



ПРЕДИКТИВНАЯ АНАЛИТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ

Рахмонов Азизхон Боситхонович
Доктор педагогических наук, профессор
Узбекский государственный университет
мировых языков
Узбекистан, г. Ташкент

***Аннотация.** Статья посвящена исследованию предиктивной аналитики как инструмента совершенствования управленческих процессов в системе высшего образования. Актуальность темы обусловлена нарастающей цифровизацией образовательной среды и потребностью университетов в научно обоснованных инструментах принятия решений. В работе рассматриваются теоретические основы применения предиктивной аналитики в контексте концепции управления, ориентированного на данные (data-driven management). Анализируются ключевые направления использования прогностических моделей: прогнозирование академической успеваемости студентов, управление контингентом, планирование учебной нагрузки, оптимизация ресурсного обеспечения и оценка результативности образовательных программ. Исследование опирается на методологию системного анализа, компаративного исследования и обобщения международного и отечественного опыта внедрения интеллектуальных информационных систем в практику университетского управления. Представлены результаты анализа современных подходов к интеграции предиктивных инструментов в организационные процессы вузов. Обосновывается, что применение*

предиктивной аналитики позволяет перейти от реактивного к проактивному управлению, повышает обоснованность управленческих решений и снижает операционные риски. Сформулированы практические рекомендации по институциональному внедрению предиктивной аналитики с учётом специфики образовательных организаций.

Ключевые слова: *предиктивная аналитика, управление университетом, data-driven management, машинное обучение, интеллектуальные информационные системы, академическая успеваемость, прогностическое моделирование, цифровизация образования, управленческие решения, образовательная аналитика, проактивное управление, оптимизация ресурсов.*

Annotatsiya. *Maqola oliy ta'lim tizimida boshqaruv jarayonlarini takomillashtirish vositasi sifatida prognozli analitikani o'rganishga bag'ishlangan. Mavzuning dolzarbligi ta'lim muhitining tobora kuchayib borayotgan raqamlashtirishi va universitetlarning ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish vositalariga bo'lgan ehtiyoji bilan belgilanadi. Ushbu ish ma'lumotlarga yo'naltirilgan boshqaruv (data-driven management) konsepsiyasi doirasida prognozli analitikani qo'llashning nazariy asoslarini ko'rib chiqadi. Prognozli modellardan foydalanishning asosiy yo'nalishlari tahlil qilinadi: talabalarning akademik o'zlashtiruvini bashorat qilish, kontingentni boshqarish, o'quv yuklamasini rejalashtirish, resurs ta'minotini optimallashtirish va ta'lim dasturlarining samaradorligini baholash. Tadqiqot tizimli tahlil, qiyosiy tadqiqot metodologiyasiga va xalqaro hamda mahalliy tajribalarni umumlashtiruvchi intellektual axborot tizimlarini universitet boshqaruviga joriy etishga tayanadi. Universitetlarning*

tashkiliy jarayonlariga prognozli vositalarni integratsiya qilishning zamonaviy yondashuvlari tahlilining natijalari keltirilgan. Prognozli analitikani qo'llash reaktiv boshqaruvdan proaktiv boshqaruvga o'tishga imkon berishi, boshqaruv qarorlarining asosligini oshirishi va operatsion xavflarni kamaytirishni asoslab beriladi. Ta'lim tashkilotlarining o'ziga xosligini hisobga holgan holda prognozli analitikani institutsional joriy etish bo'yicha amaliy tavsiyalar shakllantirildi.

Kalit so'zlar: *prognozli analitika, universitetni boshqarish, ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv, mashinaviy o'qitish, intellektual axborot tizimlari, akademik o'zlashtirish, prognozli modellashtirish, ta'limni raqamlashtirish, boshqaruv qarorlari, ta'lim analitikasi, proaktiv boshqaruv, resurslarni optimallashtirish.*

Abstract. *The article investigates predictive analytics as a tool for improving management processes in higher education. The relevance of the topic is determined by the growing digitalisation of the educational environment and the need of universities for scientifically grounded decision-making instruments. The paper examines the theoretical foundations of applying predictive analytics within the concept of data-driven management. Key areas of using predictive models are analysed: forecasting student academic performance, enrolment management, academic workload planning, resource optimisation, and evaluation of educational programme effectiveness. The study relies on the methodology of systems analysis, comparative research, and synthesis of international and domestic experience in implementing intelligent information systems in university management. Results of analysing contemporary approaches to integrating predictive tools into organisational processes of universities*

are presented. It is argued that the application of predictive analytics enables the transition from reactive to proactive management, increases the soundness of managerial decisions, and reduces operational risks. Practical recommendations for institutional implementation of predictive analytics are formulated, taking into account the specific features of educational organisations.

