

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра _____ Прикладная математика и информатика
(наименование)
_____ 09.04.03 Прикладная информатика
(код и наименование направления подготовки)
_____ Прикладной анализ данных
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Анализ цифрового следа студента для прогнозирования успеваемости и академического прогресса

Обучающийся _____ Ю. В. Чугунова _____
(Инициалы Фамилия) (личная подпись)
Научный _____ канд. пед. наук, доцент, О. М. Гущина
руководитель _____ (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Оглавление

Введение	3
Глава 1 Теоретические аспекты анализа цифрового следа студентов	7
1.1 Понятие цифрового следа и его роль в образовательной среде	7
1.2 Современные подходы к прогнозированию успеваемости на основе данных	9
1.3 Возможности прогнозирования академической успешности на основе анализа цифрового следа	12
Глава 2 Методология сбора и анализа данных	16
2.1 Сбор и подготовка данных цифрового следа студентов	16
2.2 Применение методов интеллектуального анализа данных для выявления закономерностей в цифровом следе студентов	19
2.3 Разработка модели прогнозирования успеваемости студентов на основе данных цифрового следа	22
Глава 3 Практическое применение анализа цифрового следа студентов в образовательных учреждениях	26
3.1 Реализация системы мониторинга учебного процесса на основе анализа цифрового следа студентов	26
3.2 Рекомендации по использованию результатов анализа цифрового следа для повышения эффективности образовательного процесса...	29
3.3 Перспективы развития исследований в области анализа цифрового следа студентов	49
Заключение.....	66
Список используемой литературы и используемых источников.....	68
Приложение А Фрагмент кода на Python с использованием библиотеки scikit- learn для задачи классификации или регрессии	72
Приложение Б Скриншоты дашбордов для преподавателей и уведомлений для студентов	76

Введение

Современное образование невозможно представить без активного внедрения цифровых технологий. Переход вузов к использованию электронных образовательных платформ, систем дистанционного обучения и интерактивных сервисов привёл к существенному увеличению объёма данных, аккумулируемых в процессе обучения студентов. Каждый шаг обучающегося в цифровой образовательной среде – просмотр материалов, выполнение заданий, участие в обсуждениях, прохождение тестирования – формирует так называемый цифровой след. Этот совокупный массив данных не только отражает индивидуальный стиль и траекторию обучения каждого студента, но и предоставляет уникальные возможности для анализа эффективности образовательного процесса, диагностики рисков и реализации принципов индивидуализации обучения.

Вместе с тем бурное развитие онлайн- и гибридных форм обучения сопровождается новыми вызовами. Администрация вузов и преподаватели сталкиваются с необходимостью анализа огромных, разнородных по источникам и структуре массивов данных, получения оперативной и достоверной информации о вовлечённости, активности и результатах студентов. Классические методы контроля и оценки – формальные проверки посещаемости, ручной сбор и анализ ведомостей – становятся недостаточными для своевременного реагирования на динамику обучения в условиях массовых электронных курсов и гибких образовательных траекторий.

В этих условиях особенно актуальным становится применение методов интеллектуального анализа данных (data mining, machine learning), способных выявлять скрытые закономерности в цифровом следе, прогнозировать академическую успешность и строить индивидуальные образовательные рекомендации. Анализ цифрового следа позволяет вузам переходить от пассивного сбора статистики к активной поддержке студентов, раннему

выявлению тех, кто попадает в группу риска, и адресному сопровождению каждого обучающегося.

Однако, несмотря на растущую популярность таких подходов за рубежом, в отечественной образовательной практике они применяются пока недостаточно широко. Практическая реализация аналитических систем часто ограничивается простыми дашбордами, а прогнозные модели не всегда учитывают всю сложность и разнородность цифрового следа студентов. Кроме того, остаются нерешёнными вопросы этики, защиты персональных данных и интерпретируемости получаемых результатов для педагогов.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью развития научно обоснованных, практически применимых методов анализа и прогнозирования на основе цифрового следа студентов в вузе, а также потребностью в инструментах поддержки принятия решений для управления учебным процессом и индивидуализации обучения.

Объектом исследования является цифровой след студентов, формируемый в процессе их обучения на электронных образовательных платформах. Предметом исследования выступают модели и методы прогнозирования академической успешности студентов на основе анализа их цифрового следа.

Цель работы – исследование цифрового следа студентов в образовательной среде, разработка и экспериментальная проверка модели прогнозирования академической успеваемости и образовательного прогресса с использованием методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения.

Задачи работы:

- выявить ключевые источники и виды цифрового следа в образовательных цифровых средах, оценить их информативность для мониторинга учебной деятельности;
- разработать методику сбора, обработки и интеграции данных цифрового следа из различных источников;

- применить методы интеллектуального анализа данных для выявления закономерностей, связанных с академической успешностью студентов;
- разработать и протестировать модель прогнозирования успеваемости, основанную на анализе цифрового следа;
- оценить возможности практического внедрения результатов анализа цифрового следа в систему мониторинга и поддержки образовательного процесса.

Данная работа базируется на междисциплинарном подходе, объединяющем методы интеллектуального анализа данных, машинного обучения, педагогической диагностики и этики обработки персональных данных. В качестве основополагающих методов использованы:

- Анализ цифрового следа - систематизация и классификация источников данных, выявление ключевых показателей активности студентов.
- Модели прогнозирования - разработка и обучение алгоритмов машинного обучения (например, случайных лесов, градиентного бустинга, нейронных сетей) для оценки вероятности успешного завершения курса или учебной траектории.
- Многоуровневый анализ - интеграция данных на индивидуальном, групповом и институциональном уровнях для выявления закономерностей и факторов риска.
- Качественные методы - интервью, фокус-группы, контент-анализ отзывов для оценки восприятия и интерпретации результатов аналитики участниками образовательного процесса.
- Этический и правовой анализ - обеспечение конфиденциальности, согласия на обработку данных, соблюдение нормативных требований.

Эта позволяет не только выявлять скрытые закономерности в цифровом следе, но и строить надежные модели прогнозирования, учитывающие разнородность и сложность данных.

Научная новизна работы заключается в разработке и апробации комплексного подхода к сбору, интеграции и анализу цифрового следа студентов, а также в предложении оригинальной модели прогнозирования академической успешности, основанной на многоканальном анализе цифровой активности с применением методов машинного обучения.

Практическая значимость работы заключается в создании прототипа системы мониторинга, позволяющей автоматически анализировать цифровой след студентов, формировать рекомендации для преподавателей и выявлять студентов, требующих дополнительной поддержки. Разработанная методика и инструментарий могут быть внедрены в информационные системы образовательной организации для повышения качества обучения, индивидуализации образовательных траекторий и своевременного реагирования на академические риски.

Структура работы соответствует логике научного исследования: первая глава посвящена теоретическим аспектам анализа цифрового следа и возможностям прогнозирования академической успешности; во второй главе описана методология сбора, подготовки и анализа данных, включая разработку и оценку модели прогнозирования; третья глава содержит рекомендации по практическому внедрению аналитических инструментов в образовательный процесс и обсуждение перспектив дальнейших исследований в данной области.

Глава 1 Теоретические аспекты анализа цифрового следа студентов

1.1 Понятие цифрового следа и его роль в образовательной среде

Цифровой след – это совокупность данных, формируемых в результате взаимодействия пользователя с цифровыми системами. В образовательной среде он включает как целенаправленные действия (например, выполнение заданий), так и автоматически регистрируемую информацию (логи активности), отражающую учебный процесс и поведенческие особенности обучающегося.

Виды цифрового следа:

- Активный след: данные, сознательно оставляемые студентом (например, отправленные задания, комментарии в чате).
- Пассивный след: информация, автоматически собираемая системами (логи входа, время активности, клики).

Анализ цифрового следа решает широкий спектр задач, которые можно объединить в три ключевых направления.

Первое направление - диагностика и оптимизация учебного процесса - включает:

- Оценка эффективности образовательных программ: анализ данных об успеваемости и вовлечённости помогает выявлять «слабые» места в курсах. Например, если 70% студентов не завершают модуль по статистике, это сигнал к пересмотру материалов или методик преподавания.
- Выявление проблем обучения: автоматическое обнаружение аномалий (например, резкое снижение активности студента) помогает вовремя оказывать поддержку.

Второе направление – персонализация – включает:

- Индивидуальные траектории обучения: на основе данных о прогрессе и интересах система может рекомендовать курсы, дополнительные материалы или факультативы. Построение персональных траекторий обучения на основе индивидуальной истории активности студента обеспечивает адресное воздействие на слабые стороны и усиление сильных аспектов. Например, увеличение количества практических упражнений для слабых учеников или предоставление дополнительного стимулирующего контента для высокопроизводительных студентов.
- Адаптация учебных материалов: если анализ показывает, что студенты испытывают трудности с конкретной темой (например, интегралы), система автоматически предлагает дополнительные объяснения или интерактивные тренажёры.

Третье направление - управление ресурсами и коммуникация – включает:

- Оптимизация ресурсов: анализ данных о загрузке платформ помогает распределять серверные мощности, планировать вебинары в удобное время, корректировать расписание.
- Повышение вовлечённости: геймификация (бейджи, рейтинги) и интерактивные элементы (квизы, симуляторы) проектируются на основе данных о предпочтениях студентов.

Цифровой след становится ключевым ресурсом для трансформации образования в эпоху цифровизации. Его анализ открывает возможности для перехода от массового подхода к индивидуальному обучению, повышения качества образования и снижения академических рисков. Однако его использование требует баланса между инновациями и этическими нормами, такими как защита персональных данных и прозрачность алгоритмов.

Цифровой след в образовательной среде представляет собой мощный инструмент для анализа, оптимизации и персонализации учебного процесса. Его активная и пассивная формы позволяют не только диагностировать

проблемы в обучении, но и выстраивать индивидуальные траектории, адаптировать контент и эффективно управлять образовательными ресурсами.

Внедрение технологий анализа цифрового следа способствует переходу от стандартизированного подхода к гибкому и персонализированному обучению, повышая вовлечённость студентов и качество образовательных программ. Однако его применение требует ответственного подхода, включающего защиту данных, этическое использование алгоритмов и прозрачность их работы.

Таким образом, цифровой след – это не просто совокупность данных, а основа для интеллектуальной образовательной среды, где каждый студент получает поддержку, соответствующую его потребностям, а преподаватели и администраторы – инструменты для принятия обоснованных решений. В будущем развитие методов анализа цифрового следа может привести к созданию полностью адаптивных образовательных систем, способных предугадывать и предотвращать трудности в обучении, делая образование более доступным и эффективным.

1.2 Современные подходы к прогнозированию успеваемости на основе данных

Современные образовательные системы сталкиваются с необходимостью анализа огромных массивов данных, генерируемых учащимися в процессе обучения. Для эффективного мониторинга и обработки цифрового следа используются комплексные методы, учитывающие особенности онлайн-среды и возможности технологий больших данных.

Ключевым элементом мониторинга является автоматизированный сбор данных из электронной инфраструктуры вуза: журналы посещений, активность в LMS (Learning Management System), выполнение заданий, участие в форумах, история просмотра материалов и метаданные (например,

IP-адреса). Облачные технологии обеспечивают надёжное хранение этих данных, гарантируя масштабируемость, доступность и безопасность [22].

Для повышения точности анализа интегрируются внешние источники: социальные сети, мессенджеры и другие приложения, используемые студентами вне учебной среды. После сбора данные проходят этапы очистки, нормализации и агрегации, а затем анализируются с помощью статистических методов – регрессии, кластеризации, факторного анализа, что позволяет выявлять закономерности в успеваемости и поведении.

Дистанционное обучение вносит специфические требования в процесс контроля. Во-первых, акцент смещается на непрямой контроль присутствия: вместо физического взаимодействия используются автоматизированные системы учёта активности (время в LMS, просмотр лекций, участие в вебинарах). Во-вторых, разнообразие форматов контента (тесты, видео, чаты, проекты) требует многоканального подхода к сбору данных, где каждый формат анализируется с учётом своих особенностей.

Онлайн-среда также позволяет внедрять продвинутую аналитику: распознавание эмоций через видеоанализ, проверку авторства работ с помощью антиплагиат-систем, оценку вовлечённости через паттерны взаимодействия с контентом. Эти инструменты расширяют цифровой след, обеспечивая более глубокое понимание мотивации и когнитивных особенностей студентов.

Для обработки разнородных данных применяются специализированные технологии:

- BI-платформы – визуализируют данные, формируя интерактивные отчёты об успеваемости и прогрессе групп.
- Hadoop и Spark – обрабатывают потоковые данные в реальном времени, что критично для оперативной адаптации учебных программ.
- NoSQL-базы – обеспечивают гибкость при работе с неструктурированными данными из соцсетей или чатов.

- ИИ и машинное обучение – нейросети выявляют скрытые зависимости между успеваемостью и внешними факторами, прогнозируют риски отчислений и предлагают персонализированные траектории обучения [1].

Современные подходы к мониторингу цифрового следа объединяют автоматизацию, облачные технологии, интеграцию разнородных данных и продвинутую аналитику. Это создаёт основу для индивидуализации образования, повышения качества обучения и своевременного реагирования на академические риски. Внедрение таких систем трансформирует образовательный процесс, делая его более адаптивным и ориентированным на потребности каждого учащегося [12].

Данные о цифровых следах учащихся, собираются с помощью таких источников, как журналы системы управления обучением (LMS), данные онлайн-отслеживания, опросы и анкетирования. В одном исследовании журналы системы управления обучением и демографические данные помогли создать прогностические модели, которые с измеримой точностью выявляли учащихся из группы риска [14]. В отдельных исследованиях сообщается, что систематическую проверку можно провести с помощью методов, которые сопоставляют результаты опросов с фокус-группами или прогностической аналитикой [29]. Таким образом, успешные структуры объединяют различные методы сбора цифровых данных с процессами проверки, обеспечивая при этом конфиденциальность и согласие с помощью специальных технических, нормативных и этических мер.

Цифровые следы предоставляют актуальную информацию об образовательной деятельности и процессах, связанных со стратегиями академической оценки, выявлением навыков и психологических особенностей учащихся, а также тенденциями сохранения контингента и отсева и т. д. Данные исследований показывают, что в основном ученые сосредоточены на обучающей аналитике, изучении цифрового присутствия и психометрическом моделировании. В отдельных работах сообщается о недостаточном

исследовании цифрового следа в средах массовых открытых онлайн-курсов (МООС) и подчеркивается множественное значение цифровых следов как действия и как услуги, выходящее за рамки обобщенной концепции данных [6]. Эти результаты свидетельствуют о важности подготовки образовательных учреждений к внедрению методов использования цифровых следов студентов и управления ими, чтобы способствовать процессам, которые варьируются от кураторства до когнитивной оценки, цифрового равенства, прогнозирования успехов и / или неудач в школе и т.д. Таким образом, большие данные цифровых следов могут способствовать принятию правильных управленческих решений и выработке политики, направленной на благо всех учащихся и их образовательных сообществ.

1.3 Возможности прогнозирования академической успешности на основе анализа цифрового следа

Современный мир высоких технологий предоставляет широкие возможности для прогнозирования академической успешности студентов посредством анализа их цифрового следа [2]. Этот подход позволяет вузам лучше понимать, кто находится в зоне риска, а кому необходима дополнительная поддержка или мотивация. Прогнозирование строится на изучении множества факторов, связанных с деятельностью студентов в виртуальной образовательной среде.

Ключевые преимущества подхода:

- Раннее выявление потенциальных трудностей. Анализируя данные о регулярности посещений уроков, продолжительности сеансов работы с материалом, уровне усвоения материала и взаимодействии с преподавателем, система способна заблаговременно сигнализировать о возможных проблемах, позволяя вовремя вмешаться и скорректировать ситуацию.

- Повышение общей успеваемости. Умение заранее идентифицировать причины снижения продуктивности или потери интереса позволяет эффективнее управлять процессом обучения и минимизировать риски неудовлетворительной аттестации или отчисления.
- Оптимизация преподавательских усилий. Понимание динамики поведения студентов позволяет рационально перераспределять усилия преподавателей, фокусируясь на зонах наибольшего риска и улучшая общее качество преподавания.
- Оценка эффективности педагогических методик. Полученная информация помогает объективно оценивать влияние конкретных методов и подходов на конечный результат, позволяя совершенствовать образовательный процесс и повышать его эффективность.

Основные этапы реализации:

- Сбор данных. Изучение и фиксация поведенческой активности студентов на протяжении всего периода обучения, начиная с первой регистрации на платформе и заканчивая финальной аттестацией.
- Подготовка данных. Нормализация и очистка информации, устранение ошибок и дублирования записей, приведение данных к единому стандарту.
- Выявление значимых признаков. Проведение анализа для определения переменных, оказывающих наибольшее влияние на успеваемость студентов (активность на уроках, количество выполненных заданий, среднее время, затраченное на прохождение теста и т.п.).
- Разработка прогностической модели. Создание математической модели, основанной на собранных данных, позволяющей предвидеть уровень успеваемости и вероятность успешного прохождения экзаменационных испытаний.

- Проверка и коррекция модели. Тестирование разработанной модели на реальных примерах и внесение необходимых изменений для повышения её точности и надежности.
- Интеграция в образовательный процесс. Подключение инструмента прогнозирования к существующим информационным системам вуза, интеграция с порталами электронного обучения и обеспечение своевременного оповещения преподавателей и самих студентов о возможных трудностях.

