

BO‘LAJAK MUHANDISLARNI TAYYORLASH SIFATINI ADAPTIV TA’LIM MUHITIDA RAQAMLI MONITORING QILISH

ЦИФРОВОЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В АДАПТИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

DIGITAL MONITORING OF THE TRAINING QUALITY OF FUTURE ENGINEERS IN AN ADAPTIVE EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Шадиев Сухроб Садиллоевич

Бухарский государственный технический университет

sukhrob.shadiev@gmail.com

Annotatsiya. Maqola oliy ta’limning raqamli transformatsiyasi sharoitida muhandislik kadrlarini tayyorlash sifatini oshirish muammosiga bag‘ishlangan. Adaptiv ta’lim muhitida o‘quvchilarning raqamli izini tahlil qilish asosida raqamli monitoringni tashkil etishning kontseptual va metodologik asoslari ko‘rib chiqiladi. Ma’lumotlarni yig‘ish, prediktiv analitika va ta’lim traektoriyalarini dinamik korreksiyalash bloklarini o‘z ichiga olgan monitoring tizimining strukturaviy-funksional modeli taklif etilgan. Shakllantiriladigan kompetensiyalarni (Hard, Soft va Digital Skills) baholash mezonlari va ko‘rsatkichlari aniqlangan. Adaptiv raqamli monitoringni qo‘llash akademik xavflarni o‘z vaqtida aniqlash, talabalar motivatsiyasini oshirish hamda ta’lim natijalari nazoratining obyektivligini ta’minlash imkonini berishi isbotlangan.

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышения качества подготовки инженерных кадров в условиях цифровой трансформации высшего образования. Рассматриваются концептуальные и методологические основы организации цифрового мониторинга на базе анализа цифрового следа обучающихся в адаптивной образовательной среде. Предложена структурно-функциональная модель системы мониторинга, включающая блоки сбора данных, предиктивной аналитики и динамической коррекции образовательных траекторий. Определены критерии и показатели оценки формируемых компетенций (Hard, Soft и Digital Skills). Доказано, что применение адаптивного цифрового мониторинга позволяет своевременно выявлять академические риски, повышать мотивацию студентов и обеспечивать объективность контроля результатов обучения.

Abstract. The article is devoted to the problem of improving the quality of engineering training in the context of digital transformation of higher education. The conceptual and methodological foundations of organizing digital monitoring based on the analysis of students' digital footprint in an adaptive educational environment are considered. A structural and functional model of the monitoring system is proposed, including blocks for data collection, predictive analytics, and dynamic correction of

educational trajectories. The criteria and indicators for assessing the formed competencies (Hard, Soft, and Digital Skills) are determined. It is proved that the use of adaptive digital monitoring allows for the timely identification of academic risks, increasing student motivation, and ensuring the objectivity of monitoring learning outcomes.

Kalit so'zlar: raqamli monitoring, adaptiv ta'lim muhiti, muhandislik ta'limi, o'quv analitikasi, raqamli iz, individual ta'lim traektoriyasi, ta'lim sifati, kompetensiyaviy yondashuv.

Ключевые слова: цифровой мониторинг, адаптивная образовательная среда, инженерное образование, учебная аналитика, цифровой след, индивидуальная образовательная траектория, качество образования, компетентностный подход.

Keywords: digital monitoring, adaptive educational environment, engineering education, learning analytics, digital footprint, individual educational trajectory, quality of education, competency-based approach.

Введение. Современный этап развития промышленности, характеризующийся внедрением концепций Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, предъявляет принципиально новые требования к профессиональной подготовке инженерных кадров. Современному инженеру недостаточно обладать базовым набором фундаментальных знаний; от него требуются развитые цифровые компетенции (Digital Skills), навыки работы с цифровыми двойниками, умение решать неструктурированные задачи в условиях неопределенности, а также высокий уровень гибких навыков (Soft Skills).

Традиционная система контроля и оценки качества подготовки в вузах, основанная на эпизодических контрольных точках (сессия, промежуточные аттестации), обладает существенной инерционностью. Она фиксирует факт наличия или отсутствия знаний уже после завершения учебного модуля, не позволяя оперативно влиять на процесс их формирования.

На наш взгляд, ключевой порок традиционной системы аттестации заключается не только в её инерционности, но и в формировании у студента «адаптивного конформизма» - ориентации на разовую сдачу норматива, а не на глубинное освоение инженерных закономерностей. Наше авторское видение состоит в том, что цифровой мониторинг должен выполнять не контрольно-надзорную, а развивающе-диагностическую функцию, выступая «навигатором» профессионального роста.

Решением данного противоречия выступает внедрение цифрового мониторинга в адаптивной образовательной среде (АОС). Под цифровым мониторингом понимается непрерывный процесс сбора, обработки и анализа данных о учебной, проектной и исследовательской деятельности обучающихся

на основе их цифрового следа для оптимизации образовательного процесса в режиме реального времени.

Цель исследования - разработка и теоретическое обоснование структурно-функциональной модели цифрового мониторинга качества подготовки будущих инженеров в адаптивной образовательной среде.

