

Обеспечение качества подготовки будущих инженеров на основе модели адаптивной образовательной среды (на примере дисциплины «Методы и средства измерений»)

Шадиев Сухроб Садиллоевич

Бухарский государственный технический университет

sukhrob.shadiev@gmail.com

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.23208532>

АННОТАЦИЯ

В статье обоснована необходимость преодоления деструктивной неоднородности начальной подготовки студентов инженерных направлений путем проектирования и внедрения авторской модели адаптивной образовательной среды. На примере профильной дисциплины «Методы и средства измерений» (направление 60710800 - «Метрология и стандартизация») детально раскрыта дидактическая архитектура среды, включающая содержательно-модульный, технологический, субъектно-деятельностный и диагностико-критериальный блоки. Разработан алгоритм персонализации обучения на основе мониторинга цифрового следа и непрерывного расчета индекса усвоения знаний. Приведены методики и результаты педагогического эксперимента, проведенного в Бухарском государственном техническом университете в 2025/2026 учебном году (n=42). Статистическая проверка по t-критерию Стьюдента подтвердила достоверность прироста качества знаний и уровня сформированности практических метрологических компетенций.

Ключевые слова: адаптивная образовательная среда, метрология и стандартизация, методы и средства измерений, индивидуальная образовательная траектория, цифровой след, сформированность компетенций, педагогический эксперимент, критерий Стьюдента.

ABSTRACT

The article substantiates the need to overcome the destructive heterogeneity of baseline knowledge among engineering students through the design and implementation of an author's model of an adaptive educational environment. Using the core discipline "Measurement Methods and Instruments" (specialty 60710800 - "Metrology and Standardization") as an example, the didactic architecture of the environment-comprising content-modular, technological, subject-activity, and diagnostic-criteria blocks-is revealed in detail. An algorithm for personalizing learning based on digital footprint analytics and continuous assessment of the knowledge mastery index is developed. The methodologies and results of a pedagogical experiment conducted at Bukhara State Technical University during the 2025/2026 academic year (n=42) are presented. Statistical verification using Student's t-test confirmed the significance of improvements in learning quality and the development level of practical metrological competencies.

Keywords: adaptive educational environment, metrology and standardization, measurement methods and instruments, individual learning path, digital footprint, competency formation, pedagogical experiment, Student's t-test.

Введение

Ускорение научно-технического прогресса и внедрение концепций «Индустрия 4.0» предъявляют повышенные требования к качеству подготовки инженерных кадров. В Узбекистане динамичное развитие промышленного сектора и аккредитация испытательных лабораторий по международным стандартам ISO/IEC 17025 требуют от выпускников направления 60710800 – «Метрология и стандартизация» глубоких практических навыков ра-

счета погрешностей, оценки неопределенности и калибровки средств измерений.

Вместе с тем в современной практике высшего технического образования сохраняется научно-методическое противоречие между объективными требованиями Государственных образовательных стандартов высшего образования к уровню подготовки специалистов и входной гетерогенностью базовых знаний студентов по фундаментальным дисциплинам (физика, высшая математика,

информационные технологии). Преобладание традиционных фронтальных форм обучения, рассчитанных на условный усредненный уровень подготовки академической группы, создаёт дидактический барьер: обучающиеся с недостаточным стартовым уровнем испытывают затруднения при освоении специализированного материала, в то время как студенты с высоким потенциалом ограничены в темпе профессионального развития.

Решением данного противоречия выступает проектирование и реализация авторской модели адаптивной образовательной среды (АОС), подстраивающей сложность, темп и траекторию обучения под индивидуально-когнитивные характеристики конкретного студента.

Обзор литературы

Анализ научных публикаций свидетельствует об активизации исследований в области персонализации обучения. В трудах Н.А. Алексеева, А.А. Андреева, В.В. Анисимова сформированы фундаментальные педагогические подходы к личностно-ориентированному обучению [1,5,6]. Технологические аспекты построения адаптивных электронных систем раскрыты в работах Р. Brusilovsky, Г.А. Красновой, Т.А. Гавриловой [2,4,8].

Вместе с тем, подавляющее большинство существующих работ носит либо общедидактический характер, либо посвящено гуманитарным и IT-дисциплинам. Вопросы адаптивного обучения в области метрологии, технического регулирования и измерительной техники остаются слабо изученными. В частности, публикации И.Н. Васильева, М.Я. Худжиева и С.С. Шадиева подчеркивают необходимость разработки узкоспециализированных дидактических моделей, отражающих физико-математическую специфику инженерных расчетов [7,9,11,12].

Методология исследования

Методологическую основу исследования составил комплексный подход, объединяющий:

1. Системно-деятельностный подход - для построения структуры АОС и проектирования индивидуальных алгоритмов измерительной деятельности;

2. Покомпонентно-модульный подход - при структурировании содержания дисциплины «Методы и средства измерений»;

3. Образовательную аналитику (Learning Analytics) - для фиксации и обработки цифрового следа студентов в LMS-платформе;

4. Педагогический эксперимент и методы математической статистики (t -критерий Стьюдента, расчет среднего арифметического, дисперсии) - для объективной оценки достоверности полученных результатов.