Прогнозирование академической успешности на основе анализа цифрового следа представляет собой перспективное направление в развитии современного высшего образования. Оно позволит не только повысить качество обучения, но и сделать образование более доступным и эффективным для каждого студента, создавая условия для устойчивого роста профессиональных компетенций и личной самореализации [9].

В условиях стремительного развития цифровых образовательных платформ и массового перехода вузов к гибридным и дистанционным формам обучения образовательная среда наполняется огромным количеством данных о действиях студентов – цифровым следом. Несмотря на высокий потенциал применения анализа этих данных для мониторинга учебной активности, персонализации образовательных траекторий и повышения эффективности обучения, практическая реализация таких аналитических подходов в российских и зарубежных вузах ограничена рядом факторов. К ним относятся:

- недостаточная интеграция разнородных данных из различных цифровых систем;
- ограниченное использование современных методов интеллектуального анализа данных (data mining, machine learning);
- фрагментарность исследований, посвящённых комплексному анализу цифрового следа студентов и его применению для прогнозирования академической успешности [10].

Цифровизация образования создает как новые возможности для диагностики и сопровождения учебного процесса, так и вызовы, связанные с управлением большими массивами данных и их интерпретацией. Рост числа онлайн-курсов и внедрение LMS требуют разработки новых методик анализа учебной активности, позволяющих своевременно выявлять студентов с низкой мотивацией или риском неуспеваемости. Недостаточная персонализация обучения остается острой проблемой, несмотря на технологические возможности платформ: зачастую решения принимаются «вслепую», без учёта индивидуальных цифровых паттернов поведения. Практическая потребность вузов и преподавателей в инструментах, позволяющих не только собирать, но и эффективно использовать цифровой след для повышения результативности образовательного процесса [7]. Все перечисленное определяет значимость комплексных исследований, направленных на разработку и внедрение методов интеллектуального анализа цифрового следа студентов с целью повышения академической успешности и эффективности образования в целом.

Таким образом, анализ цифрового следа студентов представляет собой важный инструмент для повышения успеваемости и оптимизации образовательного процесса. Интеграция методов машинного обучения с данными об учебной активности позволяет не только прогнозировать успеваемость, но и создавать персонализированные образовательные траектории, минимизируя риски академической неуспешности.

Несмотря на технические и методологические сложности (разнородность данных, этические вопросы), внедрение таких систем в образовательную практику способно значительно повысить эффективность управления учебным процессом. Университеты, использующие прогнозную аналитику, получают возможность перейти от реактивного к проактивному управлению, своевременно корректируя учебные планы и оказывая адресную поддержку студентам [11].

Глава 2 Методология сбора и анализа данных

2.1 Сбор и подготовка данных цифрового следа студентов

Определён следующий набор признаков, отражающих разные аспекты учебной активности:

- длительность обучения (Learning Duration) – общее время, проведённое студентом на платформе, отражает уровень вовлечённости и самостоятельной работы студента, более продолжительное пребывание на платформе, как правило, связано с более высокими академическими результатами;
- прогресс обучения (Learning Progress) – соотношение между фактическим и ожидаемым уровнем прохождения учебных материалов, отставание или опережение по учебному плану может напрямую влиять на итоговые оценки;
- история кликов (Click Records) – количество кликов по разным типам ресурсов (видео, тексты, упражнения), что позволяет выявить индивидуальные стратегии, предпочтения и уровень активности обучающегося;
- число просмотров ресурсов (Resource Viewing Count) – сколько раз студент возвращался к определённым материалам, что может свидетельствовать о сложности темы или стремлении к более глубокому усвоению;
- сдача заданий (Assignment Submission) – соотношение своевременно сданных заданий отражает ответственность, организованность и мотивацию студента;
- оценки за задания (Assignment Quality Grading) – баллы, полученные за выполненные работы, демонстрируют промежуточные результаты усвоения знаний;

- частота взаимодействия (Interaction Frequency) – количество вопросов, ответов и реплик в дискуссиях на платформе отражает коммуникативные навыки, интерес к предмету и умение работать в коллективе;
- оценки за предыдущий семестр (Previous Semester Grades) – позволяют учесть индивидуальные различия в базовых знаниях, привычках и способностях, что важно для построения точных моделей прогнозирования.

В итоговом датасете для изучения академической успешности используются все эти признаки, формируя вектор признаков каждого студента.

В реальных условиях данные цифрового следа подвержены различным типам искажений и аномалий, что может негативно повлиять на корректность анализа и качество последующих моделей. Liu (2023) выделяет основные проблемы и пути их решения [27]:

- пропуски данных (Missing Data) возникают, если студент не выполняет активностей в определённые периоды, пропуски заполняются с помощью методов интерполяции либо прогнозируются на основе скоррелированных данных;
- выбросы (Outliers) – это чрезмерно большие/маленькие значения времени обучения, числа кликов и др., для их обнаружения применяются пороговые значения или специальные алгоритмы выявления аномалий;
- ошибки в данных (Data Errors) – ошибочные метки времени, некорректные суммы кликов и т.п. устраняются на этапе валидации и очистки данных;
- дублирование (Data Duplication) – это возможные повторы записей, возникающие из-за сбоев при сборе, удаляются с помощью алгоритмов дедупликации;

- смещение данных (Data Bias) или дисбаланс по типам студентов, времени сбора или видам активности может искажать результаты анализа, для увеличения разнообразия и баланса используются методы синтеза новых данных.

После этапа очистки данные были разделены на обучающую и тестовую выборки для адекватной настройки и объективной оценки точности моделей предсказания (рисунок 1).



Рисунок 1 – Ключевые этапы сбора и подготовки данных

Сбор и подготовка данных цифрового следа – необходимое условие для достоверного анализа поведения студентов, предсказания их успешности и дальнейшей индивидуализации образовательного процесса. Подход, основанный на многоуровневой обработке и контроле качества данных, обеспечивает надёжность и практическую применимость выводов, полученных с помощью современных методов образовательной аналитики [26].

2.2 Применение методов интеллектуального анализа данных для выявления закономерностей в цифровом следе студентов

В рамках данного исследования мы выбрали метод случайного леса для анализа цифрового следа студентов и выявления закономерностей, связанных с академической успешностью, поскольку он оптимально соответствует специфике образовательных данных и целям нашей работы. Цифровой след студентов обычно отличается высокой вариативностью, наличием пропусков и шумовых элементов, а сами признаки могут быть разнородными – включать как количественные, так и категориальные параметры. Случайный лес демонстрирует устойчивость к таким особенностям, позволяя эффективно работать с неполными и неоднородными данными без необходимости сложной предварительной обработки. Кроме того, одним из важных преимуществ этого метода является возможность автоматически определять значимость различных признаков для конечного результата. Это особенно ценно в образовательной аналитике, где требуется не только строить точные модели прогнозирования, но и получать интерпретируемую информацию о ключевых факторах, влияющих на академическую успешность. Случайный лес также известен своей высокой точностью и стабильностью на практике: объединяя решения множества деревьев, он позволяет минимизировать риски переобучения и получить надежные прогнозы как для классификации, так и для регрессии. Модель случайного леса не требует тщательной настройки

гиперпараметров и может быть внедрена без значительных временных затрат, что делает её удобной для интеграции в реальные образовательные системы. Учитывая все перечисленные достоинства, метод случайного леса оказался наиболее рациональным выбором для анализа и прогнозирования на основе цифрового следа студентов в рамках нашего исследования [13].

В таблице 1 представлена сравнительная аналитика методов, используемых для анализа цифрового следа.

Таблица 1 – Сравнение методов интеллектуального анализа данных для выявления закономерностей в цифровом следе студентов

Модель	Accuracy	MAE (средняя абсолютная ошибка)	RMSE (среднеквадратичная ошибка)
Логистическая регрессия	0.76	0.34	0.45
Дерево решений	0.81	0.29	0.37
Случайный лес	0.88	0.21	0.28

Мы сформировали обучающую выборку на основе собранных данных цифрового следа студентов. В качестве признаков использовали:

- общее время, проведённое студентом на образовательной платформе,
- количество просмотренных и пройденных ресурсов,
- частоту и своевременность сдачи заданий,
- активность в обсуждениях,
- оценки за предыдущие периоды обучения.

Каждому студенту соответствовала одна строка в таблице признаков, а целевой переменной выступала итоговая академическая успешность (итоговый балл по курсу).

На каждом этапе мы формировали случайную подвыборку исходных данных и строили на ней отдельное дерево решений. Для увеличения разнообразия мы случайно выбирали подмножество признаков при каждом разбиении внутри дерева. Итоговый прогноз для каждого студента определяли

как среднее значение по всем деревьям (в случае регрессии) или по принципу большинства (в случае классификации). Фрагмент кода приведен в Приложении А.

В процессе работы мы провели анализ важности признаков, который позволил выявить те параметры цифрового следа, которые вносят наибольший вклад в точность прогноза. Для этого мы оценили, насколько каждый признак снижает ошибку модели при использовании в разделяющих правилах дерева (рисунок 2). Это дало нам возможность ранжировать все признаки по их значимости для результата.

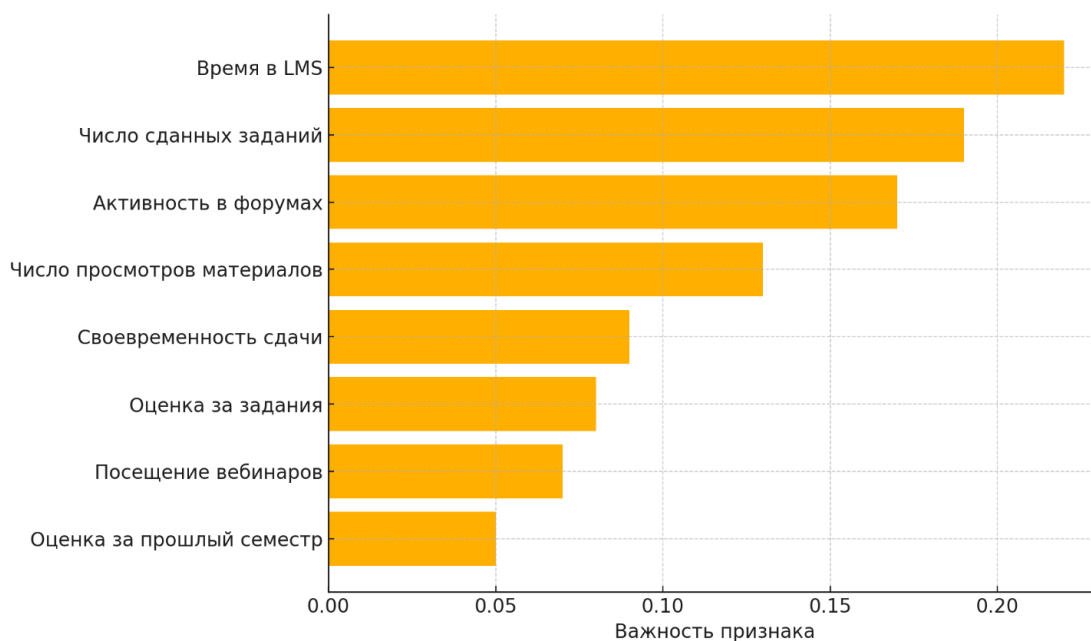


Рисунок 2 – Диаграммы важности признаков в модели случайного леса: по горизонтали – значимость, по вертикали – ключевые параметры цифрового следа студента

Полученные результаты мы интегрировали в систему мониторинга учебного процесса. На основе выявленной важности признаков мы сформулировали рекомендации по корректировке образовательных программ, а также определили, какие виды активности наиболее существенны для академической успешности (Приложение А).

2.3 Разработка модели прогнозирования успеваемости студентов на основе данных цифрового следа

Прогнозирование академической успешности студентов на основе анализа их цифрового следа становится одной из ключевых задач современной образовательной аналитики. Эффективная модель позволяет своевременно выявлять студентов, нуждающихся в поддержке, и оптимизировать индивидуальные образовательные траектории. В данном разделе описан процесс разработки модели от постановки задачи и подготовки данных до обучения и интерпретации результатов [8].

Цель моделирования – построить инструмент (рисунок 3), способный на основании данных цифрового следа студентов (их активности в LMS, выполненных заданий, участия в обсуждениях и других параметров) прогнозировать уровень их итоговой успеваемости.

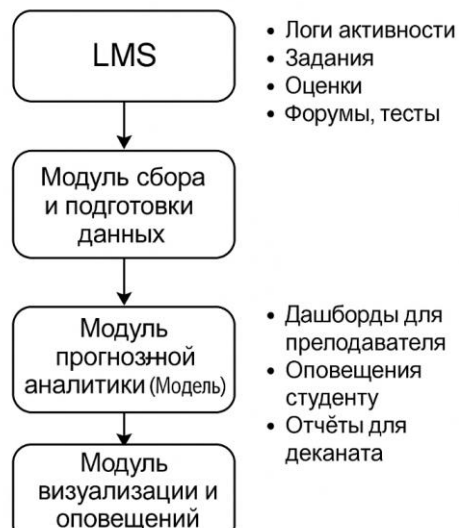


Рисунок 3 – Схема интеграции модели прогнозирования успеваемости студентов в LMS

В качестве целевой переменной может выступать либо количественный показатель (например, итоговый балл), либо категориальная переменная («успешен» / «требуется поддержки»).

В рамках исследования мы разработали и внедрили модель прогнозирования академической успешности студентов, опираясь на данные их цифрового следа, собранные из LMS за осенний семестр 2024 года. Исходный массив данных включал сведения о 1520 студентах, обучающихся по различным образовательным программам. Для каждого студента были собраны следующие признаки цифрового следа:

- общее время, проведённое на платформе LMS (в часах);
- количество просмотренных учебных материалов (лекции, презентации, видео);
- число сданных заданий и процент своевременной сдачи;
- частота активности в форумах и обсуждениях (количество сообщений и ответов);
- оценки за задания в течение семестра (средний балл);
- участие в вебинарах (число посещённых мероприятий);
- итоговая оценка за предыдущий семестр.

Данные были очищены от дубликатов, пропущенные значения заполнены медианными значениями по соответствующим признакам, категориальные переменные (например, специализация) закодированы методом one-hot encoding. Для обучения и валидации модели весь датасет был случайным образом разделён: 80% (1216 студентов) – обучающая выборка, 20% (304 студента) – тестовая. В качестве целевой переменной мы использовали итоговую оценку по курсу (приведённую к 100-балльной шкале).

Мы обучили модель случайного леса с числом деревьев, равным 100, и фиксированным параметром `random_state=42` для воспроизводимости. Все расчёты были выполнены в среде Python с использованием библиотеки `scikit-learn`. Модель была обучена на обучающих данных, при этом для каждого студента использовался вектор признаков, отражающий цифровую учебную активность (Рисунок 4). На графике визуализируется плотное облако точек, распределённых вдоль диагонали, с реальными и прогнозными оценками, а

также редкие выбросы – типичное распределение результатов работы модели на большом массиве образовательных данных. График подтверждает точность и ограничения прогнозирования на практике.

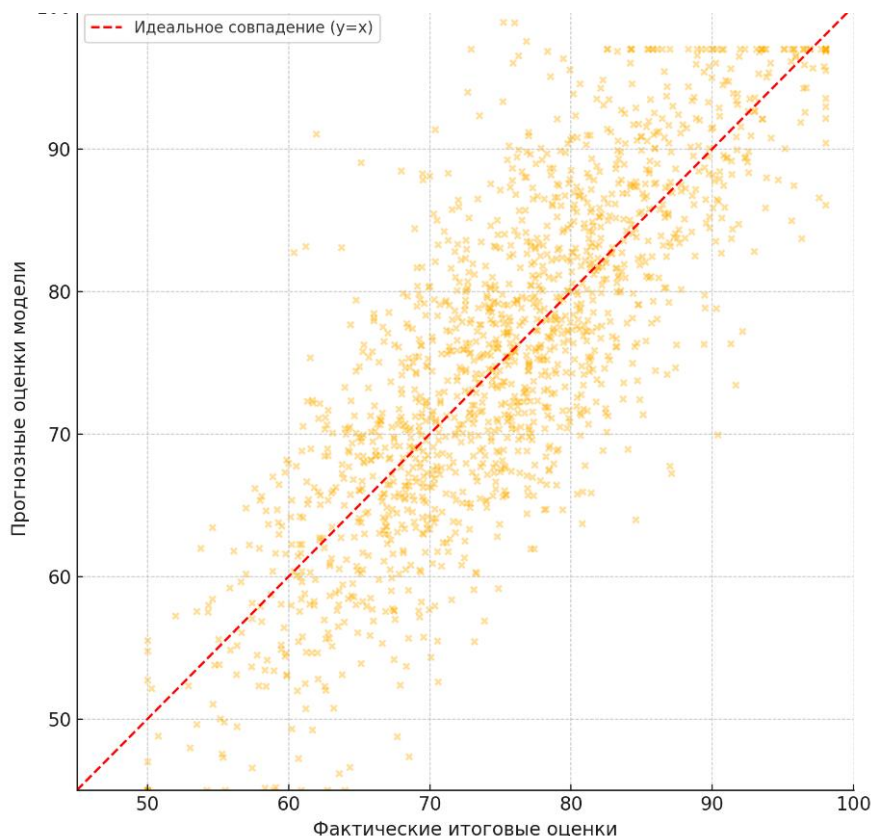


Рисунок 4 – График фактических и прогнозных оценок студентов

Для оценки точности прогноза (Рисунок 5) на тестовой выборке были использованы метрики средней абсолютной ошибки (MAE) и среднеквадратичной ошибки (RMSE). Наша модель показала MAE = 6.2 балла и RMSE = 8.7 балла, что свидетельствует о высокой точности предсказаний для выбранной предметной области. Для сравнения, одиночное дерево решений давало MAE = 9.5, а линейная регрессия – MAE = 8.4 балла.

