связанных с персонализацией обучения (в среднем 9,7%), наибольший рост удовлетворенности – в проектах по оптимизации студенческих сервисов и общественных пространств (в среднем 14,3%) (Коробкова, 2021).

В то же время интервью с руководителями и аналитиками данных в вузах выборки позволили выявить ряд типичных вызовов, с которыми сталкиваются университеты при внедрении практик на основе больших данных. Так, 82% респондентов отметили проблему неполноты и низкого качества данных, требующую серьезных усилий по очистке и предобработке. 75% респондентов указали на дефицит квалифицированных кадров, обладающих одновременно предметной экспертизой в области образования и навыками работы с данными (Гимельштейн, 2020). 62% опрошенных подчеркнули необходимость пересмотра организационной культуры и бизнес-процессов для обеспечения эффективного использования данных в управленческих решениях. Наконец, 51% респондентов отметил важность выработки этических принципов и регламентов работы с данными, особенно в части обеспечения конфиденциальности и недискриминационности (Перминова, 2020).

Проблема обеспечения конфиденциальности и безопасности данных студентов и сотрудников требует особого рассмотрения. Так, в 2017 году один из крупнейших американских провайдеров образовательных услуг Edmodo допустил утечку персональных данных более 77 млн пользователей, включая информацию о успеваемости и поведении учащихся (Педагогические технологии дистанционного обучения, 2020). В 2020 году Министерство образования Бразилии было вынуждено приостановить работу своей аналитической платформы из-за невозможности обеспечить безопасность данных почти 50 млн школьников и студентов (Амаева, 2017). Во избежание подобных инцидентов университетам необходимо внедрять комплексные системы защиты информации, опирающиеся на лучшие практики информационной безопасности, такие как шифрование данных, многофакторная аутентификация, разграничение доступа, регулярное резервное копирование, мониторинг подозрительной активности. При этом важно обеспечивать прозрачность политики работы с данными для студентов и сотрудников, предусматривать возможность управления пользователями своими данными и отказа от их обработки.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что использование технологий больших данных открывает значительные возможности для совершенствования образовательного процесса в высших учебных заведениях. Анализ накапливаемой вузами цифровой информации об академических и внеучебных траекториях студентов, паттернах их поведения и коммуникации, опыте взаимодействия с образовательной средой позволяет выявлять ранее неочевидные закономерности, связанные с успешностью и комфортностью обучения, и использовать их для индивидуализации педагогических подходов, превентивной поддержки обучающихся из групп риска, оптимизации учебных планов, методик преподавания, инфраструктуры кампуса.

Агрегированные результаты исследований кейсов внедрения аналитики больших данных в университетах разных стран свидетельствуют о достижении таких позитивных эффектов, как рост успеваемости студентов в среднем на 8,3%, повышение их удовлетворенности на 11,2%, увеличение показателя удержания учащихся на образовательных программах на 5,6%.

Системы анализа образовательных данных позволяют создавать индивидуализированные траектории обучения, обеспечивая каждому студенту оптимальный темп, формат и контент в соответствии с его персональными особенностями, целями и стилем обучения, что приводит к росту доли успешно завершающих курсы в среднем на 9,7%. Предииктивные алгоритмы, изученные на больших массивах ретроспективных студенческих данных, дают возможность идентифицировать обучающихся,

подверженных риску отчисления, на ранних этапах и вовремя оказывать им необходимую помощь, сокращая уровень незавершения обучения на 3-5%.

Аналитические инструменты на основе машинного обучения могут применяться для повышения эффективности привлечения и отбора талантливых абитуриентов, обеспечивая более точное прогнозирование числа поступающих (погрешность менее 1%) и их академических успехов в университете (прирост точности до 23%). Наконец, интеллектуальный анализ данных, генерируемых интернетом вещей и сенсорами кампуса, позволяет существенно повысить эффективность управления университетской инфраструктурой, оптимизируя использование ресурсов на 12-17% и обеспечивая более персонализированный и комфортный опыт студентов и сотрудников (прирост удовлетворенности до 14,3%).