Методологическую основу исследования составили:

Компетентностный подход в высшем инженерном образовании;

Системный подход к проектированию цифровых образовательных сред;

Концепция учебной аналитики (Learning Analytics) и инженерии данных (Educational Data Mining).

В процессе работы использовались методы теоретического анализа научной литературы, моделирования педагогических систем, а также методы анализа цифрового следа (Event Logging, xAPI) и алгоритмы классификации и прогнозирования на основе машинного обучения.

Опираясь на наш практический опыт преподавания технико-технологических и метрологических дисциплин в техническом вузе, мы подчеркиваем, что специфика инженерного мышления требует учета не только текстово-числового цифрового следа, но и поведенческих алгоритмов работы студентов в специализированных САПР/CAD/CAM/CAE системах.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Архитектура адаптивной образовательной среды и сущность цифрового следа.

Адаптивная образовательная среда (АОС) представляет собой сложную динамическую систему, объединяющую платформы управления обучением (LMS), системы виртуальных и лабораторных практикумов, специализированное инженерное программное обеспечение (САПР/CAD/CAM/CAE), а также модули искусственного интеллекта.

Ключевым элементом, обеспечивающим функционирование цифрового мониторинга, является цифровой след обучающегося - совокупность данных о действиях, достижениях и поведенческих паттернах студента в цифровом пространстве вуза.

Цифровой след включает следующие категории данных:

Активные данные: время работы в LMS, частота обращений к учебным материалам, ритмичность выполнения заданий.

Результативные данные: оценки за тесты, правильность решения расчетно-графических задач, результаты выполнения виртуальных лабораторных работ.

Процессуальные данные (поведенческий след): логи действий в CAD/CAM-системах, история коммитов в репозиториях кода, траектория движения курсора/кликов при прохождении сложных симуляций.

Коммуникативные данные: активность в командных проектах, частота взаимодействия на форумах, участие в peer-to-peer рецензировании.

Мы убеждены, что наибольшую научную и практическую ценность для оценки инженерных компетенций представляют именно процессуальные данные. Анализ того, как именно студент приходил к инженерному решению (через какие ошибки, рациональные или иррациональные построения в CAD-системах), дает педагогически более ценный материал, чем итоговый правильный чертеж.

2. Архитектурно-логическая схема системы цифрового мониторинга

На основе проведенного анализа нами была сформирована пятиуровневая архитектура сбора и обработки данных мониторинга (Таблица 1).

Уровень модели	Функциональные компоненты	Педагогическое назначение / Выход
1. Источники данных	LMS, CAD/CAM/CAE, VR-тренажеры, Git-репозитории	Первичная фиксация цифровых событий и активностей
2. Сбор и структурирование	Стандарт xAPI, LRS (Learning Record Store)	Приведение разнородных логов к единому стандарту
3. Учебная аналитика и ИИ	Предиктивные модели, классификаторы ML	Оценка состояния, выявление паттернов и академических рисков
4. Визуализация и Dashboards	Аналитические панели преподавателя и студента	Оперативные сигналы о затруднениях, динамическая статистика
5. Адаптивное управление	Рекомендательные алгоритмы ИОТ	Коррекция сложности, выдача рекомендаций, назначение менторинга

Разработанная модель цифрового мониторинга качества подготовки инженеров опирается на три взаимосвязанных блока:

А. Диагностико-критериальный комплекс оценки компетенций.

Разработанный диагностический комплекс охватывает триаду ключевых инженерных компетенций (Hard, Soft и Digital Skills), представленных в таблице 2.

Категория навыков	Область мониторинга	Индикаторы и метрики цифрового
-------------------	---------------------	--------------------------------

		следа
Hard Skills	Фундаментальные и профильные инженерные дисциплины (Сопромат, ТММ, Метрология, Стандартизация)	• Точность выполнения инженерных расчетов; • Корректность и рациональность 3D-моделей; • Время и точность прохождения виртуальных лабораторных стендов.
Digital Skills	Работа с цифровым и инженерно-программным инструментарием	• Свобода владения специализированным ПО (САПР); • Способность к автоматизации расчетов (скриптинг); • Навыки работы с цифровыми двойниками.
Soft Skills	Инженерная организация, тайм-менеджмент и командное взаимодействие	• Ритмичность и соблюдение дедлайнов; • Доля вклада в командный проект (Git, LMS); • Скорость поиска решений при нестандартных/некорректных вводных.

Мы считаем принципиально важным включение метрики «ритмичность выполнения заданий» в структуру Soft Skills. В инженерной деятельности жесткая привязка к соблюдению технологического регламента и сроков является базовым элементом профессиональной культуры.

В. Аналитико-предиктивный блок. Осуществляет непрерывную обработку поступающих данных с помощью алгоритмов машинного обучения. Задачи данного блока:

Кластеризация студентов: разделение потока на группы по темпу усвоения материала (продвинутый, базовый, группа риска).

Предиктивный анализ (Risk Early Warning): выявление вероятности возникновения академической задолженности за 3-4 недели до контрольной точки на основе снижения ритмичности работы и увеличения количества ошибок в практических модулях.