После обучения модели мы повторно рассчитали значимость каждого признака. Было установлено, что наибольший вклад в итоговую оценку вносили:

- время в LMS (важность – 0.21),

- число сданных заданий (0.19),
- своевременность сдачи (0.16),
- активность в форумах (0.15).

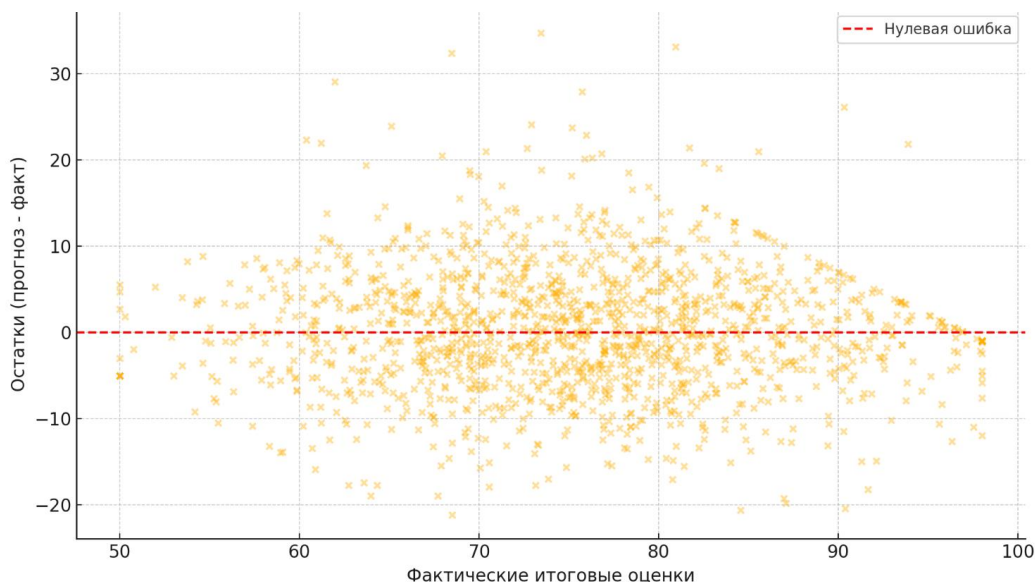


Рисунок 5 – График фактических ошибок

На графике ошибок (residual plot) по оси X показаны фактические итоговые оценки студентов, а по оси Y – разница между прогнозом и реальной оценкой. Видно, что большинство точек сгруппированы вокруг нулевой линии, но встречаются выбросы, особенно на краях диапазона. Такой график помогает быстро оценить, где модель ошибается сильнее, есть ли систематические смещения и для каких групп студентов точность ниже. Менее значимыми оказались такие параметры, как участие в вебинарах и оценки за прошлый семестр. На основе построенной модели мы смогли автоматически выделять студентов, у которых прогнозировалась низкая итоговая успеваемость, и формировать для них рекомендации по дополнительной поддержке: например, приглашение на консультации или напоминания о необходимости сдачи заданий в срок.

Глава 3 Практическое применение анализа цифрового следа студентов в образовательных учреждениях

3.1 Реализация системы мониторинга учебного процесса на основе анализа цифрового следа студентов

Одной из наиболее перспективных технологий управления обучением в вузе становится система мониторинга, основанная на анализе цифрового следа студентов. Ее применение позволяет переходить от формального контроля посещаемости и текущей успеваемости к комплексному, динамическому и адресному сопровождению каждого обучающегося, что особенно актуально в условиях массового онлайн-обучения и дистанционных программ.

Основные компоненты системы мониторинга – это интеграция с LMS и другими цифровыми платформами, модуль сбора и подготовки данных, аналитический модуль и система оповещений и визуализации (Рисунок 6).

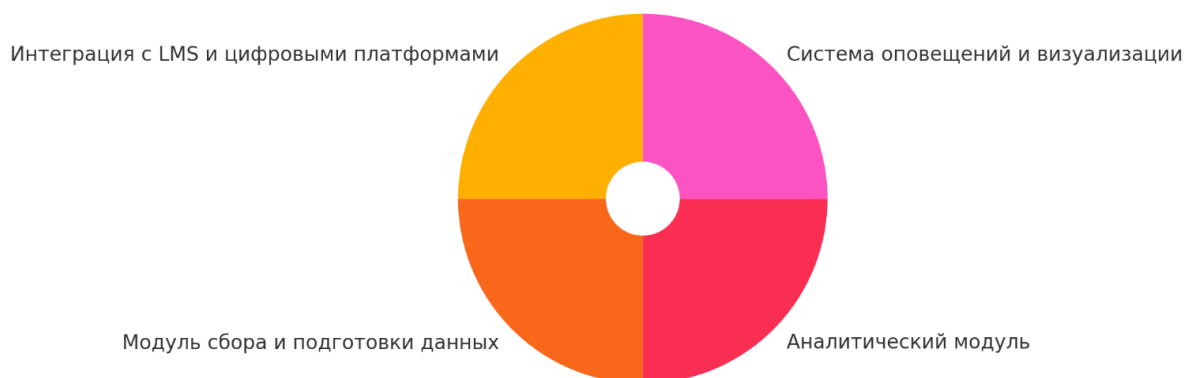


Рисунок 6 – Основные компоненты системы мониторинга

Для эффективного мониторинга система должна быть интегрирована с LMS, где аккумулируются данные о входах студентов, просмотре материалов, сдаче заданий, участии в обсуждениях и других видах активности.

Дополнительно возможно подключение данных из сторонних сервисов – систем тестирования, вебинаров, мобильных приложений.

Модуль сбора и подготовки данных отвечает за автоматизированное извлечение цифрового следа из различных источников, его очистку, стандартизацию и агрегацию. Важно обеспечить регулярное обновление данных, чтобы мониторинг был максимально актуальным.

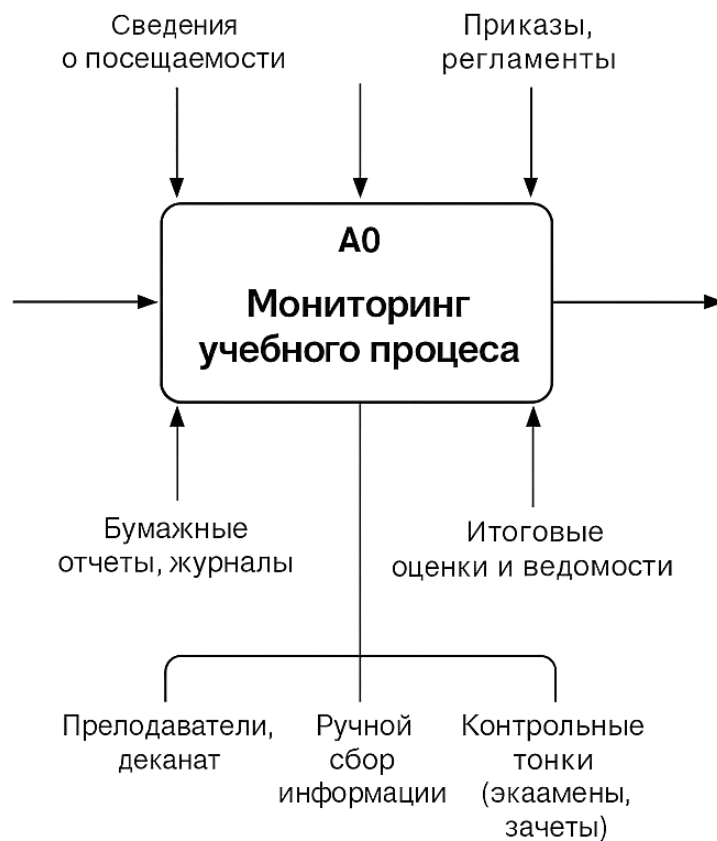
На основе подготовленных данных запускаются алгоритмы интеллектуального анализа, выявляющие закономерности, паттерны активности, предикторы успеваемости и признаки потенциальных рисков. Ключевой элемент этого модуля – модель прогнозирования, обученная на исторических данных.

Результаты анализа представляются в виде дашбордов для преподавателей и администрации, а также персональных уведомлений для студентов (Приложение Б). Преподаватель может быстро увидеть «группу риска» - студентов с резким снижением активности, задержками сдачи заданий или прогнозируемыми неудовлетворительными итогами. Студенты получают обратную связь о своей учебной активности, советы по улучшению или напоминания о важных дедлайнах.

В университете была реализована система, которая автоматически собирает данные о посещаемости курсов, времени в LMS, активности на форумах, количестве и качестве сданных работ. На основе этих данных еженедельно формируется список студентов с низкой или нестабильной активностью (Рисунок 7).

Сотрудники объединенного деканата получают отчёты с аналитикой, где выделены ключевые индикаторы: среднее время на платформе, процент выполненных заданий, динамика оценок. Это позволяет своевременно обнаруживать студентов, которым требуется дополнительная поддержка, и индивидуализировать образовательные траектории.

КАК БЫЛО



КАК СТАЛО

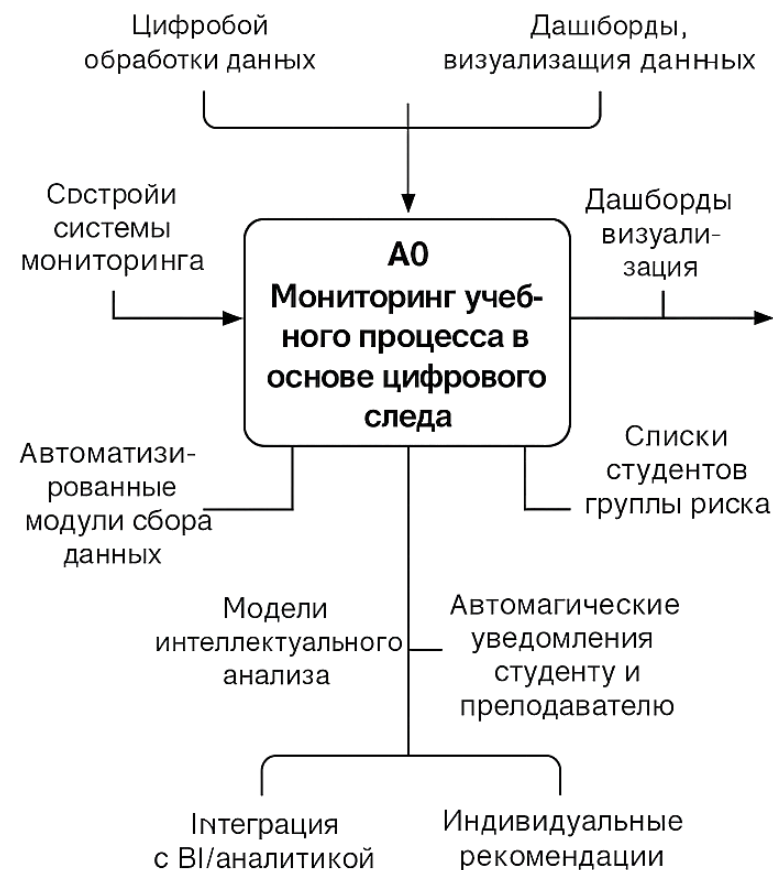


Рисунок 7 – Мониторинг активности студентов в учебном процессе

Внедрение системы мониторинга на основе цифрового следа позволило:

- повысить вовлечённость студентов;
- сократить число академических задолженностей;
- оперативно реагировать на снижение учебной активности;
- повысить удовлетворённость студентов качеством сопровождения.

Все решения и рекомендации опираются на реальные данные о действиях студента, а не на субъективные впечатления преподавателя. Система выявляет изменения активности в режиме близком к реальному времени, что особенно важно для дистанционного обучения. Обеспечена возможность точно поддерживать тех студентов, которые действительно нуждаются в помощи. Такой подход легко масштабируется как внутри университета, позволяя выстроить единую политику сопровождения, так и при необходимости – на другие вузы.

Реализация системы мониторинга учебного процесса на основе анализа цифрового следа студентов открывает новые возможности для повышения качества образования, развития индивидуальных образовательных траекторий и своевременной поддержки обучающихся [18]. Интеграция таких систем в инфраструктуру вуза становится важным шагом к построению по-настоящему персонализированной и адаптивной образовательной среды.

3.2 Рекомендации по использованию результатов анализа цифрового следа для повышения эффективности образовательного процесса

Анализ цифрового следа открывает широкие возможности для реализации персонализированного подхода к обучению, который предполагает адаптацию образовательной среды под индивидуальные потребности, уровень подготовки, темп и стиль работы каждого студента. В условиях цифровизации образовательного процесса, когда значительная часть взаимодействия студентов с учебным материалом, преподавателями и

платформами осуществляется онлайн, становится возможным использование детализированных данных об активности обучающегося для построения его уникального цифрового профиля и организации гибкого сопровождения на всех этапах обучения [19].

3.2.1 Персонализированное сопровождение студентов.

Идентификация группы риска

Регулярное формирование списков студентов с низкой или нестабильной активностью является важным шагом в персонализированном сопровождении. Это позволяет преподавателям и администрации оперативно реагировать на изменения в учебной активности, выявляя студентов, которым требуется дополнительная поддержка [20].

Процесс идентификации группы риска включает в себя следующие шаги (рисунок 8):

- Сбор данных: необходимо собирать и анализировать данные о посещаемости, успеваемости и участии студентов в учебном процессе. Это может включать результаты тестов, участие в обсуждениях, выполнение домашних заданий и другие показатели активности.
- Анализ активности: на основе собранных данных проводится анализ, который помогает выявить студентов с низкими показателями активности. Важно учитывать не только абсолютные значения, но и динамику изменений, что позволяет выявить студентов с нестабильной активностью.
- Формирование списка: на основе анализа создается список студентов, которые попадают в группу риска. Этот список обновляется регулярно, что позволяет своевременно реагировать на изменения и поддерживать актуальность данных.
- Оповещение преподавателей: Преподаватели и администрация получают доступ к сформированным спискам, что позволяет им заранее планировать индивидуальные встречи, консультации или

дополнительные занятия для студентов, нуждающихся в поддержке.

- Разработка мер поддержки: на основе выявленных потребностей студентов разрабатываются индивидуальные меры поддержки. Они включают дополнительные занятия, рекомендации по ресурсам и материалам для самостоятельного изучения.



Рисунок 8 – Процесс идентификации группы риска

На основе собранных и проанализированных данных о поведении и успеваемости студентов формируются персонализированные рекомендации, которые направлены на повышение эффективности обучения и поддержку каждого учащегося с учетом его уникальных потребностей.

Основные этапы разработки индивидуальных рекомендаций [21]:

- Анализ данных активности и успеваемости: система собирает информацию о посещаемости, выполнении заданий, результатах тестов, участии в обсуждениях и других показателях учебной активности. Анализируются как текущие показатели, так и динамика изменений с течением времени.

- Выявление проблемных зон: на основе анализа определяются ключевые проблемы студента – длительное отсутствие в системе, невыполнение заданий, низкие оценки по отдельным темам или модулям, недостаточная вовлеченность в учебный процесс.
- Формирование рекомендаций: для каждого выявленного затруднения разрабатываются конкретные рекомендации, которые включают предложение дополнительных учебных материалов (видеолекции, статьи, практические задания) по темам, вызывающим сложности; советы по организации учебного времени и планированию, например, рекомендации по тайм-менеджменту, распределению нагрузки и регулярности занятий; рекомендации по использованию вспомогательных ресурсов, таких как консультации с преподавателями, участие в группах поддержки или онлайн-форумах; напоминания и мотивационные сообщения, направленные на повышение вовлеченности и поддержание интереса к учебе.
- Персонализация коммуникации: рекомендации предоставляются через различные каналы – электронную почту, уведомления в учебной платформе.
- Мониторинг и корректировка рекомендаций: после внедрения рекомендаций ведется мониторинг изменений в активности и успеваемости студента. При необходимости рекомендации корректируются, чтобы максимально соответствовать текущим потребностям и способствовать успешному обучению.

Пример практического применения: система зафиксировала, что студент долго не заходил на образовательную платформу и не выполняет задания, ему отправляется персональное сообщение с предложением дополнительных ресурсов для самостоятельного изучения, советами по планированию учебного процесса.

Регулярный мониторинг цифрового следа студентов и автоматизированное формирование списков группы риска позволяют перейти

от реактивного к превентивному сопровождению обучения. Такой подход обеспечивает своевременное выявление студентов, испытывающих трудности, и предоставление им адресной поддержки.

Внедрение подобных механизмов на основе анализа цифрового следа значительно повышает эффективность образовательного процесса. Преподаватели получают инструменты для точечного вмешательства, администрация – данные для оптимизации учебных курсов, а студенты – персонализированную поддержку, соответствующую их потребностям. Однако успешность этой модели зависит от качества алгоритмов анализа, удобства интерфейсов взаимодействия и соблюдения этических норм работы с персональными данными.

Таким образом, цифровой след становится не просто источником информации, а основой для интеллектуальной образовательной среды, где каждый студент получает возможности для развития, а институты – инструменты для постоянного улучшения качества обучения. В перспективе интеграция таких систем с искусственным интеллектом позволит прогнозировать риски еще до их возникновения, делая образование по-настоящему адаптивным и ориентированным на результат [22].