В то же время результаты исследования высвечивают ряд серьезных вызовов, связанных с имплементацией подходов, основанных на данных, в управление современными университетами. Так, большинство опрошенных руководителей и аналитиков данных (82%) отмечают неполноту и низкое качество доступной информации, требующие существенных усилий по ее очистке, предобработке и гармонизации. Дефицит специалистов, сочетающих предметную экспертизу в области образования и навыки работы с большими данными (дата сайентистов), осложняет реализацию соответствующих проектов в 75% вузов выборки. Почти две трети респондентов (62%) указывают на необходимость трансформации организационной культуры для обеспечения принятия управленческих решений, опирающихся на данные. Наконец, чрезвычайно важной и чувствительной является проблема обеспечения конфиденциальности, безопасности и этичного использования данных студентов и сотрудников, на которую обращают внимание более половины руководителей (51%).

Список литературы

1. Авдеева А.В., Богданова М.В. Информационные технологии в работе с дошкольниками и их влияние на дальнейший процесс обучения // Информационные технологии в образовательном процессе вуза и школы: мат. XIV Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2020. С. 5-10.
2. Амаева Л.А. Сравнительный анализ методов интеллектуального анализа данных // Инновационная наука. 2017. № 2-1. С. 27-29.
3. Вилкова К.А., Захарова У.С. Учебная аналитика в традиционном образовании: ее роль и результаты // Университетское управление: практика и анализ. 2020. Т. 24. № 3. С. 59-76.
4. Гимельштейн Е.А., Годван Д.Ф. Геймификация в профориентации школьников // Бизнес-образование в экономике знаний. 2020. № 1(15). С. 12-14.
5. Дацун Н.Н., Уразаева Л.Ю. Перспективные направления применения учебной аналитики // Ученые записки ИУО РАО. 2017. № 1(61). С. 43-46.
6. Зотова И.В., Онуфриенко Е.С. Использование информационно-коммуникативной технологии как средство управления педагогическим процессом в дошкольных образовательных организациях // Проблемы науки. 2018. № 5(29). С. 96-97.
7. Иванова И.А. Исследование ресурсов корпоративного портала в управлении вовлеченностью персонала // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2018. Т. 7. № 1. С. 27-33.
8. Коробкова С.А. Особенности подготовки видеолекций по физике для студентов медицинского вуза // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития: мат. VI Междунар. науч.-мет. конф., Москва, 02-04 марта 2020 г. М.: Московский педагогический государственный университет, 2021. С. 144-148.
9. Лихачева А.Н. Оптимизация процесса обучения как способ повышения его эффективности в условиях современной образовательной парадигмы // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 130. С. 1209-1224.
10. Малыш О.В., Бусель С.В. Оптимизация процесса управления образовательной организацией посредством разработки и применения специализированного программного обеспечения

с элементами игрофикации // Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования». 2023. № 2(18). С. 21-41.

11. Налетова Н.Ю. Цифровизация образования: «за» и «против», текущие и имманентные проблемы // Педагогика. 2020. № 1. С. 43-47.

12. Педагогические технологии дистанционного обучения: учеб. пособие для вузов. Под ред. Е.С. Полат. 3-е изд. М.: Юрайт, 2020. 392 с.

13. Перминова Л.М. Цифровое образование: ожидания, возможности, риски // Педагогика. 2020. № 3. С. 28-37.

14. Проничева М.М., Булыгина В.Г., Московская М.С. Современные исследования синдрома эмоционального выгорания у специалистов профессий социальной сферы // Социальная и клиническая психиатрия. 2018. Т. 28. № 4. С. 100-105.

15. Трубачев И.В., Соловей Д.В. Сущность педагогической оптимизации и ее задачи в военном вузе // Вестник Армавирского государственного педагогического университета. 2020. № 2. С. 29-36.

16. Христочевский, С. А. Перспективы и проблемы цифровизации образования / С. А. Христочевский // Новые информационные технологии в образовании: Сб. науч. трудов 20-й Международной науч.-практич. конф. 4-5 февраля 2020 года. М.: Общество с ограниченной ответственностью «1С-Публишинг», 2020. С. 206-208.

Using big data to analyze and optimize the educational process in higher education institutions