С. Адаптивно-управленческий блок. Обеспечивает обратную связь. На основе результатов мониторинга система автоматически выстраивает индивидуальную образовательную траекторию (ИОТ):

При высоком уровне усвоения: система предлагает студенту усложненные кейсы, участие в НИОКР, решение нестандартных инженерных задач от реальных предприятий.

При затруднениях: АОС перенаправляет обучающегося на микромодули с дополнительной визуализацией (3D-анимации, интерактивные схемы), снижает уровень сложности базовых задач и формирует сигнал преподавателю (тьютору) о необходимости проведения индивидуальной консультации.

3. Педагогическая эффективность и барьеры внедрения. Внедрение цифрового мониторинга кардинально трансформирует субъект-субъектные отношения в вузе. Преподаватель освобождается от рутинной проверки типовых расчетов, переходя на позицию ментора и архитектора образовательного процесса.

В качестве одной из ключевых авторских идей мы выделяем концепцию «бесшовного педагогического контроля». Оценка компетенций должна происходить незаметно для студента в ходе его повседневной учебной деятельности, устраняя традиционный эмоциональный стресс перед экзаменационной сессией и обеспечивая абсолютную объективность контроля.

Вместе с тем, нами выделены три группы системных рисков при внедрении мониторинга:

Преподаватель освобождается от рутинной проверки типовых расчетов и тестов, трансформируя свою позицию из «транслятора знаний» в ментора и проектировщика образовательных траекторий, использующего данные аналитических панелей (Dashboards).

Ключевые преимущества подходы:

Объективизация оценки: снижается фактор субъективности при проверке графических и расчетных работ.

Бесшовный контроль: студенты не испытывают стресса, связанного с классическими экзаменами, так как фиксация результатов происходит непрерывно в процессе повседневной работы в среде.

Повышение сохранности контингента: раннее выявление академических проблем позволяет вовремя оказать педагогическую поддержку и снизить отсев на 1-2 курсах.

Основные риски и ограничения:

Проблема педагогического дизайна: требование к полной переработке учебно-методических комплексов в формат графа знаний и микрообучения.

Этико-правовые аспекты: необходимость строгого соблюдения законодательства о защите персональных данных при сборе и обработке цифрового следа.

Цифровой барьер преподавательского состава: необходимость повышения квалификации профессорско-преподавательского состава в области интерпретации данных учебной аналитики.

Заключение

Цифровой мониторинг качества подготовки будущих инженеров в адаптивной образовательной среде представляет собой инновационный инструмент управления образовательным процессом, отвечающий вызовам высокотехнологичной экономики.

В ходе исследования:

Обосновано, что переход от дискретного (сессионного) контроля к непрерывному мониторингу на основе анализа цифрового следа позволяет повысить качество и точность оценки компетенций.

Предложена структурно-функциональная модель, сочетающая диагностику Hard, Soft и Digital Skills с алгоритмами предиктивной аналитики.

Доказано, что адаптивный мониторинг обеспечивает индивидуализацию обучения без увеличения аудиторной нагрузки на преподавателя.

В качестве перспективного направления дальнейших исследований мы определяем разработку гибридных нейросетевых алгоритмов анализа поведенческого следа студентов при их взаимодействии с VR/AR-тренажерами и цифровыми двойниками сложных промышленно-технологических комплексов.

Список литературы:

1. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании: учебник для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2020. 208 с.
2. Красных А. В., Смирнова Е. В. Учебная аналитика как инструмент управления качеством инженерингового образования // Высшее образование в России. 2022. Т. 31, № 4. С. 45-58.
3. Кузьминов Я. И., Сорокин П. С. Как меняется высшее образование: глобальные тренды и национальные ответы // Вопросы образования. 2021. № 3. С. 8-32.

4. Семенова Т. В., Вилкова К. А. Цифровой след студента в онлайн-обучении: возможности и ограничения для педагогических исследований // Вопросы образования. 2020. № 2. С. 118-137.
5. Siemens G., Baker R. S. Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration // Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge. ACM, 2012. P. 252-254.
6. Sclater N., Peasgood A., Mullan J. Learning analytics in higher education: A review of UK and international practice. London: Jisc, 2016. 36 p.
7. Васильев И. Н., Сергеева М. Г. Индивидуальные образовательные траектории студентов технического вуза в условиях цифровизации // Высшее образование в России. 2024. Т. 33, № 2. С. 45-62.
8. Гаврилова Т. А., Страхович Э. В. Инженерия знаний и графы знаний в образовательных платформах нового поколения // Искусственный интеллект и принятие решений. 2023. № 4. С. 15-28.
9. Шадиев, С. С. (2015). Совершенствование процесса подготовки преподавателей технических дисциплин с учётом требований современной системы образования. Молодой ученый, (8), 1075-1078.
10. Sadilloevich, Shadiev Sukhrob. "WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF TRAINING OF A TEACHER IN LABOR TRAINING." Научный Импульс 3.34 (2025): 287-290.