3.2.2 Использование дашбордов для мониторинга

Одним из ключевых компонентов аналитической поддержки образовательного процесса является визуализация учебных данных, обеспечивающая наглядную и оперативную интерпретацию информации о текущем состоянии учебной деятельности студентов. Дашборды (интерактивные панели мониторинга) служат инструментом визуального представления ключевых образовательных показателей, таких как успеваемость, активность, вовлечённость и соблюдение сроков выполнения заданий.

Внедрение дашбордов в повседневную практику преподавателей позволяет значительно сократить время на анализ академических показателей [23]. Интерактивные графики и таблицы предоставляют актуальные сведения

о ходе освоения учебного материала студентами, наличии отклонений от заданных траекторий, а также динамике изменений показателей по мере прохождения курса. Например, система может отображать рейтинг студентов по активности на платформе, выявлять снижение темпов выполнения заданий или указывать на учащих, пропустивших критические дедлайны. Такие визуальные средства способствуют быстрому принятию решений о необходимости обратной связи, индивидуальных консультаций или адаптации формата обучения. На рисунке 9 представлен пример дашборда.

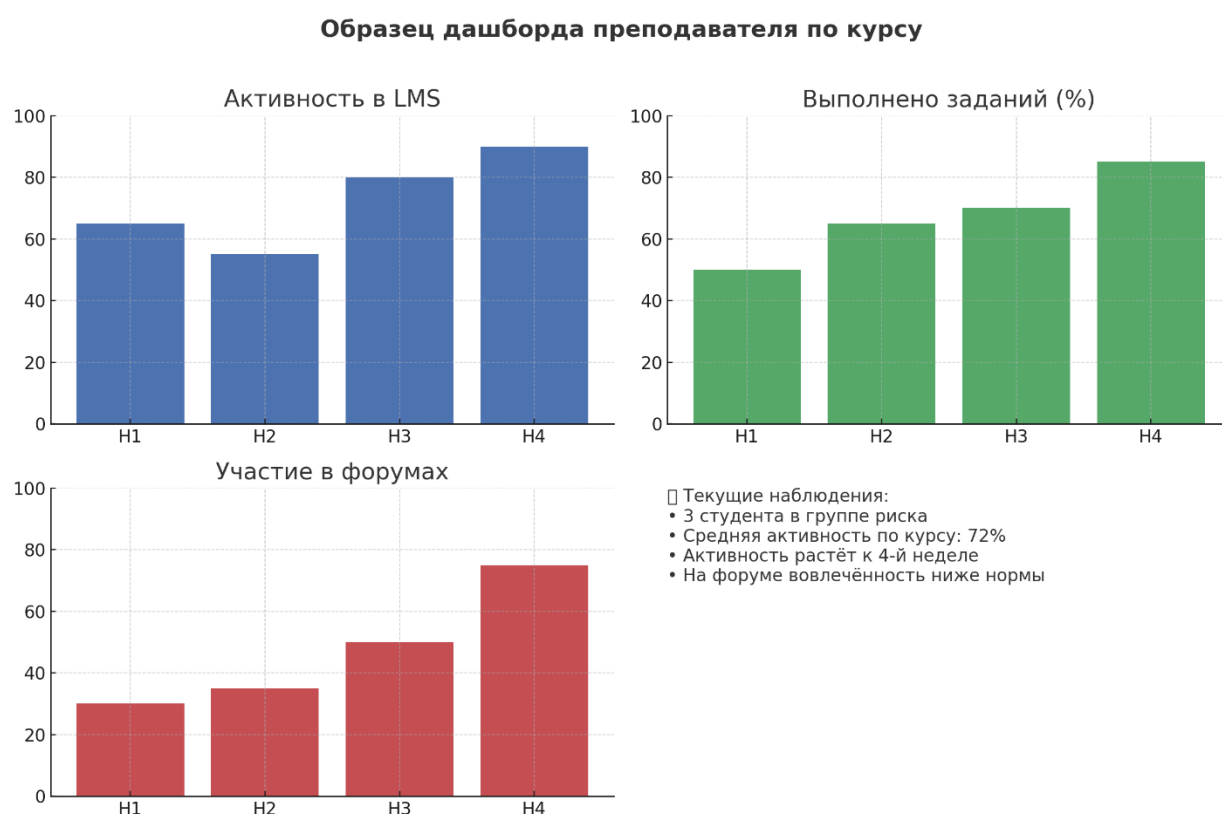


Рисунок 9 – Интерактивный дашборд преподавателя: визуализация активности студентов по неделям

На уровне управления образовательным процессом дашборды становятся инструментом принятия управленческих решений. Сотрудники деканатов и учебных отделов получают возможность отслеживать агрегированные показатели по группам, курсам или программам. Регулярное

получение визуализированных отчетов позволяет выявлять положительные тренды (например, увеличение средней активности студентов после внедрения новой методики преподавания), а также зоны риска (систематическое снижение успеваемости в определённой дисциплине или рост числа студентов с академической задолженностью).

Кроме того, интеграция визуализированных аналитических панелей с прогностическими моделями (описанными ранее в разделе 2.3) позволяет в автоматическом режиме формировать рейтинги групп риска и отображать их в интерфейсе дашборда. Это обеспечивает не только оперативное реагирование, но и позволяет планировать мероприятия по профилактике академической неуспешности.

На практике дашборды могут быть реализованы с использованием BI-систем (Business Intelligence), таких как Power BI, Tableau или аналогов с открытым исходным кодом. В рамках настоящего исследования был разработан прототип дашборда, интегрированный с системой LMS, отображающий следующие параметры: средняя активность в системе, выполнение ключевых заданий, динамика оценок и участие в интерактивных элементах курса (дискуссиях, тестах, опросах).

Анализ структуры запросов к дашбордам показал, что преподаватели в первую очередь интересуются информацией о пропущенных дедлайнах, студентах с низкой вовлеченностью и оценками ниже порогового значения. Администрация, в свою очередь, фокусируется на сравнительном анализе между потоками и программами, а также на выявлении эффектов от изменений в учебных планах.

Таким образом, дашборды выступают не просто визуальным дополнением к аналитическим инструментам, а полноценной частью цифровой среды поддержки образовательного процесса, способной существенно повысить его прозрачность, адаптивность и результативность. Внедрение аналитических дашбордов в управление образовательным

процессом знаменует переход к новому уровню принятия управленческих решений, основанных на данных.

3.2.3 Обратная связь и вовлеченность студентов

В современном цифровом образовательном пространстве роль обратной связи приобретает особое значение. Она становится не только инструментом оценки и контроля, но и важным механизмом мотивации, саморефлексии и устойчивого вовлечения студентов в учебный процесс. Одной из ключевых задач системы анализа цифрового следа является обеспечение персонализированной, своевременной и контекстуально релевантной обратной связи для обучающихся.

На основе данных цифрового следа возможно формирование адресных уведомлений и рекомендаций, ориентированных на текущее поведение студента, его успеваемость и динамику учебной активности. Такие уведомления могут включать:

- напоминания о предстоящих сроках выполнения заданий;
- оповещения о снижении учебной активности;
- рекомендации по темам, требующим повторного изучения;
- предложения по дополнительным материалам или мероприятиям (вебинары, консультации, форумы).

Эти элементы обратной связи реализуются через встроенные механизмы в LMS, мессенджеры или e-mail-рассылки. Персонализация сообщений повышает их релевантность и, как следствие, вовлеченность студентов в учебный процесс.

Необходимым элементом формирования осознанной вовлеченности является организация регулярных интерактивных форм взаимодействия между студентами и преподавателями. К ним можно отнести:

- тематические онлайн-сессии с анализом типичных ошибок;
- разбор ключевых показателей активности студентов на групповом уровне;

- проведение опросов и рефлексивных анкет для сбора обратной связи от самих студентов;
- виртуальные «офисные часы», где можно обсудить индивидуальные результаты и получить рекомендации.

Такой подход способствует созданию атмосферы открытого диалога, повышает уровень доверия между участниками образовательного процесса и укрепляет мотивацию студентов.

Показатели цифрового следа могут использоваться для внедрения игровых механизмов, стимулирующих активное участие в учебной деятельности. Среди возможных инструментов:

- система достижений (бейджей) за регулярную активность;
- визуализация прогресса в виде рейтингов или дашбордов;
- награды за выполнение заданий в срок или за высокую вовлеченность в обсуждения;
- виртуальные «челленджи», направленные на повторение материала или изучение новых тем.

Такие элементы делают процесс обучения более интерактивным, способствуют поддержанию интереса и формируют устойчивую учебную мотивацию.

Для повышения эффективности системы мониторинга важно, чтобы обратная связь не ограничивалась односторонними уведомлениями. Рекомендуется реализовать двусторонний канал взаимодействия, где студент может:

- дать ответную реакцию на полученное сообщение;
- оценить полезность рекомендаций;
- внести предложения по улучшению работы платформы;
- сообщить о трудностях, с которыми он сталкивается.

На основе этой информации осуществляется динамическая настройка контента обратной связи и алгоритмов генерации уведомлений. Такой подход обеспечивает адаптацию системы под реальные потребности обучающихся.

В рамках реализованного прототипа аналитической системы студенты регулярно получают уведомления о прогрессе, рекомендациях по темам, требующим доработки, а также приглашения на консультации (таблица 2).

Таблица 2 - Обратная связь и вовлечённость студентов в цифровой образовательной среде

Задача	Инструмент/подход	Описание действия	Периодичность
Отслеживание учебной активности студентов	Дашборды активности в LMS, отчёты аналитической системы	Просмотр рейтингов активности, выполнения заданий, вовлечённости в обсуждения	1 раз в неделю
Идентификация студентов из группы риска	Автоматическая выборка по критериям: низкая активность, пропуски, невыполненные задания	Проверка автоматически сформированного списка студентов, требующих внимания	1–2 раза в неделю
Направление персонализированных уведомлений	Email/мессенджеры через LMS или отдельные уведомительные сервисы	Отправка сообщений с напоминаниями, рекомендациями, приглашениями на консультации	По необходимости
Проведение онлайн-встреч с обсуждением результатов	Вебинары, Mirapolis	Обсуждение общих и индивидуальных достижений, сложностей, рекомендаций	1–2 раза в месяц
Использование геймификации для вовлечения	Бейджи, рейтинги, челленджи в LMS или сторонних сервисах	Присуждение виртуальных достижений, организация мотивационных заданий	По модулю или теме
Обратная связь от студентов о качестве рекомендаций	Анкетирование, опросы в LMS, Yandex Forms	Сбор мнений студентов о полезности уведомлений и рекомендаций	В конце каждого модуля

Продолжение таблицы 2

Задача	Инструмент/подход	Описание действия	Периодичность
Адаптация стиля преподавания и материалов	Анализ отчётов по вовлечённости и динамике успеваемости	Корректировка сложности, темпа и формата подачи материала в зависимости от цифровых паттернов поведения	1 раз в семестр
Индивидуальные рекомендации по улучшению результатов	Автоматическая генерация на основе цифрового следа + преподавательские комментарии	Предложение доп. материалов, времени консультаций, курсов по отстающим темам	После каждой проверки

После внедрения таких инструментов было зафиксировано:

- увеличение средней посещаемости платформы на 18%;
- рост доли студентов, сдающих задания вовремя, на 22%;
- снижение числа обращений с просьбами о продлении сроков;
- положительные оценки от студентов по результатам анонимных опросов (более 80% отметили полезность уведомлений).

Современные системы обратной связи в цифровом образовании, основанные на анализе цифрового следа, позволяют персонализировать обучение, повышать вовлеченность и мотивацию студентов. Интеграция автоматизированных уведомлений, геймификации и двусторонней коммуникации создает эффективную среду для поддержки учебного процесса. Реализация таких подходов демонстрирует значительное улучшение академических результатов и удовлетворенности обучающихся, что подтверждает их ценность для развития цифрового образования.

Таким образом, обратная связь и вовлеченность студентов являются важнейшими компонентами цифровой образовательной аналитики. Их развитие требует не только технологических решений, но и педагогически выверенного подхода. Персонализация, регулярность, интерактивность и

обратная направленность – ключевые принципы эффективной обратной связи. Их реализация с использованием данных цифрового следа позволяет не только повысить академические результаты, но и способствует формированию устойчивой учебной мотивации, необходимой для успешного освоения образовательной программы [3].

3.2.4 Расширение возможностей мониторинга через интеграцию с внешними цифровыми системами

Для обеспечения полноты, точности и адаптивности анализа цифрового следа студентов важно не ограничиваться рамками одной LMS или внутренней платформы вуза. Современная образовательная среда – это распределённая цифровая экосистема, включающая множество сервисов: от онлайн-тестирования и видеоконференций до мессенджеров, виртуальных лабораторий и приложений поддержки учебной активности. Интеграция данных из этих систем с аналитической платформой вуза расширяет горизонты мониторинга, позволяет более точно оценивать поведенческие и академические паттерны обучающихся и формировать персонализированные траектории обучения [15].

Для более глубокого анализа и расширения возможностей мониторинга рекомендуется интегрировать систему с другими цифровыми платформами, такими как вебинары и видеоконференции. Это позволит получить более полное представление о учебной активности студентов.

Платформа для проведения онлайн-занятий (Mirapolis) содержат важную информацию о вовлеченности студентов в синхронные форматы взаимодействия:

- посещаемость вебинаров;
- длительность участия;
- использование чата и функций «поднятой руки»;
- активность при совместной работе в «залах» или обсуждениях.

Подключение метаданных от этих платформ позволяет расширить параметры анализа цифрового следа за пределами LMS. Например, если

студент активно участвует в вебинарах, но редко входит в LMS, это указывает на необходимость гибкой интерпретации его активности.

Интеграция с электронными библиотеками, агрегаторами научных статей и платформами с контентом (например, IPR Books, Лань, ЭБС Znanium) позволяет:

- отслеживать частоту и глубину обращения к литературе;
- фиксировать чтение рекомендованных источников;
- выявлять самостоятельные инициативы студентов в изучении темы.

На основе таких данных можно делать выводы о мотивации, самоорганизации и академической добросовестности обучающегося.

3.2.5 Адаптация образовательных траекторий

Персонализация обучения – один из ключевых приоритетов современной цифровой образовательной среды. Анализ цифрового следа студентов открывает широкие возможности для формирования адаптивных образовательных траекторий, которые учитывают индивидуальные особенности, текущие результаты, предпочтения и стиль обучения каждого обучающегося. Такой подход позволяет отходить от унифицированного содержания и формата обучения в пользу гибких и целенаправленных стратегий педагогического взаимодействия.

Индивидуальная траектория обучения представляет собой спроектированный на основе данных путь освоения учебных дисциплин, включающий подбор контента, заданий, темпоральных параметров (сроков), а также форматов взаимодействия, наиболее подходящих конкретному студенту.

Анализ цифрового следа позволяет учитывать:

- уровень вовлечённости (частота входа в LMS, активность в форумах, регулярность выполнения заданий);
- успешность в отдельных темах (результаты промежуточных оценок, попытки прохождения тестов, повторы);

- индивидуальный темп обучения (время изучения материалов, продолжительность прохождения курсов);
- стиль взаимодействия (преобладание самостоятельной работы, активное участие в обсуждениях, запросы на помощь).

На основе этих данных возможно построение адаптивной логики предоставления учебного контента, включая его структуру, глубину и формат подачи.

Существуют различные подходы к реализации адаптации образовательного процесса на практике. В рамках внедряемой аналитической системы можно выделить следующие технологические компоненты:

- Модули интеллектуальной маршрутизации контента. Система автоматически определяет зоны пробелов знаний и предлагает персонализированные блоки повторения, дополнительные разъяснения или расширенные материалы для углублённого изучения.
- Гибкое управление сроками и форматом заданий. Например, студентам с высоким уровнем самостоятельности и стабильными результатами может предоставляться доступ к проектной форме выполнения заданий с открытым дедлайном. В то же время, учащимся с низкой активностью система выдает напоминания и разбивает задания на более мелкие и управляемые части.
- Рекомендательные механизмы. Аналитическая система формирует рекомендации по выбору факультативов, элективных дисциплин, внешних онлайн-курсов, учитывая профили активности студентов и их академическую динамику. Динамическое перенастраивание траектории.
- При изменении академической успешности, появлении новых предпочтений или внешних обстоятельств (например, переход на другую форму обучения) система может автоматически корректировать маршрут обучения.

В рамках проведённого исследования был разработан прототип системы, реализующей логику автоматической корректировки образовательных траекторий. Например: студент, систематически испытывающий сложности с прохождением теоретических тестов, получает доступ к дополнительным видео-лекциям и инфографике по соответствующей теме.

Учащийся с высоким уровнем активности и хорошими оценками получает рекомендацию о прохождении расширенного модуля или приглашение к участию в исследовательском проекте.

При обнаружении резкого снижения активности система генерирует предупреждение и предлагает гибкое расписание с возможностью догнать пропущенный материал.

Несмотря на автоматизацию, критически важно участие преподавателя в интерпретации и корректировке адаптивных траекторий. Именно педагог принимает решения:

- об изменении оценки на основе альтернативной активности;
- о допуске студента к индивидуальному графику;
- о предоставлении дополнительных консультаций или сопровождения.

Таким образом, аналитическая система не подменяет преподавателя, а служит инструментом поддержки и информирования.