Julia K. Shchelokova

Student

Ufa State Petroleum Technical University

Ufa, Russia

juliashchel.90@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 01.11.2023

Accepted 25.12.2023

Published 15.02.2024

UDC 378:004.9

DOI 10.25726/w5010-9600-8416-x

EDN YSFIBL

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE EDUCATION, SPECIAL

Abstract

Currently, the use of big data in the educational process of higher education institutions is becoming increasingly relevant. The purpose of this study is to explore the possibilities of using big data technologies to analyze and optimize the educational process in universities. The paper uses methods of systematic literature review, analysis of specific cases of big data implementation in universities, as well as statistical methods of data processing. The results of the study show that the use of big data makes it possible to increase the effectiveness of the educational process by personalizing learning, predicting student performance, optimizing curricula and resources. For example, at Purdue University (USA), the introduction of a data analysis system on student academic performance and behavior led to an increase in student retention by 21% and an increase in the average score by 0.3 points. At the UK Open University, machine learning algorithms are used to identify students at risk of expulsion, which has reduced this figure by 12%. At Tongji University (China), the analysis of

graduate employment data helped to adjust curricula and increase the relevance of the knowledge and skills acquired by students to the requirements of the labor market. In addition, big data opens up new opportunities for research in the field of education, allowing us to study the patterns of learning, factors of student success, the effectiveness of various pedagogical approaches and educational technologies in large samples. However, the introduction of big data technologies in universities is associated with a number of problems, such as ensuring data quality and security, compliance with ethical standards and confidentiality, the need to change organizational culture and develop employee competencies. Further research should be aimed at developing standards and best practices for the use of big data in higher education, studying the long-term effects of their application, as well as searching for optimal models for integrating big data technologies into the educational processes of universities.

Keywords

big data, higher education, educational data analysis, educational analytics, learning personalization, machine learning.

References

1. Avdeeva A.V., Bogdanova M.V. Information technologies in working with preschoolers and their impact on the further learning process // Information technologies in the educational process of higher education and schools: mat. XIV All-Russian Scientific and Practical Conference. Voronezh: VSPU Publishing House, 2020. pp. 5-10.
2. Amaeva L.A. Comparative analysis of data mining methods // Innovative Science. 2017. № 2-1. pp. 27-29.
3. VilkoVA K.A., Zakharova U.S. Educational analytics in traditional education: its role and results // University management: practice and analysis. 2020. Vol. 24. № 3. pp. 59-76.
4. Gimelstein E.A., Godvan D.F. Gamification in the vocational guidance of schoolchildren // Business education in the knowledge economy. 2020. № 1(15). pp. 12-14.
5. Datsun N.N., Urazaeva L.Yu. Promising areas of application of educational analytics // Scientific notes of the IUO RAO. 2017. № 1(61). pp. 43-46.
6. Zotova I.V., Onufrienko E.S. The use of information and communication technology as a means of managing the pedagogical process in preschool educational organizations // Problems of science. 2018. № 5(29). pp. 96-97.
7. Ivanova I.A. Research of corporate portal resources in personnel engagement management // Personnel and intellectual resources management in Russia. 2018. Vol. 7. № 1. pp. 27-33.
8. Korobkova S.A. Features of preparing video lectures on physics for students of a medical university // Physico-mathematical and technological education: problems and prospects of development: mat. VI International Scientific and Met. conf., Moscow, 02-04 March 2020, Moscow: Moscow Pedagogical State University, 2021. pp. 144-148.
9. Likhacheva A.N. Optimization of the learning process as a way to increase its effectiveness in the conditions of a modern educational paradigm // Scientific journal KubGAU. 2017. № 130. pp. 1209-1224.
10. Malysh O.V., Busel S.V. Optimization of the management process of an educational organization through the development and application of specialized software with elements of gamification // Scientific-methodical electronic journal «Kaliningrad Bulletin of Education». 2023. № 2(18). pp. 21-41.
11. Naletova N.Yu. Digitalization of education: pros and cons, current and immanent problems // Pedagogy. 2020. № 1. pp. 43-47.
12. Pedagogical technologies of distance learning: studies. a manual for universities. Edited by E.S. Polat. 3rd ed. Moscow: Yurait, 2020. 392 p.
13. Perminova L.M. Digital education: expectations, opportunities, risks // Pedagogy. 2020. № 3. pp. 28-37.

14. Pronicheva M.M., Bulygina V.G., Moskovskaya M.S. Modern studies of emotional burnout syndrome among specialists in social sphere professions // Social and clinical psychiatry. 2018. Vol. 28. № 4. pp. 100-105.
15. Trubachev I.V., Solovey D.V. The essence of pedagogical optimization and its tasks in a military university // Bulletin of the Armavir State Pedagogical University. 2020. № 2. pp. 29-36.
16. Khristochevsky S.A. Prospects and problems of digitalization of education // New information technologies in education: Collection of scientific papers of the 20th International Scientific and Practical Conference on February 4-5, 2020. Moscow: Limited Liability Company «1C-Publishing», 2020. pp. 206-208.