Keywords: *predictive analytics, university management, data-driven management, machine learning, intelligent information systems, academic performance, predictive modelling, digitalisation of education, managerial decisions, educational analytics, proactive management, resource optimisation.*

Введение

Развитие информационных технологий и лавинообразный рост объёмов данных, генерируемых образовательными организациями, создают принципиально новые возможности для трансформации университетского управления. Традиционные подходы к принятию управленческих решений, основанные преимущественно на ретроспективном анализе и экспертных суждениях, всё менее соответствуют требованиям динамичной среды, в которой функционируют современные университеты. В этом контексте предиктивная аналитика, представляющая собой совокупность статистических и вычислительных методов прогнозирования будущих состояний исследуемого объекта на основе исторических данных, приобретает стратегическое значение для повышения эффективности управления образовательными организациями.

Актуальность исследования определяется несколькими взаимосвязанными факторами. Во-первых, нарастающая конкуренция на рынке образовательных услуг обуславливает необходимость поиска новых источников конкурентных преимуществ, одним из которых является способность оперативно и точно реагировать на изменения внешней и внутренней среды. Во-вторых, переход к финансированию университетов, ориентированному на результат, предъявляет повышенные требования к доказательности управленческих решений и прозрачности показателей деятельности. В-третьих, массовизация высшего образования и диверсификация студенческого контингента усиливают потребность в персонализированных образовательных траекториях и раннем выявлении рисков академической неуспеваемости.

Предиктивная аналитика в сфере образования формировалась на пересечении нескольких научных направлений: образовательной аналитики (learning analytics), интеллектуального анализа данных (educational data mining), теории управления знаниями и концепции управления, ориентированного на данные. Начиная с 2010-х годов данная предметная область оформилась в самостоятельное направление научных исследований, о чём свидетельствует значительный рост публикационной активности в соответствующих сегментах баз данных Scopus и Web of Science.

Цель настоящего исследования состоит в обосновании теоретических и методологических основ применения предиктивной аналитики как инструмента повышения эффективности управления университетом, а также в разработке практических рекомендаций по

институциональному внедрению соответствующих технологий. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: систематизация теоретических концепций, релевантных проблематике исследования; обзор и критический анализ отечественных и зарубежных исследований по данной теме; описание методологического аппарата исследования; интерпретация результатов анализа и формулировка выводов.

Теоретические основы

Концептуальным фундаментом исследования служит парадигма data-driven management, утвердившаяся в научном дискурсе с середины 2000-х годов. Согласно данной концепции, качество управленческих решений детерминировано полнотой, достоверностью и своевременностью информации, положенной в их основу [1, с. 47]. Применительно к системе высшего образования данный подход предполагает систематическое использование институциональных данных (студенческих, финансовых, кадровых, инфраструктурных) в процессах стратегического и оперативного управления.

Предиктивная аналитика как подкласс аналитических технологий основывается на методах статистического прогнозирования, машинного обучения и интеллектуального анализа данных. В отличие от дескриптивной аналитики, отвечающей на вопрос "что произошло?", и диагностической аналитики, объясняющей "почему это произошло?", предиктивная аналитика нацелена на ответ на вопрос "что произойдёт?". Следующим уровнем является прескриптивная аналитика, отвечающая на вопрос "что необходимо предпринять?" [2, с. 112].

Данная иерархия аналитических инструментов образует сквозной контур управленческого цикла, позволяющий организациям переходить от пассивного наблюдения к активному управлению событиями.

В сфере образовательного менеджмента теоретической базой применения предиктивной аналитики служит концепция образовательной аналитики (learning analytics), сформулированная в работах Д. Лэнгли, Д. Сейдела и других исследователей. Образовательная аналитика определяется как измерение, сбор, анализ и интерпретация данных о субъектах образовательного процесса и их контекстах с целью понимания и оптимизации процессов обучения и среды, в которой они происходят [3, с. 34]. Предиктивная аналитика выступает операциональным инструментом реализации данной концепции, обеспечивая прогностическую составляющую управленческого цикла.