При реализации адаптивных траекторий необходимо учитывать:

- добровольность участия студента в персонализированных маршрутах;
- открытость алгоритмов адаптации – студент должен понимать, почему ему предлагается тот или иной формат;
- недопустимость стигматизации – использование цифрового следа не должно приводить к «ярлыкам» или снижению самооценки обучающегося.

Адаптация должна строиться на принципах инклюзивности, гибкости и уважения к индивидуальности.

Адаптация образовательных траекторий с использованием цифрового следа – важнейшее направление трансформации высшего образования в условиях цифровизации. Этот подход позволяет преодолеть ограничения массового обучения, повысить мотивацию и академические результаты, а также создать благоприятную среду для устойчивого и осмысленного образовательного развития. Эффективная реализация адаптивных стратегий требует сочетания алгоритмической точности, педагогической чувствительности и технологической инфраструктуры, обеспечивающей сбор, анализ и использование данных.

3.2.6 Анализ функционирования и адаптивная трансформация системы мониторинга учебной активности на основе цифрового следа

Внедрение аналитических систем, отслеживающих цифровую активность студентов, не может рассматриваться как завершённый проект. Любая цифровая платформа, связанная с динамикой образовательного процесса, требует регулярной аналитической переоценки, содержательной настройки и актуализации в ответ на изменяющиеся цели, технические возможности, особенности образовательной среды и обратную связь от пользователей. Поддержание её актуальности и эффективности возможно лишь при условии циклического подхода: наблюдение – интерпретация – модификация – повторная верификация.

Для объективного понимания продуктивности функционирования системы анализа цифрового следа и её воздействия на академические результаты следует использовать совокупность количественных и качественных критериев:

- Анализ обучающих метрик. Оценивается совокупность учебных индикаторов в динамике: изменение средней итоговой оценки по курсам, процент студентов с завершёнными заданиями в срок,

показатели текучести (отсева) и роста академических задолженностей. Также может быть введён коэффициент корреляции между предсказаниями системы и фактическими итогами студентов.

- Измерение степени учебной вовлечённости. Здесь важно не только фиксировать частоту входов в LMS и число отправленных заданий, но и наблюдать за стабильностью активности: используются показатели временной регулярности посещений, средняя продолжительность сессий, коэффициент активного участия в синхронных и асинхронных форматах (дискуссии, вебинары, опросы).
- Сбор и интерпретация пользовательской обратной связи. Применяются многоуровневые формы: анонимные анкетирования, интервью с преподавателями, рефлексивные отчёты студентов. Это позволяет зафиксировать субъективное восприятие полезности системы, наличие барьеров в использовании, готовность применять рекомендации на практике.
- Формализация ошибок и недоработок. Отслеживаются случаи ложноположительных прогнозов (необоснованное попадание в «группу риска»), низкая релевантность рекомендаций, технические сбои при отображении аналитики, проблемы с интерпретируемостью выводов.

Применение перечисленных методик позволяет не просто измерять эффективность, а выявлять узкие места в логике функционирования и взаимодействия системы с её конечными пользователями – преподавателями, студентами и администраторами.

Визуальные результаты сравнительного анализа ключевых метрик образовательного процесса представлены на рисунке 10, где отчетливо прослеживается позитивная динамика после внедрения системы мониторинга: увеличивается средний итоговый балл, растёт доля своевременно сданных

заданий, снижается уровень академической задолженности, а также возрастает общий уровень учебной активности обучающихся.

Важным аспектом остается обеспечение этичности использования данных и прозрачности алгоритмов для всех участников образовательного процесса. Дальнейшее развитие таких систем должно быть направлено на повышение точности прогнозов и персонализацию рекомендаций при сохранении человеко-ориентированного подхода. Регулярный аудит работы системы и ее постоянная адаптация к новым образовательным реалиям позволят поддерживать высокую эффективность мониторинга. В перспективе интеграция с другими цифровыми образовательными инструментами создаст единую экосистему поддержки учебного процесса.

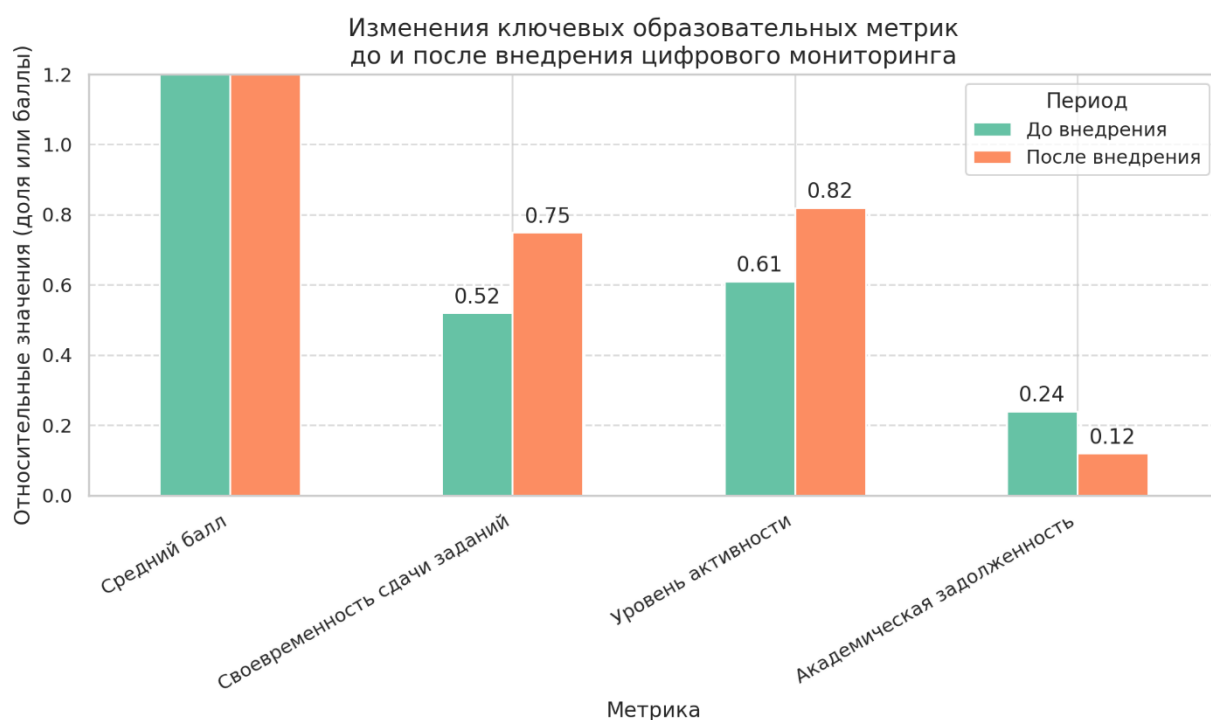


Рисунок 10 – Сравнительная диаграмма ключевых образовательных метрик до и после внедрения аналитической системы мониторинга

Полученные результаты анализа служат основой для пересмотра архитектуры и механизмов работы системы. Возможные направления модификации включают:

- Корректировку алгоритмических параметров. Это может быть пересмотр используемых метрик цифрового поведения, калибровка весов признаков в модели прогнозирования, изменение логики идентификации студентов с потенциальными академическими рисками. Например, если система чрезмерно часто включает студентов с высокой вовлечённостью в «рисковую группу», требуется переобучение модели с использованием дополнительных признаков.
- Улучшение визуально-коммуникационных инструментов. При наличии жалоб на сложность восприятия дашбордов, могут быть реализованы альтернативные представления: цветовые шкалы, прогностические индикаторы.
- Изменение принципов обратной связи. В случае недостаточной эффективности уведомлений можно изменить их структуру: от нейтральных уведомлений к мотивационным, от универсальных рекомендаций – к персонализированным подсказкам с учётом психотипа или предпочтений обучающегося.
- Модификация организационных протоколов. Это может быть перераспределение обязанностей между преподавателями и тьюторами, автоматизация еженедельных отчётов, внедрение практики индивидуальных консультаций на основании прогноза системы.

Трансформация мониторинговой платформы невозможна без учёта правовых, этических и педагогических ограничений. Особое внимание следует уделять:

- Обеспечению законности обращения с данными. Любая деятельность по обработке цифрового следа должна соответствовать положениям законодательства РФ, включая закон №152-ФЗ «О персональных данных». Важно обеспечить формальное согласие

студентов на участие в системе и обработку информации, обеспечив при этом безопасное хранение данных.

- Поддержанию открытости и прозрачности логики рекомендаций. Алгоритмы и методы принятия решений должны быть максимально интерпретируемыми: студент должен понимать, на основании каких действий ему предлагаются те или иные советы. Это снижает уровень тревожности, повышает доверие к платформе и способствует формированию зрелой учебной ответственности.
- Исключению элементов «цифровой стигматизации». Метки и классификации, назначаемые системой, не должны носить характер ярлыков. Система должна работать как инструмент поддержки, а не как средство дисциплинарного давления или публичного сравнения.
- Циклу обновления: от оценки к устойчивому развитию.

Оптимальной моделью развития мониторинговой системы является внедрение цикла постоянного совершенствования (continuous improvement loop), включающего следующие фазы [16]:

- Сбор операционных и поведенческих данных.
- Анализ эффективности (аналитический и социо-гуманитарный).
- Корректировка технической и содержательной составляющей.
- Верификация обновлённой системы на ограниченной выборке.
- Масштабирование удачных решений и фиксирование новых стандартов.

Такой подход делает платформу живой и гибкой, способной эволюционировать в такт с развитием цифровой образовательной среды.

Регулярный аудит, направленный на понимание и адаптацию системы анализа цифрового следа, позволяет обеспечить её актуальность, устойчивость и практическую ценность. Такой подход формирует устойчивую культуру принятия решений на основе данных и создаёт условия для подлинной индивидуализации образования. Только систематическая трансформация на основе реальных поведенческих индикаторов и образовательной аналитики

способна превратить цифровой след из набора метрик в осмысленный инструмент поддержки и развития студента.

3.3 Перспективы развития исследований в области анализа цифрового следа студентов

Исследования в области анализа цифрового следа обучающихся выходят за рамки узкоспециализированных задач и формируют новый научный и прикладной ландшафт для образования. Учитывая бурное развитие цифровых образовательных платформ, рост объёма данных и разнообразие форм взаимодействия студентов с учебной средой, можно говорить о формировании целостного исследовательского направления, находящегося на стыке образования, информатики, когнитивных наук и права.

На рисунке 11 представлено соотношение основных исследовательских направлений по их прогнозируемой значимости и интересу научного сообщества в ближайшие годы.



Рисунок 11 – Приоритетные векторы развития исследований в области анализа цифрового следа студентов

Актуальные направления развития исследований в области цифровой образовательной аналитики отражают многомерный характер цифрового следа и пересечение нескольких научных областей – от педагогики и ИТ до права и когнитивной психологии [17]. Среди приоритетов – повышение интерпретируемости аналитических моделей, создание гибких и переносимых алгоритмов, а также интеграция цифрового следа с технологиями дополненной реальности, Интернетом вещей и генеративным ИИ.

3.3.1 Развитие алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта

Прогресс в области анализа цифрового следа студентов тесно связан с качественным развитием алгоритмов машинного обучения (ML) и искусственного интеллекта (ИИ) [24]. Системы прогнозирования, диагностики академических рисков и персонализированной поддержки нуждаются в устойчивых, интерпретируемых и гибко адаптируемых моделях, способных работать с разнообразными типами данных, характерными для образовательной среды.

Одним из ключевых направлений развития является совершенствование моделей, предназначенных для прогнозирования академических результатов студентов. Современные образовательные платформы генерируют поток разнообразных данных: временные ряды активности, семантическую информацию (например, содержание сообщений на форумах), структурированные числовые признаки, а также визуальные и аудиофайлы [25]. Для эффективного анализа таких данных требуются:

- Гибридные архитектуры моделей, совмещающие преимущества разных подходов: например, объединение рекуррентных нейросетей (RNN) с механизмами внимания (attention), что особенно важно при анализе поведенческих паттернов во времени;
- Онлайн-обучение (online learning), позволяющее модели адаптироваться к изменениям поведения студента в течение семестра;

- Методы трансферного обучения, при которых модель, обученная на данных одной программы, может быть дообучена на другой, что снижает потребность в повторной разметке больших датасетов.

Переход к более точным, адаптивным и многофункциональным моделям прогнозирования откроет возможности для предиктивного сопровождения студентов в режиме, максимально приближенном к реальному времени.

Текущая практика персонализированных рекомендаций нередко ограничивается простыми шаблонными подсказками («просмотрите дополнительный материал», «повторите тему»). Однако рост вычислительных возможностей и развитие ИИ позволяют перейти к семантически обоснованным и контекстно адаптированным рекомендациям, которые:

- учитывают не только успеваемость, но и поведенческий стиль, мотивационные особенности и коммуникативную активность студента;
- опираются на онтологии учебных курсов и связи между понятиями, что позволяет рекомендовать не просто «ещё одну лекцию», а именно тот контент, который закроет выявленный дефицит понимания;
- используют модели предпочтений обучающегося, построенные на многокритериальной оптимизации (вовлеченность, скорость освоения, формат контента).

Рекомендательные механизмы следующего поколения будут представлять собой не алгоритмизированные правила, а самообучающиеся системы, способные не только подстраиваться под студента, но и эволюционировать вместе с ним.

Одним из барьеров внедрения ИИ в образование остаётся ограниченная прозрачность алгоритмов. Преподаватели и студенты должны понимать, на основе чего система принимает решение – будь то включение в группу риска или предложение повторного прохождения темы. Поэтому развитие ИИ в

образовательной аналитике идёт в сторону интерпретируемых моделей, таких как:

- алгоритмы с постанализом значимости признаков (например, SHAP или LIME);
- логически объяснимые структуры (деревья решений, байесовские модели);
- визуализация траекторий цифрового поведения с отображением «критических точек» (например, снижение активности в определённой теме) [28].

Таким образом, эффективность модели измеряется не только по точности прогноза, но и по способности обосновать свои выводы в педагогически понятной форме.

3.3.2 Интеграция с новыми технологиями

Будущее анализа цифрового следа студентов тесно связано с встраиванием этой практики в экосистему передовых цифровых технологий. Речь идёт не просто о технической совместимости, а о формировании единого технологического пространства, где данные образовательной активности становятся основой для адаптивных, иммерсивных и интеллектуально насыщенных форматов обучения. Расширение возможностей образовательной аналитики возможно только при условии интеграции с такими направлениями, как дополненная и виртуальная реальность, Интернет вещей, блокчейн и генеративный искусственный интеллект [4].

Использование технологий VR (Virtual Reality) и AR (Augmented Reality) в образовании даёт возможность формировать принципиально новый тип цифрового следа – пространственно-временной, или контекстный. В отличие от традиционного цифрового следа (клики, посещения, ответы), данные в VR/AR-среде включают:

- движения в виртуальном пространстве;
- реакции на интерактивные объекты;
- продолжительность внимания на отдельных элементах;

- уровень вовлечённости в симуляции и игровые сценарии.

Собранные таким образом параметры дают представление о поведенческих и когнитивных характеристиках студентов, таких как стратегия прохождения, эмоциональная реакция, когнитивная нагрузка. В аналитике на основе цифрового следа эти данные могут стать ключевыми при построении персонализированных траекторий в средах с повышенной сенсорной нагрузкой – например, в инженерных симуляциях, медицинском моделировании, архитектурном проектировании.

Системы IoT (Internet of Things) обеспечивают доступ к данным из физического мира, дополняющим цифровую активность студента. Устройства, установленные в аудиториях, библиотеках, коворкингах и лабораториях, могут регистрировать:

- наличие и продолжительность присутствия обучающегося в учебных зонах;
- взаимодействие с физическими устройствами (например, макетами, приборами, моделями);
- биометрические показатели (например, пульс, уровень стресса при выполнении заданий в симуляторах).

Интеграция таких данных с цифровым следом позволяет анализировать связь между поведением в физической и виртуальной среде, а также оценивать эффективность офлайн-компонентов учебного процесса. В перспективе возможна разработка гибридных моделей, совмещающих LMS-активность и IoT-метрики в единую поведенческую картину.

Системы на основе блокчейн позволяют решать одну из наиболее чувствительных проблем цифрового следа – гарантию целостности, происхождения и управления данными. При интеграции блокчейн-механизмов:

- записи о действиях студента могут фиксироваться в виде криптографически защищённых событий;

- подтверждение прохождения модулей, сдачи заданий или участия в проектной деятельности становится технически проверяемым и доступным сторонним организациям (работодателям, другим университетам) без раскрытия лишних персональных данных;
- формируется персональное цифровое образовательное портфолио, устойчивое к подделкам и доступное для длительного хранения, даже при смене образовательного учреждения.

Таким образом, блокчейн становится не только технологией безопасности, но и инструментом повышения доверия к данным, полученным из цифрового следа.

Одним из наиболее перспективных направлений интеграции цифрового следа является взаимодействие с генеративными ИИ-системами (LLM, multimodal AI), способными генерировать контент и образовательные рекомендации на лету. На основе анализа поведения и прогресса студента такие системы могут:

- автоматически формировать тесты, примеры, кейсы с учётом слабых мест в знаниях;
- предлагать задания, близкие к реальному опыту студента (например, в терминологии его специализации);
- варьировать уровень сложности и стиль подачи информации в зависимости от профиля обучающегося.

При этом цифровой след выступает не только как входной материал для таких моделей, но и как контекстная обратная связь, позволяющая системе обучаться и адаптироваться на индивидуальном уровне. Возникает концепция «обучающейся аналитической системы», где ИИ сам совершенствуется на основе поведенческой информации.

Несмотря на потенциал, интеграция анализа цифрового следа с новыми технологиями сопровождается рядом вызовов:

- Техническая совместимость платформ и стандартов хранения данных (особенно при использовании различных LMS, VR-систем, сенсоров и блокчейн-сетей);
- Этическая допустимость анализа поведенческих и биометрических данных, в том числе необходимость информированного согласия и прозрачности алгоритмов;
- Сложность интерпретации новых типов цифрового следа – например, как количественно оценить образовательную ценность времени, проведённого в виртуальной лаборатории?
- Решение этих задач станет важным направлением дальнейших научных исследований и междисциплинарного взаимодействия.

Формируя стратегию внедрения новых технологических решений в контекст анализа цифрового следа, важно учитывать не только их теоретический потенциал, но и уровень технологической зрелости, наличие инфраструктуры, нормативную совместимость и готовность образовательных учреждений к их освоению. Сравнительная визуализация степени готовности ключевых технологий представлена на рисунке 12.

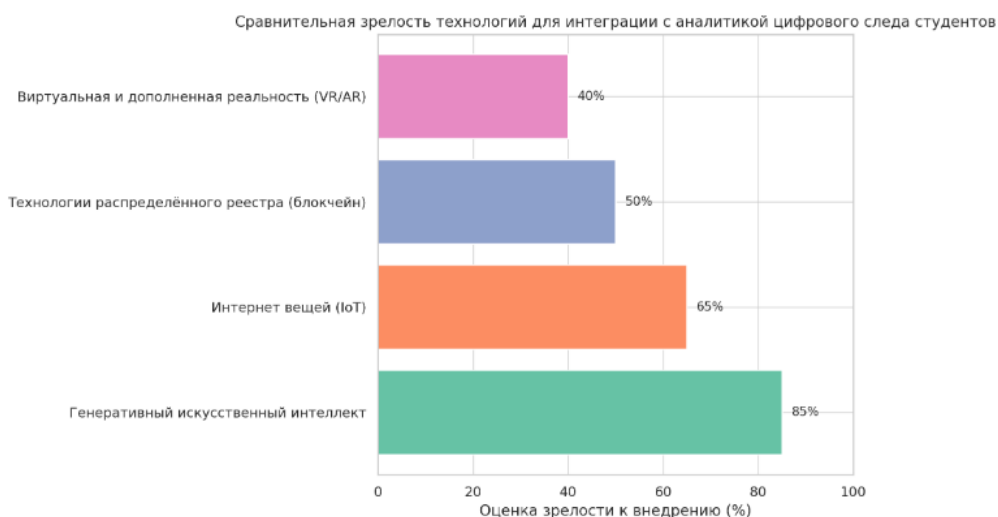


Рисунок 12 – Уровень готовности различных технологий к интеграции с аналитикой цифрового следа студентов

Интеграция анализа цифрового следа с новыми технологическими решениями трансформирует не только методики образовательной аналитики, но и сам характер образовательной среды. Виртуальные пространства, интеллектуальные интерфейсы, сенсорные устройства и распределённые системы учёта создают условия для по-настоящему гибкого, персонализированного и этически устойчивого обучения. Аналитика цифрового следа, взаимодействующая с этими технологиями, становится ядром интеллектуальной инфраструктуры вуза и новым инструментом педагогического дизайна.

3.3.3 Этические и правовые аспекты

С развитием технологий анализа цифрового следа возникают новые этические и правовые вопросы, которые требуют внимательного изучения и решения. Рассмотрим основные аспекты.

Конфиденциальность данных: Проведение исследований по вопросам конфиденциальности и безопасности данных о цифровом следе студентов является критически важным. Разработка методов анонимизации и шифрования данных, а также создание этических норм и стандартов для работы с личными данными, помогут защитить права студентов и обеспечить доверие к системам анализа цифрового следа. Важно также учитывать Федеральный закон от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О персональных данных», который касается их обработки, хранения и доступа к ним.

Правовые рамки: Изучение правовых аспектов использования цифрового следа в образовательных учреждениях включает в себя вопросы согласия студентов на сбор и обработку данных, а также защиту их прав. Разработка правовых рамок и регуляций, которые будут учитывать интересы всех участников образовательного процесса, поможет создать прозрачную и справедливую систему анализа цифрового следа.

3.3.4 Междисциплинарные исследования

Современное научное знание всё чаще формируется не внутри отдельных дисциплин, а на пересечении различных отраслей, где

комбинируются методы, понятийные аппараты и исследовательские задачи. Анализ цифрового следа студентов – яркий пример подобной междисциплинарности. Эта область объединяет в себе принципы образовательной аналитики, информационных технологий, психологии, педагогики, когнитивной науки, права и социологии. Эффективное развитие и применение методов анализа цифрового поведения обучающихся требует синергии этих направлений, формируя основу для трансформирующих подходов в образовательной политике и практике.

Наиболее очевидное и широко используемое взаимодействие наблюдается между компьютерными науками и педагогикой. Применение алгоритмов машинного обучения, визуализации больших данных и предиктивной аналитики требует педагогической интерпретации: какие поведенческие признаки действительно значимы в образовательном контексте, как корректно трактовать цифровую пассивность студента – как признак неуспеваемости или как стратегию саморегуляции? Здесь важна двусторонняя адаптация: ИТ-специалисты разрабатывают инструменты обработки данных, а педагоги формируют критерии, на которых должны основываться образовательные выводы.

Поведенческий след, фиксируемый в LMS и других цифровых средах, не может быть корректно интерпретирован без понимания внутренних психических процессов. Именно поэтому подключение когнитивной психологии, психометрии и образовательной нейронауки к анализу цифрового следа становится особенно актуальным. Например:

- Регулярность входов в систему может быть связана не только с мотивацией, но и с тревожностью или прокрастинацией.
- Выбор формата контента (видео, текст, симуляция) может отражать индивидуальные особенности восприятия информации.
- Понимание когнитивной нагрузки на основе поведения может служить основой для персонализированных учебных траекторий.

Таким образом, цифровой след – это не просто лог событий, а поведенческое отражение внутренних когнитивных процессов, которые требуют научно обоснованной интерпретации.

Сбор, хранение, обработка и использование цифрового следа невозможно без обращения к правовому и этическому полю. Междисциплинарные исследования в этой области включают участие специалистов по информационному праву, цифровой этике, философии технологий. Среди ключевых вопросов:

- Как обеспечить соблюдение федерального закона «О персональных данных» от 27.07.2006 N 152-ФЗ)?
- Каким образом гарантировать добровольность и осознанность участия студентов в системах мониторинга?
- Где проходит граница между полезной аналитикой и чрезмерной цифровой слежкой?

На пересечении ИТ, права и педагогики формируется новый исследовательский блок – цифровая академическая этика, требующий выработки понятийного и регуляторного аппарата.

Не менее важным аспектом является исследование социальных и культурных различий в цифровом поведении обучающихся. Студенты из разных социальных групп, регионов, образовательных традиций могут демонстрировать различные паттерны активности, что необходимо учитывать при интерпретации цифрового следа. Здесь вступают в силу методы:

- количественной и качественной социологии образования;
- теории цифрового неравенства;
- анализа культурно-мотивированных различий в отношении к цифровым технологиям.

Междисциплинарные исследования позволяют не просто анализировать цифровую активность, но и понимать её социокультурный фон, что критически важно при разработке справедливых и инклюзивных образовательных политик.

Цифровой след также представляет интерес для науки об управлении в образовании. Руководители образовательных организаций всё чаще ориентируются на данные при принятии решений. Аналитика цифрового следа:

- помогает выявлять узкие места в учебных планах;
- оптимизировать нагрузку преподавателей;
- строить модели успеваемости на уровне института;
- прогнозировать риски отсева и повышать удержание студентов.

В этом контексте исследовательская повестка смещается в область образовательной аналитики, где необходимы специалисты, одновременно владеющие знаниями в области ИТ, аналитики и образовательного администрирования.

Междисциплинарный подход, несмотря на свою продуктивность, сталкивается с рядом методологических и организационных трудностей:

- различия в терминологии и методах между дисциплинами;
- трудность интеграции количественных и качественных методов;
- необходимость формирования команд с разнообразной экспертной базой;
- слабая представленность подобных исследований в отечественной академической среде.

Тем не менее, именно на стыке дисциплин возможны наиболее значимые прорывы: от создания интерпретируемых моделей до разработки этически приемлемых систем образовательной аналитики, способных учитывать не только «что делает студент», но и «почему он это делает».

Развитие междисциплинарных исследований в области анализа цифрового следа студентов открывает путь к более глубокому, точному и этически взвешенному пониманию цифрового поведения в образовательной среде. Слияние педагогических, технических, психологических, правовых и социологических подходов формирует интеллектуальную инфраструктуру

нового поколения – инфраструктуру, способную не просто собирать данные, но превращать их в обоснованные решения для образования будущего.

3.3.5 Развитие образовательных платформ

Развитие образовательных платформ, которые поддерживают анализ цифрового следа студентов, является важным направлением исследований.

Интеграция с новыми LMS: Разработка и внедрение новых образовательных платформ, которые будут поддерживать более глубокий и детализированный анализ цифрового следа студентов, является приоритетной задачей. Это включает в себя создание модулей для сбора, обработки и визуализации данных, а также интеграцию с существующими системами и ресурсами. Важно также учитывать потребности преподавателей и студентов при разработке таких платформ, чтобы они были удобными и эффективными в использовании.

Открытые образовательные ресурсы (OER): Исследования в области открытых образовательных ресурсов могут способствовать созданию более доступных и качественных образовательных материалов, которые будут интегрированы с системами анализа цифрового следа. Это включает в себя разработку и адаптацию учебных материалов, которые будут соответствовать потребностям и интересам студентов, а также поддерживать их вовлеченность и мотивацию.

3.3.6 Оценка эффективности и влияния

Внедрение цифровых аналитических инструментов в образовательную среду требует не только технической проработки, но и комплексной системы оценки их результативности [30]. Эффективность таких решений должна рассматриваться не как абстрактная технологическая успешность, а как совокупный эффект, оказываемый на студентов, преподавателей, учебные программы и стратегическое управление вуза. Современный подход к оценке систем анализа цифрового следа предполагает использование многоуровневых и многомерных критериев, учитывающих как количественные, так и качественные изменения.

Аналитику цифрового следа следует оценивать через призму воздействия на различные уровни образовательной системы. Это включает:

- Индивидуальный уровень: изменение академической успеваемости, повышение учебной мотивации, рост цифровой осознанности и навыков самоорганизации у студентов;
- Групповой уровень: усиление вовлечённости в учебный процесс, оптимизация групповой динамики, снижение доли отсева;
- Институциональный уровень: повышение прозрачности процессов, оперативность управленческих решений, качество обратной связи между администрацией и участниками образовательного процесса.

Такой подход позволяет не ограничиваться локальными метриками, а рассматривать систему анализа цифрового следа как фактор трансформации всей образовательной экосистемы.

Для системной оценки аналитических решений важно рассматривать метрики на нескольких уровнях образовательной структуры. На рисунке 13 представлены примеры показателей, используемых для оценки результативности внедрения систем анализа цифрового следа на индивидуальном, групповом, преподавательском и институциональном уровнях.

	Уровень оценки	Примеры метрик
0	Индивидуальный (студент)	Средний балл, цифровая активность, выполнение заданий, мотивация
1	Групповой (учебная группа)	Доля отсева, вовлечённость, взаимодействие внутри группы
2	Преподавательский	Использование аналитики, корректировка содержания, нагрузка
3	Институциональный (вуз)	Улучшение программ, управленческие решения, удержание студентов

Рисунок 13 – Примеры метрик для оценки эффективности аналитики цифрового следа в образовании

Цифровой след позволяет рассчитывать большое количество формализованных показателей, по которым можно судить о степени влияния аналитики на учебный процесс. Среди наиболее значимых:

- средний балл по дисциплинам до и после внедрения системы;
- частота и регулярность входов в LMS;
- процент студентов, закрывших академические задолженности;
- динамика выполнения заданий в срок;
- коэффициент удержания (retention rate);
- индекс цифровой активности (среднее число действий за сессию).

Использование этих метрик в сочетании с когортным и продольным анализом (до-после, эксперимент-контроль) позволяет получать эмпирически обоснованные выводы о пользе или необходимости доработки цифровых аналитических систем.

Не менее важным направлением является качественная оценка, опирающаяся на опыт, восприятие и поведенческие изменения участников. Применяются:

- полуструктурированные интервью с преподавателями о применимости аналитических данных в педагогической практике;
- фокус-группы с обучающимися, обсуждающие понятность, полезность и воспринимаемость выводов, генерируемых системой;
- контент-анализ комментариев и отзывов, оставленных в учебных чатах и платформах;
- наблюдение за образовательным поведением, например, изменение стиля подготовки к занятиям, переход от пассивного потребления контента к активному его использованию.

Качественные методы позволяют выявить эффекты, которые не поддаются простому количественному измерению: усиление чувства контроля над обучением, доверие к системе, рост готовности к самооценке и рефлексии.

Анализ цифрового следа позволяет проводить не только оперативную диагностику, но и строить прогнозы и отслеживать долгосрочные эффекты. Например:

- прослеживать влияние цифровой аналитики на успешность завершения программы обучения;

- устанавливать корреляции между поведенческими паттернами и карьерными траекториями выпускников;
- выявлять риски выгорания или переутомления, если цифровой контроль воспринимается как избыточный [5].

Таким образом, система анализа цифрового следа может быть не только инструментом текущего мониторинга, но и важным компонентом стратегического управления образовательным качеством.

Высокая эффективность системы не гарантирует её принятия и устойчивого использования. Поэтому наряду с измерением результата необходимо оценивать:

- уровень цифрового доверия (digital trust) к аналитическим системам со стороны студентов и преподавателей;
- соответствие выводов системы реальным ожиданиям пользователей;
- готовность действовать на основе предоставленных рекомендаций.

В этом контексте важна не только техническая точность, но и психологическая комфортность и понятность интерфейса, а также интерпретируемость выводов. Эффективность без доверия – это временный успех, не гарантирующий устойчивости.

Для вузов, внедряющих аналитику цифрового следа, важно иметь систему оценки на уровне институционального управления. Это включает:

- показатели адаптации аналитических данных в процессе аккредитации и внутреннего аудита;
- изменение нагрузки на преподавателей при использовании систем раннего выявления студентов в группе риска;
- влияние на обоснованность корректировки учебных планов и образовательных стратегий;
- внедрение аналитики в КРІ преподавателей и руководителей учебных структурных подразделений.

Тем самым, оценка эффективности выходит за рамки педагогического эффекта и затрагивает стратегический менеджмент.

Оценка эффективности и воздействия систем анализа цифрового следа должна быть целостной, охватывая как краткосрочные педагогические изменения, так и долгосрочные институциональные трансформации. Комбинация количественных и качественных методов, межуровневый подход и фокус на восприятие пользователями позволяют сформировать обоснованную и объективную картину влияния аналитики на образовательную среду. Только при наличии такой многоаспектной оценки возможно принятие осмысленных решений о масштабировании и совершенствовании цифровых инструментов в обучении.

Для достижения максимальной отдачи от внедрения систем анализа цифрового следа необходимо обеспечить их тесную интеграцию в стратегические управленческие процессы вуза. Это предполагает:

- Разработку политики использования аналитики, которая включает стандарты, этические нормы и процедуры обработки данных.
- Обеспечение прозрачности в использовании данных, что способствует формированию доверия среди всех участников образовательного процесса.
- Обучение руководителей и менеджеров навыкам интерпретации аналитических данных и их применения для принятия управленческих решений.
- Создание системы обратной связи, позволяющей корректировать стратегии на основе полученных аналитических выводов.

Для долгосрочного успеха важно не только внедрить аналитические инструменты, но и обеспечить их устойчивость и масштабируемость:

- Разработка модульных архитектур, позволяющих расширять функциональность системы по мере роста потребностей.
- Обеспечение совместимости с существующими информационными системами вуза.
- Обучение персонала новым навыкам и методам работы с аналитическими данными.

- Планирование ресурсов для регулярного обновления и поддержки систем.

Ключевым фактором успешного внедрения является формирование культуры, ориентированной на использование данных:

- Обучение преподавателей и студентов навыкам работы с аналитическими инструментами.
- Создание мотивационных программ, стимулирующих активное использование аналитики в учебной деятельности.
- Проведение регулярных семинаров и воркшопов, направленных на развитие аналитического мышления.
- Поддержка инициатив по экспериментированию и внедрению инновационных методов анализа.

Обеспечение эффективности внедрения систем анализа цифрового следа в образовательной среде требует комплексного, системного подхода, включающего:

- Многоуровневую оценку результатов (от индивидуальных до институциональных).
- Использование как количественных, так и качественных методов.
- Внедрение аналитики в стратегические управленческие процессы.
- Формирование культуры данных и этических стандартов.
- Постоянное совершенствование и адаптацию систем.

Только при таком подходе можно обеспечить не только технологическую успешность, но и устойчивое развитие образовательной среды, повышение её качества и конкурентоспособности в условиях цифровой трансформации.

Заключение

Выполненная магистерская работа охватывает целостное исследование цифровых следов студентов в рамках образовательной среды, в результате которого была разработана и протестирована модель прогнозирования академических результатов с опорой на технологии интеллектуального анализа данных и машинного обучения. Исследование опирается на комплексную научную методологию и включает как теоретическое осмысление, так и прикладную реализацию аналитической системы.