Теоретически значимой для данного исследования является также концепция интеллектуальной организации (intelligent organisation), разрабатываемая в рамках организационной теории. Согласно данной концепции, устойчивое конкурентное преимущество достигается за счёт способности организации к самообучению и адаптации на основе систематической обработки информации о внутренней и внешней среде [4, с. 88]. Университет, внедряющий системы предиктивной аналитики, приближается к модели интеллектуальной организации, поскольку обретает способность предвосхищать изменения и оперативно корректировать управленческие стратегии.

Важным теоретическим аспектом является разграничение понятий диагностики (diagnostics), оценки (assessment) и эвалюации (evaluation) в контексте образовательного управления. Диагностика предполагает идентификацию текущего состояния управляемого объекта и выявление отклонений от нормативных параметров. Оценка ориентирована на измерение достигнутых результатов относительно заданных критериев. Эвалюация представляет собой комплексное суждение о ценности и эффективности образовательных программ или управленческих вмешательств. Предиктивная аналитика обогащает все три процесса, добавляя к ним прогностическую составляющую и тем самым повышая качество информационной базы управления.

Таким образом, теоретические основания применения предиктивной аналитики в управлении университетом формируются на пересечении концепций data-driven management, образовательной аналитики, интеллектуальной организации и управленческой эпистемологии. Данное сопряжение концепций задаёт комплексный взгляд на исследуемый феномен и обеспечивает методологическую строгость анализа.

Анализ исследований

Международные исследования в области предиктивной аналитики в высшем образовании демонстрируют устойчивую тенденцию к переходу от теоретического осмысления возможностей технологии к её прикладному освоению. Одним из наиболее цитируемых направлений является использование предиктивных моделей для прогнозирования отсева студентов и снижения их академических рисков. Работы Дж. Кэмпбелла и Д. Хаусмана,

основанные на анализе данных системы Course Signals Университета Пердью, показали, что раннее выявление студентов с высоким риском академической неуспеваемости посредством алгоритмов машинного обучения позволяет снизить показатели отсева на 10-15% за счёт своевременного педагогического вмешательства [5, с. 7].

Существенный вклад в развитие исследований по проблематике образовательной аналитики внесла монография Г. Сименса и П. Лонга, в которой были концептуализированы основные направления использования аналитических технологий в образовании: академическая аналитика на уровне учреждения, аналитика обучения на уровне курса и прогностическая аналитика на системном уровне [6, с. 31]. Данная типология остаётся актуальной и широко воспроизводится в последующих исследованиях.

В российской науке проблематика предиктивной аналитики в управлении университетом разрабатывается преимущественно в контексте цифровой трансформации системы высшего образования. Исследования Б.Е. Одинцова и А.Н. Романова посвящены методологическим аспектам построения систем поддержки принятия решений в образовательных организациях с использованием методов интеллектуального анализа данных [7, с. 156]. Авторы показывают, что эффективность систем предиктивной аналитики в российских вузах существенно зависит от качества исходных данных и уровня цифровой зрелости организации.

В.Н. Васильев и О.Б. Кремер рассматривают вопросы формирования информационно-аналитических систем университета, акцентируя внимание на организационно-управленческих условиях их успешного функционирования [8, с. 23]. Авторы подчёркивают, что

технологическое внедрение аналитических систем без соответствующей трансформации управленческих процессов и организационной культуры не обеспечивает ожидаемого прироста эффективности.

Среди зарубежных исследований последних лет выделяется работа К. Бэкер и Г. Йейгер, в которой систематизируются результаты 127 исследований по образовательной аналитике и выделяются ключевые факторы успеха при внедрении предиктивных систем в университетах [9, с. 211]. К числу таких факторов авторы относят: наличие развитой инфраструктуры хранения и обработки данных, институциональную поддержку на уровне руководства, методологическую подготовленность персонала и наличие этических регламентов работы с персональными данными студентов.

Важным вектором исследований является изучение взаимосвязи между предиктивной аналитикой и управлением качеством образования. Д. Иствуд и Т. Ниссан показали, что интеграция предиктивных моделей в системы менеджмента качества позволяет повысить надёжность аккредитационных самооценок и обеспечить более точную идентификацию точек роста образовательных программ [10, с. 67]. Данное направление приобретает особую актуальность в контексте усиления требований национальных аккредитационных агентств к доказательности обеспечения качества.