На первом этапе исследования проведён анализ существующих подходов к сбору и интерпретации цифровых следов в образовании. Были систематизированы источники формирования цифровой активности, а также выделены наиболее значимые показатели, отражающие учебное поведение и вовлечённость студентов. На основе этого анализа предложена концептуальная модель цифрового следа, описывающая структуру и характеристики данных, подлежащих мониторингу и аналитике.

Важной частью работы стало проектирование методики обработки разнородных цифровых данных, включая алгоритмы агрегации, нормализации и устранения пропусков. Реализация многоисточникового сбора информации позволила сформировать обоснованную выборку для последующего анализа. С использованием алгоритмов машинного обучения, в частности метода случайного леса, была построена предсказательная модель, направленная на выявление закономерностей, связанных с академической успешностью студентов. Результаты верификации модели показали её высокую точность и применимость в реальных условиях.

Дополнительно в ходе исследования была создана архитектура прототипа системы мониторинга, ориентированной на практическое использование в образовательной организации. Система включает в себя инструменты визуализации для преподавателей, а также механизмы обратной связи и уведомлений для студентов. Это позволяет реализовать проактивный

подход к сопровождению обучающихся и предоставляет основу для индивидуализации образовательных маршрутов.

Новизна работы заключается в комплексном подходе к анализу цифровых следов студентов: от теоретического обоснования до практической реализации прогностической модели. Предложенные решения ориентированы на использование в современных цифровых образовательных платформах и могут быть адаптированы под различные форматы обучения.

Практическая ценность исследования подтверждается разработкой рабочей версии аналитической системы, способной эффективно выявлять студентов, испытывающих трудности, и предоставлять преподавателям релевантную информацию для принятия решений. Это особенно актуально в условиях масштабного внедрения дистанционного и смешанного обучения.

Итогом работы стало формирование научно обоснованного подхода к анализу цифровой активности обучающихся с целью прогнозирования их академической траектории. Полученные результаты могут быть использованы в качестве основы для последующих научных исследований, а также для проектирования интеллектуальных сервисов поддержки в системе высшего образования.

Дальнейшее развитие темы целесообразно вести в направлениях расширения структуры цифровых признаков, повышения адаптивности прогнозных моделей, а также анализа этических и нормативных аспектов работы с образовательными данными. Это обеспечит не только технологическое развитие, но и создание безопасной и справедливой среды анализа академической деятельности студентов.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алпатов А.В. Применение машинного обучения для анализа образовательных результатов студентов вузов. Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2023. № 4(32). С. 67-78. DOI: 10.25729/ESI.2023.32.4.006.
2. Баранова Е. В., Верещагина Н. О., Швецов Г. В. Цифровые инструменты для анализа учебной деятельности. Известия: Гуманитарный журнал Герценовского университета. 2020. № 198. С. 56-65. <https://doi.org/10.33910/1992-6464-2020-198-56-65>.
3. Боганюк, Ю. В., Воробьева, М. С., Захарова И. Г. Разработка системы для управления профессиональным развитием студента на основе его цифрового следа. Международный журнал «Программные продукты и системы». 2022. № 26. С. 518–526. <https://doi.org/10.15827/0236-235x.139.518-526>.
4. Вегера Ж. Г. Применение генеративного искусственного интеллекта (ИИ) для анализа образовательных данных и прогнозирования академической успеваемости студентов. УО [Интернет]. 15 август 2024 г. № 14(8-1). С. 116-125. <https://emreview.ru/index.php/emr/article/view/1703>.
5. Влагова А. Ю. Формирование групповой и индивидуальной траекторий успеваемости по данным e-learning-платформ // Управление большими системами. Выпуск 111. М.: ИПУ РАН, 2024. С.179-196. DOI: <https://doi.org/10.25728/ubs.2024.111.7>.
6. Гостева И.Н., Бражникова С.С. Анализ цифрового следа обучающихся с использованием технологий больших данных // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: м-лы IV Междунар. науч. конф., Красноярск, 6–9 октября 2020 г.: в 2 ч. Красноярск: Изд-во Сиб. фед. ун-та, 2020. С. 409. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44034449_89003732.pdf.

7. Гущин А.Н. Опыт анализа цифрового следа студента в LMS Moodle // Педагогика и просвещение. 2022. № 1. С.155-166. DOI: 10.7256/2454-0676.2022.1.35514 URL:

https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=35514.

8. Егорова Е.С., Попова Н.А. Data Mining в образовании: прогнозирование успеваемости учащихся. Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. № 11(2). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1325>. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.41.2.003.

9. Есин Р.В., Кустицкая Т.А., Носков М.В. Прогнозирование успешности обучения по дисциплине на основе универсальных показателей цифрового следа. Информатика и образование. 2023. № 38(3). С. 31-41. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2023-38-3-31-41>.

10. Котова, Е. Е. Прогнозирование успешности обучения в интегрированной образовательной среде с применением инструментов онлайн аналитики. Компьютерные инструменты в образовании. 2019. № 4. С. 55-80. <https://doi.org/10.32603/2071-2340-2019-4-55-80>.

11. Крылова, М.А. Изучение мотивационной включенности студентов в учебную деятельность на основе цифрового следа. Вестник ТвГУ. Серия: Педагогика и психология. 2021. № 4. С. 77-86. ISSN 1999-4133.

12. Кузнецова, А. Н. Применение современных технологий в образовательном процессе: вызовы и решения. Научные записки ТГУ. 2022. №18(1). С. 34-41.

13. Кхант К. З., Сосенушкин С. Е. Модель анализа больших данных для внедрения умных университетов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. 2021. №08. С. 72-75. DOI 10.37882/2223-2966.2021.08.17.

14. Маурисио Эстебан Буйтраго-Роперо, М. Рамирес-Монтойя, Андрес Чиappe Лаверде Цифровые следы (2005–2019): систематическое

сопоставление исследований в области образования. (2020). Интерактивные учебные среды

15. Николаева Н.В. Информационно-образовательная среда вуза в контексте смешанного обучения. Электронный научный журнал "Коллекция гуманитарных исследований". 2022. № 4. С. 24-30. [https://doi.org/10.21626/j-chr/2022-4\(33\)/3](https://doi.org/10.21626/j-chr/2022-4(33)/3).

16. Носков М.В., Вайнштейн Ю.В., Сомова М.В., Федотова И.М. Прогностическая модель оценки успешности предметного обучения в условиях цифровизации образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2023. Т. 20. № 1. С. 7–19. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2023-20-1-7-19>.

17. Переверзева Е.С., Комов А.В. Виртуальные и цифровые следы: новый подход в понимании // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2021. № 1(89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-itsifrovyie-sledy-novyy-podhod-v-ponimanii>.

18. Петров А. И. Развитие цифровых компетенций студентов в условиях дистанционного обучения. Журнал высшего образования. 2021. №10(2). С. 67-74.

19. Погребников А. К., Шестаков В. Н., Якунин Ю. Ю. Персональная образовательная среда как инструмент повышения успеваемости студентов // Перспективы науки и образования. 2019. № 6 (42). С. 473-483. <https://doi.org/10.32744/pse.2019.6.39>

20. Попова Н. А., Егорова Е. С. Интеллектуальный анализ образовательных данных для прогноза успеваемости студентов вуза // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2023. № 2(112). С. 18–29. DOI: 10.35330/1991-6639-2023-2-112-18-29.

21. Синькова, Н. В. Современные подходы к образовательной аналитике. Вестник образовательных технологий. 2020. № 12(3). С. 45-56.

22. Старостенко И.Н., Хромых А.А. Технологии искусственного интеллекта в образовании (на примере персонализированного обучения) // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023. № 7.

23. Токтарова В.И., Попова О.Г. Анализ образовательных данных взаимосвязи успешности обучения и поведения студентов в цифровой образовательной среде вуза. Информатика и образование. 2022. № 37(4). С. 54-63. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-4-54-63>.

24. Фадеева В.А., Щедромирская А.И. Возможности технологий искусственного интеллекта в цифровизации образовательной среды // Иностранные языки в школе. 2023. № 3. С. 81-87.

25. Шухман А.Е., Д. И. Парфенов Д.И., Легашев Л.В., Гришина Л.С. Анализ и прогнозирование успеваемости обучающихся при использовании цифровой образовательной среды. Высшее образование в России. 2021. № 30(8–9). С. 125–133. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-8-9-125-133>.

26. Liu D. (2023) Study on Online Learning Behavior Analysis and Performance Prediction Based on Improved Random Forest Algorithm. Creative Education, 14, 1527-1535. doi: 10.4236/ce.2023.148097.

27. Liu Y., Huang Z., Wang G. 2023. Student learning performance prediction based on online behavior: an empirical study during the COVID-19 pandemic. PeerJ Computer Science 9:e1699 <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1699>.

28. NAGY V., DUMA L. Measuring efficiency and effectiveness of knowledge transfer in e-learning // Heliyon. 2023. № 7(9).

29. Prinsloo P., Slade S., Khalil M. (2023). Multimodal learning analytics—In-between student privacy and encroachment: A systematic review. British Journal of Educational Technology. 2023. № 54. 1566–1586. <https://doi.org/10.1111/bjet.13373>.

30. Rudolph J., Tan S., Tan Sh. ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? // Journal of applied learning & teaching. 2023. Vol. 6. № 1. pp. 342-363.

Приложение А

Фрагмент кода на Python с использованием библиотеки scikit-learn для задачи классификации или регрессии

```
import pandas as pd
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import accuracy_score, classification_report
import matplotlib.pyplot as plt

# Шаг 1. Загрузка и подготовка данных
data = pd.read_csv('student_data.csv') # Файл с цифровым следом
X = data.drop('success', axis=1)      # Признаки
y = data['success']                  # Целевая переменная (например, успешность:
1/0)

# Шаг 2. Разделение на обучающую и тестовую выборки
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)

# Шаг 3. Обучение модели случайного леса
model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)
model.fit(X_train, y_train)

# Шаг 4. Прогноз и оценка качества модели
y_pred = model.predict(X_test)
print("Accuracy:", accuracy_score(y_test, y_pred))
print(classification_report(y_test, y_pred))

# Шаг 5. Визуализация важности признаков
```

Продолжение Приложения А

```
importances = model.feature_importances_  
feature_names = X.columns  
  
plt.figure(figsize=(10, 6))  
plt.barh(feature_names, importances)  
plt.xlabel("Важность признака")  
plt.title("Важность признаков в модели случайного леса")  
plt.gca().invert_yaxis()  
plt.tight_layout()  
plt.show()
```

Выделение значимых признаков по результатам модели

```
import pandas as pd  
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier  
  
# Пример: обучение модели на данных (X, y)  
model = RandomForestClassifier(n_estimators=100, random_state=42)  
model.fit(X, y)  
  
# Получение важности признаков  
feature_importances = model.feature_importances_  
features = X.columns  
  
# Создание DataFrame для сортировки и анализа  
importance_df = pd.DataFrame({  
    'Признак': features,  
    'Важность': feature_importances
```

Продолжение Приложения А

```
}).sort_values(by='Важность', ascending=False)

# Выводим ТОП-5 самых значимых признаков
top_features = importance_df.head(5)
print("Ключевые виды активности для академической успешности:")
print(top_features)

# Генерация простых рекомендаций на основе важности
recommendations = []
for _, row in top_features.iterrows():
    if 'задание' in row['Признак']:
        recommendations.append(f'Уделить особое внимание качеству и срокам  
выполнения заданий ( {row['Признак']} ).')
    elif 'форум' in row['Признак']:
        recommendations.append(f'Стимулировать участие студентов в  
обсуждениях на форумах ( {row['Признак']} ).')
    elif 'LMS' in row['Признак'] or 'время' in row['Признак']:
        recommendations.append(f'Поощрять регулярную активность студентов в  
LMS ( {row['Признак']} ).')
    else:
        recommendations.append(f'Обратить внимание на активность по  
показателю: {row['Признак']} .')

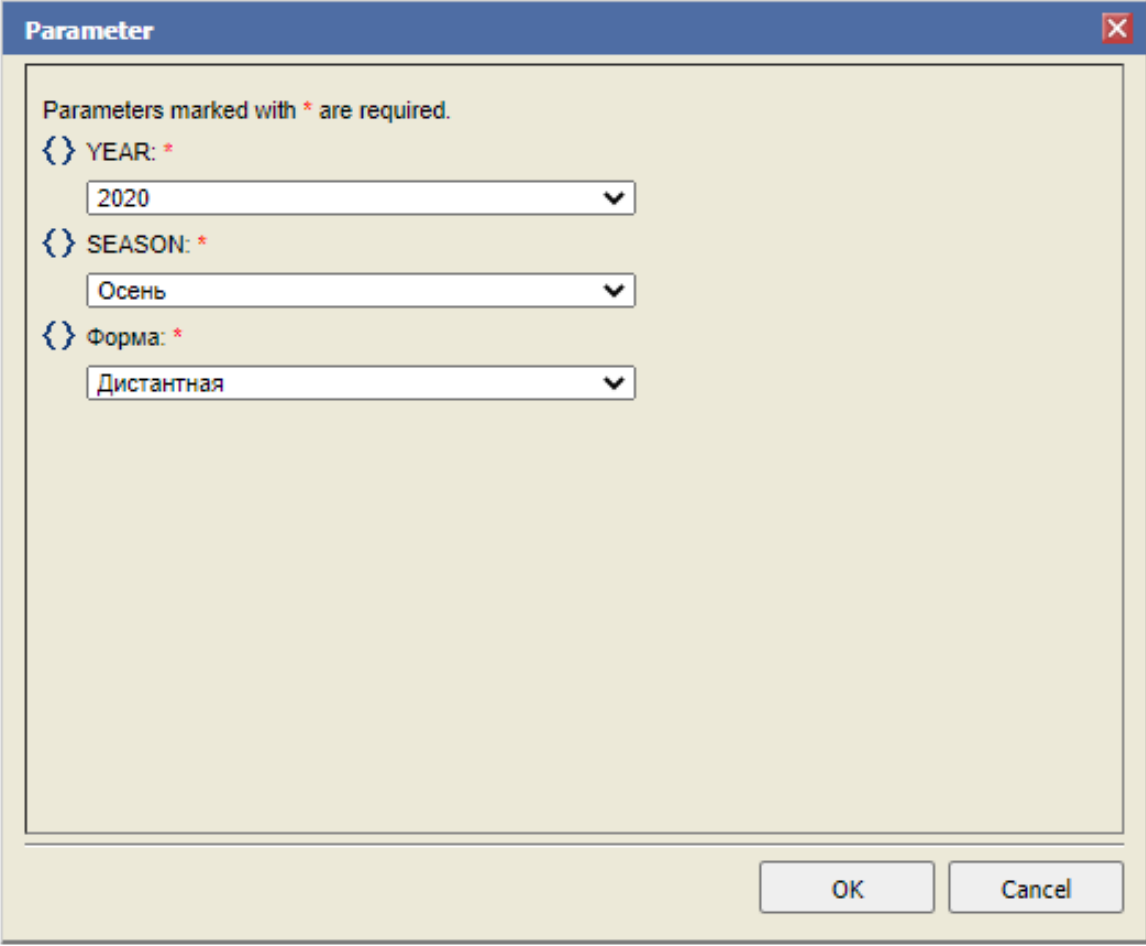
# Выводим рекомендации
print("\nРекомендации для корректировки образовательных программ:")
for rec in recommendations:
    print("-", rec)
```

Продолжение Приложения А

```
# Сохранение в отчет (опционально)
top_features.to_csv('ключевые_активности.csv', index=False)
with open('рекомендации.txt', 'w', encoding='utf-8') as f:
    for rec in recommendations:
        f.write(rec + '\n')
```

Приложение Б

Скриншоты дашбордов для преподавателей и уведомлений для студентов



The image shows a software dialog box titled "Parameter" with a standard Windows-style title bar (blue with a close button). The main area is light beige and contains the text "Parameters marked with * are required." followed by three dropdown menus, each preceded by a blue curly brace icon. The first dropdown is labeled "YEAR: *" and shows "2020". The second is labeled "SEASON: *" and shows "Осень". The third is labeled "Форма: *" and shows "Дистантная". At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Рисунок Б.1 - Анализ данных внутренней оценки качества контентов на основе данных анкетирований и цифрового следа студентов.

Продолжение Приложения Б

Тематизм	Классер	По уровню образования				По технологии обучения				По оставшимся семестрам обучения				По активности в системе на прошедшей неделе				По числу открытих курсов (кроме ГИД)		По времени, прошедшему с начала семестра		Наличие контентов анд/анд2		Подозрение на академическое мошенничество		По нахождению в академотпусе			
	Итоговый текст для включения в общий текст рассылки	Бакалавр	Специалист	Магистр	Аспирант	Традиционная очка	Традиционная заочка	Очка доп	Зачет и вечера доп	Семестр последний		Семестр не последний		Заходил в систему			Не заходил в систему			Есть хотя бы один открытый курс по ТУП	Нет ни одного открытого курса	С начала семестра прошло менее 75 % времени	С начала семестра уже прошло 75 % времени	Нет контентов анд/анд2, в которых не набрано баллов на зачет	Есть контент(ы) анд/анд2, в которых не набрано баллов на зачет	в тот же промежуток времени (до 10 минут) выполнял и другие студенты; есть загрузка заданий	Нет	Академотпуск	Не академотпуск
										и первый	и не первый	и первый	и не первый	и не набирал баллы			и не набирал баллы												
										Первый и одновременно последний в семестре	Это последний семестр по ВУП, но не первый в семестре	Это первый семестр студента в ТГУ, но не последний в семестре	Не первый и не последний семестр	и набирал баллы	Есть контенты, где не набрано на зачет	Во всех контентах набрано на зачет	и набирал баллы	Есть контенты, где не набрано на зачет	Во всех контентах набрано на зачет										
										да	да	да	да	да	да	нет	да	да	нет										
Отправляю сообщение?	да/нет		да	да	да	нет	да	да	да	да	да	да	да	да	нет	да	да	нет	да	нет		да	да	да	нет	нет	нет	да	
Тема сообщения	Зачем учиться?		1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1		1	1	1	1				1
	Предупреждение системы безопасности																												
Приветствие	Здравствуй, Юлия и Отчество!	10	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1		1	1	1	1				1
Вступление	Вам приходилось слышать, что на каком-то этапе обучения Вы достигните определенной точки и больше не нужно будет учиться? К сожалению, в современной реальности это уже не работает. Невозможно научиться чему-то и использовать это знание на протяжении всей жизни, не возвращаясь к образованию. Поэтому важно задать себе вопрос: зачем вообще учиться? Тратить время на образование, когда есть столько других приятных вещей? Может это возможность узнать себя от новой стороны, под другим углом. Книга, онлайн-курс, видео или задание - все это дает возможность понять, что Вам нравится, что вызывает интерес, а что — нет.	20																											
			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1		1	1	1	1				1
Общий послы сообщения, зачем мы пишем, мотивационная часть, сведения о том, что он набрал и куда заходил	На прошедшей неделе Вы провели X часов в LMS «Росдистант» (edu.rosdistant.ru).	31	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1		1	1	1	1				1	
	На прошедшей неделе Ваша активность в LMS «Росдистант» (edu.rosdistant.ru) снизилась.	32	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1			1	1		1		1	1	1				1	
	Пожалуйста, обратите внимание, что у Вас есть академическая задолженность. Это курсы, которые Вы по каким-то причинам не успели пройти в срок. К сожалению, наличие академической задолженности может привести к отчислению по условиям договора обучения, поэтому мы рекомендуем ликвидировать ее как можно скорее! Вы можете найти эти курсы в разделе "Мой учебный план" LMS «Росдистант» (edu.rosdistant.ru); каждый такой курс помечен справа иконкой с вопросительным знаком.	33																											
			1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1		1	1	1				1	

Рисунок Б.2 - Структура файла, описывающего алгоритм рассылки (с примером)

Продолжение Приложения Б



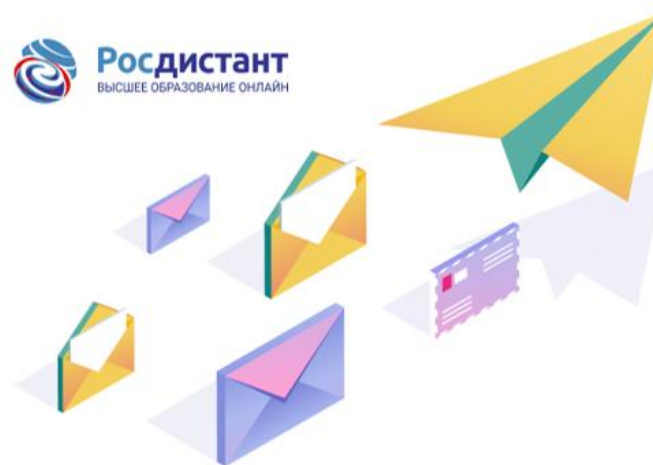
Здравствуйте, Олег Николаевич.

Учиться можно по-разному: за партой или на экскурсии, в большой аудитории среди однокурсников или дистанционно.

На прошедшей неделе, к примеру, Вы посвятили обучению в [LMS «Росдистант»](#) 1 час и набрали 70 баллов. Надеемся, что наши курсы полезны для Вас. Если у

Вас есть предложения или замечания по организации обучения или содержанию учебных курсов, Вы можете обратиться в службу поддержки любым из способов, указанных в конце письма.

Желаем успехов в обучении!



Здравствуйте, Михаил Игоревич.

Учиться можно по-разному: за партой или на экскурсии, в большой аудитории среди однокурсников или дистанционно.

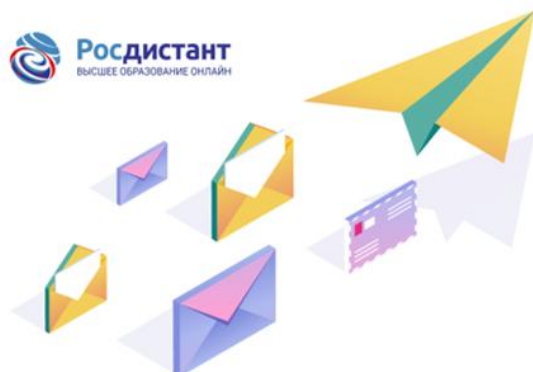
На прошедшей неделе, к примеру, Вы посвятили обучению в [LMS «Росдистант»](#) менее 1 часа и набрали 82 балла. Надеемся, что наши курсы полезны для Вас.

Если у Вас есть предложения или замечания по организации обучения или содержанию учебных курсов, Вы можете обратиться в службу поддержки любым из способов, указанных в конце письма.

Желаем успехов в обучении!

Рисунок Б.3 - Примеры писем мотивационной рассылки, отправляемых студентам (с отображением на различных устройствах)

Продолжение Приложения Б



Здравствуй, Екатерина Юрьевна.

Учиться можно по-разному: за партой или на экскурсии, в большой аудитории среди однокурсников или дистанционно.

Мы заметили, что Ваша активность в обучении была снижена на прошедшей неделе. Если у вас возникают технические проблемы с [LMS «Росдистант»](#), свяжитесь с нами.

Наш мир полон удивительных возможностей! Одна из них – дистанционное высшее образование, которое можно получить, сидя в уютном кресле с телефоном или ноутбуком. Разве это не прекрасно?

**Это письмо создано автоматически.
Пожалуйста, не отвечайте на него.**

Если у вас есть вопросы, **оставьте запрос** через личный кабинет во вкладке «Мои сервисы» - «Связь с нами» - «Оставить запрос в службу поддержки», полностью описав ситуацию.



Здравствуй, Андрей Владимирович.

Учиться можно по-разному: за партой или на экскурсии, в большой аудитории среди однокурсников или дистанционно. Дистанционное обучение занимает в этом списке особое место. Оно обладает массой преимуществ и является отличной альтернативой классическим парам.

Мы заметили, что Ваша активность в обучении была снижена на прошедшей неделе. Если у вас возникают технические проблемы с [LMS «Росдистант»](#), свяжитесь с нами.

Наш мир полон удивительных возможностей! Одна из них – дистанционное высшее образование, которое можно получить, сидя в уютном кресле с телефоном или ноутбуком. Разве это не прекрасно?

Рисунок Б.4 – Дополнительные примеры писем мотивационной рассылки, отправляемых студентам (с отображением на различных устройствах)

Продолжение Приложения Б

LOGIN	Общее время (в секундах)	Начало первой сесии	Конец посл	ID попытки	userid	courseid	quiz_id	Название теста	% правил	Продолжительность	Число вопросов	среднее	Начало	Завершение	ссылка на попытку
ArmanHayots	379739	2022-09-01 00:02:37	2022-09-27	6050052	57982	1514	7913	Промежуточный тест 1	100	17	20	0,85	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
dmitry727123	233927	2022-09-01 13:24:33	2022-09-30	6050055	57982	2628	10332	Промежуточный тест 1	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
natasha17450	196079	2022-09-01 06:39:21	2022-09-30	6050057	57982	1514	7914	Промежуточный тест 2	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
malashkoelena	188837	2022-09-01 06:33:55	2022-09-30	6050058	57982	2628	10333	Промежуточный тест 2	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
AZHELEZNIKOV01	170742	2022-09-01 00:08:18	2022-09-30	6050061	57982	1514	7915	Промежуточный тест 3	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
rfyntvbhjd20bcnjhzbz	168340	2022-09-01 10:51:27	2022-09-30	6050062	57982	2628	10334	Промежуточный тест 3	100	15	20	0,75	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
AleksYrP83	168133	2022-09-01 00:16:29	2022-09-30	6050063	57982	1514	7916	Промежуточный тест 4	100	17	20	0,85	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Voinikovayuliya	155515	2022-09-01 11:18:26	2022-09-30	6050065	57982	2628	10335	Промежуточный тест 4	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
kosolapov1985	153521	2022-09-01 00:01:13	2022-09-30	6050066	57982	1514	7917	Промежуточный тест 5	100	15	18	0,8333	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
MaratKocharyan	153205	2022-09-01 08:06:47	2022-09-30	6050067	57982	2628	10338	Промежуточный тест 5	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Ctarzevandre	152777	2022-09-01 04:54:31	2022-09-30	6050069	57982	1514	7918	Промежуточный тест 6	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
IgorKonnov	146934	2022-09-06 09:31:28	2022-09-30	6050070	57982	2628	10339	Промежуточный тест 6	100	9	11	0,8182	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
OlyaVechkanova	145774	2022-09-01 06:26:27	2022-09-30	6050072	57982	2628	10340	Промежуточный тест 7	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Georgysemenin1210	145037	2022-09-01 05:53:42	2022-09-30	6050073	57982	1514	7919	Промежуточный тест 7	100	16	20	0,8	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
PetrovSergey	144093	2022-09-01 07:16:41	2022-09-30	6050076	57982	1514	7920	Промежуточный тест 8	100	9	11	0,8182	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Shakira2020	143934	2022-09-01 14:09:49	2022-09-30	6050113	57982	3704	13510	Промежуточный тест	100	39	30	1,3	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
ElizavetaYant	143120	2022-09-01 10:34:36	2022-09-30	6050155	49101	2832	11912	Промежуточный тест 5	100	52	20	2,6	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Vedernikova20022000	140531	2022-09-02 16:12:38	2022-09-30	6050162	49101	2832	11913	Промежуточный тест 6	100	59	20	2,95	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
AntonKoleznev	138792	2022-09-06 21:17:11	2022-09-30	6050168	58356	2712	10961	Промежуточный тест 5	97,91669	41	16	2,5625	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
martynovandrey	138385	2022-09-05 20:12:18	2022-09-30	6050297	57982	7660	16516	Промежуточный тест 1	98,14815	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
irina666	133857	2022-09-04 04:41:41	2022-09-29	6050303	57982	7660	16517	Промежуточный тест 2	100	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Selytina1992	129569	2022-09-01 15:13:12	2022-09-30	6050309	57982	7660	16513	Промежуточный тест 1	100	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
VoloshinAS	129371	2022-09-01 01:19:22	2022-09-30	6050332	57982	7660	16513	Промежуточный тест 1	100	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
VlasenkoAnd	128617	2022-09-01 22:27:45	2022-09-30	6050335	57982	7660	16514	Промежуточный тест 2	91,66667	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Khrustalev	128230	2022-09-01 09:17:25	2022-09-30	6050352	57982	7660	16516	Промежуточный тест 1	98,14815	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
ElenaSamoylenko	127406	2022-09-01 18:49:46	2022-09-30	6050357	57982	7660	16517	Промежуточный тест 2	100	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
anutasprygina	126137	2022-09-01 00:27:51	2022-09-30	6050358	57982	7660	16513	Промежуточный тест 1	100	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
marinockamorskaya	125266	2022-09-02 12:50:46	2022-09-30	6050361	57982	7660	16514	Промежуточный тест 2	90,74074	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Student015	125021	2022-09-01 20:28:31	2022-09-30	6050389	57982	7660	16516	Промежуточный тест 1	97,22222	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
natali14041991rus	124853	2022-09-01 01:10:16	2022-09-30	6050393	57982	7660	16517	Промежуточный тест 2	100	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
remiznikita1997	124544	2022-09-02 13:50:55	2022-09-30	6050395	57982	7660	16513	Промежуточный тест 1	100	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
alsage1987	124439	2022-09-01 08:23:37	2022-09-30	6050399	57982	7660	16514	Промежуточный тест 2	92,59259	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
rlavrentev	123673	2022-09-01 00:02:16	2022-09-30	6050439	57982	7660	16516	Промежуточный тест 1	98,14815	25	27	0,9259	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Olga1234567	123373	2022-09-01 05:54:51	2022-09-29	6050443	57982	7660	16517	Промежуточный тест 2	100	22	27	0,8148	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
BondarenkoTE13098	123258	2022-09-01 03:43:43	2022-09-30	6050445	57982	7660	16513	Промежуточный тест 1	100	21	27	0,7778	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
lyubatkachenok1973	122328	2022-09-01 06:56:14	2022-09-30	6050497	36052	8518	18059	Промежуточный тест	100	15	20	0,75	2022-10-2022-10-21 11	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
akhtyamovirshat	121892	2022-09-01 05:22:26	2022-09-29	6050571	44520	2666	11044	Промежуточный тест 1	100	17	20	0,85	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
SergeyBorisov88	121847	2022-09-02 07:41:45	2022-09-30	6050573	44520	771	4454	Промежуточный тест 1	100	24	30	0,8	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
hismatullin87	120892	2022-09-01 07:33:47	2022-09-30	6050574	44520	2666	11045	Промежуточный тест 2	91,66667	10	12	0,8333	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Mihailovna12	120333	2022-09-01 16:19:26	2022-09-29	6050576	44520	771	4455	Промежуточный тест 2	100	8	10	0,8	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
Esipov06111972	120260	2022-09-01 20:35:32	2022-10-01	6050577	44520	2666	11046	Промежуточный тест 3	100	12	15	0,8	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	
				6050578	44520	771	4456	Промежуточный тест 3	100	8	10	0,8	2022-10-2022-10-21 12	https://edu.rosdistant.ru/mod/q	

Рисунок Б.5 - Примеры данных из файлов, содержащих исходные данные цифрового следа онлайн-студентов для мотивационной рассылки

Продолжение Приложения Б

позиция 1	🔍 ⚙️ ✕ ● [Балл (шкала 1...5)] (1)
1	Оцените удобство обучения в курсе (1 - Учиться совсем неудобно, 5 - Учиться очень удобно, даже не знаю, что можно улучшить)

позиция 2	🔍 ⚙️ ✕ ● [Поле Эссе] (2)
2	Если Вы оценили удобство на 3 и менее баллов, укажите, пожалуйста, причины

позиция 3	🔍 ⚙️ ✕ ● [Балл (шкала 1...5)] (3)
3	Оцените, насколько полезными, по Вашему мнению, будут в практической деятельности материалы курса? (1 - Совершенно бесполезны, 5 - Это то, что нужно)

позиция 4	🔍 ⚙️ ✕ ● [Балл (шкала 1...5)] (4)
4	Оцените, насколько задания курса понятны и выполнимы? (1 - Задания сложные, пришлось пользоваться дополнительными материалами, чтобы их выполнить, 5 - Задания понятны, их легко выполнить по материалам курса)

позиция 5	🔍 ⚙️ ✕ ● [Флажки] (5)
5	Заметили ли Вы в курсе какие-либо из перечисленных недостатков?

позиция 6	🔍 ⚙️ ✕ ● [Да/Нет] (6)
6	Вы порекомендуете этот курс для обучения?

позиция 7	🔍 ⚙️ ✕ ● [Поле Эссе] (7)
7	Мы будем рады любой обратной связи: напишите, чего, по Вашему мнению, не хватает в курсе или что-то еще

Рисунок Б.6 - Пример анкеты для студентов из электронного контента

Продолжение Приложения Б

1

Оцените удобство обучения в курсе (1 - Учиться совсем неудобно, 5 - Учиться очень удобно, даже не знаю, что можно улучшить)

Средняя оценка

↓

1

2

3

4

5

4.1

Ответа (ов)

1

2

3

4

5

Всего

0

1 (11%)

1 (11%)

3 (33%)

4 (44%)

9

2

Если Вы оценили удобство на 3 и менее баллов, укажите, пожалуйста, причины

Нет ответов на этот вопрос.

3

Оцените, насколько полезными, по Вашему мнению, будут в практической деятельности материалы курса? (1 - Совершенно бесполезны, 5 - Это то, что нужно)

Средняя оценка

↓

1

2

3

4

5

3.9

Ответа (ов)

1

2

3

4

5

Всего

0

1 (11%)

3 (33%)

1 (11%)

4 (44%)

9

4

Оцените, насколько задания курса понятны и выполнимы? (1 - Задания сложные, пришлось пользоваться дополнительными материалами, чтобы их выполнить, 5 - Задания понятны, их легко выполнить по материалам курса)

Средняя оценка

↓

1

2

3

4

5

3.7

Ответа (ов)

1

2

3

4

5

Всего

1 (11%)

1 (11%)

2 (22%)

1 (11%)

4 (44%)

9

5

Заметили ли Вы в курсе какие-либо из перечисленных недостатков?

Ответ

Среднее

Всего

Текст тяжело читается, много длинных непонятных предложений, теряется мысль

100%

1

Всего ответов на вопрос

11%

1/9

6

Вы порекомендуете этот курс для обучения?

Ответ

Среднее

Всего

Да

78%

7

Нет

22%

2

Всего ответов на вопрос

100%

9/9

7

Мы будем рады любой обратной связи: напишите, чего, по Вашему мнению, не хватает в курсе или что-то еще

Респондент

Ответ

Отличный курс.

Всего ответов на вопрос

1/9

Рисунок Б.7 - Пример страницы с ответами на вопросы анкеты