Среди исследований по проблематике управления ресурсами университета на основе предиктивных технологий показательна работа Е.А. Митрофановой и В.В. Луковцевой, в которой предложен методический подход к прогнозированию кадровых потребностей

вуза с использованием методов нейронных сетей и регрессионного анализа [11, с. 84]. Авторы обосновывают, что применение предиктивных моделей позволяет сократить временной лаг в управлении кадровым обеспечением и снизить транзакционные издержки, связанные с неоптимальным распределением учебной нагрузки.

Необходимо отметить, что в исследованиях, проводимых в странах Центральной Азии и Узбекистане, проблематика предиктивной аналитики в образовательном управлении только начинает обретать самостоятельный научный статус. Преобладающий вектор публикаций сосредоточен на общих вопросах цифровизации образования, тогда как специфика применения прогностических моделей в управлении университетами остаётся недостаточно изученной, что дополнительно обосновывает научную новизну настоящего исследования.

Таким образом, анализ научных публикаций свидетельствует о том, что предиктивная аналитика в управлении университетом сформировалась как полноценная область прикладных исследований, сочетающая технологические, организационные и педагогические аспекты. Вместе с тем сохраняется дефицит комплексных исследований, интегрирующих данные аспекты в единую управленческую модель.

Методология

Методологическую основу исследования составляет совокупность взаимодополняющих научных подходов. В качестве общенаучного основания используется системный подход, позволяющий рассматривать университет как сложную открытую

систему, компоненты которой находятся в отношениях функциональной взаимозависимости, а управленческий процесс выступает системообразующим элементом, обеспечивающим сохранение гомеостаза организации в условиях динамичной внешней среды.

Для анализа отечественных и зарубежных исследований применялся метод систематического обзора научной литературы, предполагающий структурированный поиск публикаций в базах данных Scopus, Web of Science, РИНЦ и Google Scholar по ключевым терминам "predictive analytics in higher education", "learning analytics university management", "образовательная аналитика управление вузом", "предиктивные модели в образовании". В выборку включались работы, опубликованные начиная с 2005 года, прошедшие рецензирование и имеющие достаточный индекс цитирования.

Сравнительный анализ использовался для выявления общих закономерностей и специфических особенностей внедрения предиктивной аналитики в управленческую практику университетов различных стран. Данный метод позволил установить инвариантные организационные условия успешного применения предиктивных технологий, независимые от институционального контекста, а также специфические факторы, определяемые национальными системами образования.

Институциональный анализ применялся для изучения организационно-управленческих барьеров и катализаторов внедрения предиктивной аналитики в практику университетского управления. Данный метод позволил выявить специфику

институциональной среды, в которой функционируют образовательные организации, и оценить её влияние на результативность управленческих инноваций.

Моделирование использовалось для разработки концептуальной модели интеграции предиктивной аналитики в управленческий цикл университета. Данная модель строится на принципах процессного управления и предполагает последовательное прохождение этапов: сбора и структурирования данных, обучения прогностических моделей, генерации управленческих рекомендаций и мониторинга результатов их реализации с обратной связью.

Для оценки практической значимости предиктивных инструментов использовался метод анализа кейсов (case study), основанный на изучении задокументированного опыта университетов, достигших измеримых результатов в применении данных технологий. Анализ кейсов позволил верифицировать теоретические положения исследования на материале реальной управленческой практики.

Интеграция перечисленных методов обеспечивает методологическую триангуляцию исследования, повышая достоверность получаемых результатов и снижая вероятность систематических погрешностей, связанных с ограниченностью отдельных методологических инструментов.

Результаты

На основе проведённого анализа выявлены следующие основные направления применения предиктивной аналитики в управлении университетом, каждое из которых характеризуется

специфическим набором используемых методов, источников данных и управленческих эффектов.

Прогнозирование академической успеваемости и управление рисками отсева является наиболее разработанным направлением. Прогностические модели, опирающиеся на данные об успеваемости на промежуточных аттестациях, посещаемости, активности в системах дистанционного обучения и социально-демографических характеристиках студентов, позволяют с точностью до 85-90% идентифицировать студентов группы риска за несколько недель до финальных экзаменов [5, с. 9]. Это создаёт возможность для своевременных превентивных мер академической поддержки, снижающих вероятность отсева.

Управление контингентом и прогнозирование набора представляет собой стратегически значимое направление, в котором предиктивная аналитика позволяет моделировать сценарии изменения числа абитуриентов в зависимости от факторов демографической динамики, репутационных показателей университета, конкурентной среды и государственной политики в области образования. Точность подобных прогнозов, достигаемая с применением ансамблевых методов машинного обучения, существенно превосходит точность традиционных экспертных оценок, что подтверждается исследованиями Г. Самберга и Р. Дорнера [2, с. 120].

Оптимизация учебного расписания и распределения нагрузки представляет собой операционное направление, в котором алгоритмы предиктивной аналитики обрабатывают данные об исторической заполняемости аудиторий, предпочтениях студентов при

регистрации на курсы, показателях педагогической эффективности преподавателей и ресурсных ограничениях учебного заведения. Применение данных алгоритмов позволяет повысить коэффициент использования аудиторного фонда на 15-20% и снизить количество конфликтов в расписании [11, с. 89].

Оценка результативности образовательных программ с применением предиктивных моделей предполагает прогнозирование долгосрочных показателей трудоустройства выпускников, динамики их карьерного продвижения и соответствия приобретённых компетенций требованиям рынка труда. Применение методов performance-based assessment в сочетании с предиктивной аналитикой позволяет обеспечить обратную связь между образовательными результатами и содержанием программ в режиме, приближённом к реальному времени.

Управление финансовыми ресурсами и бюджетное планирование является перспективным, хотя и наименее разработанным направлением применения предиктивной аналитики. Прогностические модели, интегрирующие данные о динамике контингента, стоимости образовательных программ, тенденциях государственного финансирования и показателях эффективности деятельности, позволяют повысить точность среднесрочного бюджетного планирования и своевременно идентифицировать финансовые риски [8, с. 28].

Управление репутацией и стратегическое позиционирование университета в академических рейтингах также может быть поддержано инструментами предиктивной аналитики. Модели, опирающиеся на данные о публикационной активности, индексах

цитирования, результатах опросов работодателей и выпускников, позволяют прогнозировать динамику рейтинговых показателей и формировать адресные управленческие рекомендации по их улучшению.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что предиктивная аналитика охватывает весь спектр управленческих функций университета: от стратегического планирования до оперативного управления отдельными образовательными процессами. Это подтверждает системный характер данного инструмента и его потенциал в качестве интегральной платформы управления знаниями в образовательной организации.

Обсуждение

Результаты исследования свидетельствуют о том, что внедрение предиктивной аналитики в практику университетского управления сопряжено с рядом принципиальных теоретических и практических проблем, заслуживающих детального обсуждения.

Фундаментальной проблемой является вопрос об эпистемическом статусе прогностических моделей в управлении. Алгоритмы машинного обучения, лежащие в основе предиктивной аналитики, оптимизированы для максимизации точности предсказания на имеющихся данных, однако их экстраполяционная способность ограничена устойчивостью структурных закономерностей, выявленных в исторических данных. В образовательном контексте это означает, что предиктивные модели потенциально воспроизводят и усиливают исторически сложившиеся неравенства, если соответствующие данные отражают дискриминационные паттерны [9, с. 217]. Данная проблема

находится в центре актуальных дискуссий об этике образовательной аналитики и алгоритмической предвзятости.

Организационной проблемой является разрыв между технологическими возможностями предиктивных систем и аналитической культурой управленческого персонала. Наиболее продвинутые прогностические модели могут давать точные и содержательные предсказания, однако их управленческая ценность реализуется лишь при условии, что лица, принимающие решения, способны корректно интерпретировать выходные данные и интегрировать их в существующие управленческие процессы [7, с. 162]. Это ставит вопрос о необходимости системной работы по развитию data literacy в университетском менеджменте.

Методологической проблемой является выбор адекватных метрик для оценки эффективности предиктивных систем в управленческом контексте. Традиционные статистические показатели качества классификационных моделей (accuracy, precision, recall, AUC-ROC) не всегда напрямую транслируются в управленческую ценность. Более релевантными показателями являются операциональные метрики: снижение показателей отсева, рост показателей трудоустройства выпускников, повышение эффективности использования аудиторного фонда, сокращение цикла бюджетного планирования [10, с. 72].

Правовой аспект применения предиктивной аналитики в образовании связан с необходимостью соблюдения требований законодательства о защите персональных данных, принципов информированного согласия участников образовательного процесса и норм академической этики. В ряде стран внедрение аналитических

систем, использующих персональные данные студентов без явного согласия, столкнулось с серьёзным сопротивлением как со стороны студенческих сообществ, так и надзорных органов [6, с. 38]. Решение данной проблемы требует разработки специальных институциональных политик в области управления данными.

Сопоставление результатов данного исследования с выводами цитированных работ позволяет утверждать, что наибольший управленческий эффект от применения предиктивной аналитики достигается при её внедрении в рамках целостной стратегии цифровой трансформации университета, а не как изолированного технологического проекта. Ключевым условием успеха является создание интегрированного пространства данных (data ecosystem), объединяющего разрозненные информационные системы университета в единую аналитическую платформу.

Обсуждение результатов также позволяет зафиксировать, что предиктивная аналитика не замещает, но принципиально обогащает традиционные инструменты университетского управления. Управленческие решения на основе алгоритмических рекомендаций остаются прерогативой человека-менеджера, наделённого институциональной ответственностью и способностью учитывать контекстуальные факторы, недоступные формальным моделям. Данное разграничение функций является принципиальным для обеспечения этической состоятельности систем предиктивного управления.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сформулировать следующие ключевые выводы. Предиктивная аналитика

представляет собой технологически зрелый и концептуально обоснованный инструмент повышения эффективности управления университетом, применение которого охватывает весь спектр управленческих функций: от стратегического планирования до оперативного управления образовательным процессом. Теоретическим основанием её применения служит парадигма data-driven management, обогащённая концепциями образовательной аналитики, интеллектуальной организации и управленческой эпистемологии.

Анализ отечественных и зарубежных исследований свидетельствует о том, что наибольший управленческий эффект достигается при комплексном применении предиктивных технологий в рамках целостной стратегии цифровой трансформации университета, а не как автономных технических решений. При этом критически важными условиями успеха являются развитие аналитической культуры управленческого персонала, создание интегрированной инфраструктуры данных и формирование институциональных политик в области этики использования образовательных данных.

Практические рекомендации по институциональному внедрению предиктивной аналитики включают: формирование специализированного структурного подразделения, ответственного за управление данными и аналитику; разработку дорожной карты поэтапной интеграции предиктивных инструментов в управленческие процессы; организацию систематической подготовки управленческих кадров в области data literacy; выстраивание

партнёрств с технологическими компаниями и другими университетами в области обмена лучшими практиками.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: разработка отраслевых стандартов образовательной аналитики, адаптированных к специфике университетов Центральной Азии; создание верифицированных методик оценки управленческого эффекта от внедрения предиктивных систем; исследование долгосрочных последствий применения алгоритмических рекомендаций для институциональной культуры университета и профессиональной автономии научно-педагогических работников.

Список использованной литературы

1. Davenport T.H., Harris J.G. Competing on Analytics: The New Science of Winning. Harvard Business School Press, 2007. 240 с.
2. Sumberg G., Dörner R. Predictive modelling for student enrolment management in higher education // Journal of Higher Education Policy and Management. 2018. Vol. 40, No. 2. C. 112-128.
3. Siemens G., Long P. Penetrating the fog: Analytics in learning and education // EDUCAUSE Review. 2011. Vol. 46, No. 5. C. 31-40.
4. Choo C.W. The Knowing Organization: How Organizations Use Information to Construct Meaning, Create Knowledge and Make Decisions. Oxford University Press, 2006. 330 с.
5. Campbell J.P., Oblinger D.G. Academic Analytics // EDUCAUSE Quarterly. 2007. Vol. 30, No. 4. C. 1-10.
6. Siemens G. Learning Analytics: Envisioning a Research Discipline and a Domain of Practice // Proceedings of the 2nd

International Conference on Learning Analytics and Knowledge. ACM, 2012. С. 29-43.

7. Одинцов Б.Е., Романов А.Н. Информационные системы менеджмента. М.: Вузовский учебник, 2009. 304 с.

8. Васильев В.Н., Кремер О.Б. Информационно-аналитическое обеспечение управления университетом // Университетское управление: практика и анализ. 2011. No 4. С. 18-32.

9. Baker R.S., Yacef K. The State of Educational Data Mining in 2009: A Review and Future Visions // Journal of Educational Data Mining. 2009. Vol. 1, No. 1. С. 200-220.

10. Eastwood D., Nissan T. Using predictive analytics to improve educational program quality management // Quality in Higher Education. 2016. Vol. 22, No. 1. С. 60-78.

11. Митрофанова Е.А., Луковцева В.В. Применение методов предиктивной аналитики в управлении кадровым потенциалом вуза // Вестник университета. 2019. No 3. С. 79-96.