Педагогическое исследование проводилось на базе Бухарского государственного технического университета в течение 2025/2026 учебного года. В эксперименте приняли участие 42 студентов 2-го курса направления 60710800. Были сформированы контрольные группы (КГ, $n_1=21$, традиционная методика) и экспериментальные группы (ЭГ, $n_2=21$, обучение в АОС).

Модель адаптивной образовательной среды

Разработанная модель адаптивной образовательной среды для дисциплины «Методы и средства измерений» представляет собой систему, состоящую из четырех функциональных блоков:

1. Содержательно-модульный блок. Курс разделен на 6 ключевых микромодулей:

- Модуль 1. Физические величины, единицы СИ и принципы их воспроизведения.
- Модуль 2. Метрологические характеристики средств измерений (классы точности, вариация, погрешности).
- Модуль 3. Обработка результатов прямых и косвенных измерений (теория погрешностей).
- Модуль 4. Оценка неопределенности измерений по руководству GUM.
- Модуль 5. Методы и средства электрических измерений (мостовые, компенсационные методы).
- Модуль 6. Измерение неэлектрических величин (датчики давления, температуры, расхода).

Каждый микромодуль дифференцирован на три уровня сложности: базовый (А - репродуктивный),

продвинутый (В - реконструктивно-расчетный) и исследовательский (С - творческий, проектирование измерительных схем).

2. Технологический блок. Включает специализированную LMS-платформу, интегрированную с виртуальными симуляторами измерительных приборов (виртуальные цифровые осциллографы, мультиметры, измерительные мосты) и модулем автоматической генерации вариантов расчетно-графических работ с динамическими исходными данными.

3. Субъектно-деятельностный блок. Перераспределяет роли участников: студент выступает субъектным проектировщиком собственной траектории, преподаватель выполняет роль тьютора и консультанта.

4. Диагностико-критериальный блок. Осуществляет непрерывное считывание цифрового следа: фиксируются время решения задач, количество попыток, характер ошибок (системные или случайные), динамика обращения к справочным материалам. На основе этих данных рассчитывается индекс усвоения (K_i):

$$K_i = \left(\frac{S_1}{S_m} \right) \cdot \left(1 - k_t \frac{T_f}{T_n} \right) \quad (1)$$

где S_1 - балл с первой попытки, S_m - максимальный балл, T_f / T_n - отношение фактического времени к нормативному.

Алгоритм адаптивного управления обучением



Например, если студент при решении задачи Модуля 3 совершает ошибку в расчете среднеквадратического отклонения, АОС не просто отклоняет ответ, а идентифицирует причину (ошибка в формуле или арифметика) и выдает адаптационный алгоритм:

- При дефиците математических знаний выдается выравнивающий модуль с викториной по вычислению квадратичных отклонений;
- При понятийном дефиците подключается наглядный интерактивный тренажер с графическим построением кривой нормального распределения Гаусса.

Результаты педагогического эксперимента

До начала эксперимента проводился входной контроль базовых знаний по математике и физике. Средний балл в КГ составил 58.4 из 100, в ЭГ — 57.8 из 100. Различия между группами являлись статистически несущественными ($t_{расч}=0.42 < t_{крит} = 2.021$ при $\alpha=0.05$).

По завершении изучения дисциплины «Методы и средства измерений» в конце 2025/2026 учебного года была проведена итоговая диагностика сформированности метрологических компетенций по трехуровневой шкале (Базовый, Достаточный, Высокий).

Качественный показатель успеваемости (средний + высокий уровни) в экспериментальной группе

Таблица 1. Распределение студентов по уровням сформированности компетенций

Уровень сформированности	КГ ($n_1=21$), чел (%)	ЭГ ($n_2=21$), чел (%)
Базовый	7 (33.3%)	2 (9.5%)
Средний	10 (47.6%)	10 (47.6%)
Высокий	4 (19.1%)	9 (42.9%)

составил 90.5% против 66.7% в контрольной группе. Прирост доли студентов с высоким уровнем компетенций в ЭГ составил 23.8%.

Для оценки статистической значимости различий между средними результатами экспериментальной и контрольной групп использовался t -критерий Стьюдента для двух независимых выборок.

Исходные данные итоговой диагностики:

- Контрольная группа ($n_1 = 21$): средний балл $X_1 = 66.5$, стандартное отклонение $S_1 = 11.2$;
- Экспериментальная группа ($n_2 = 21$): средний балл $X_2 = 81.2$, стандартное отклонение $S_2 = 8.5$.

Расчет эмпирического значения t -критерия прои-
зводился по формуле:

$$t_{расч} = \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (2)$$

Значение t -критерия составило:

$$t_{расч} = \frac{81.2 - 66.5}{\sqrt{\frac{11.2^2}{21} + \frac{8.5^2}{21}}} = \frac{14.7}{\sqrt{5.973 + 3.440}} = \frac{14.7}{3.068} \approx 4.79$$

Статистический вывод: Число степеней свободы для двух независимых выборок равного объема составляет $f = n_1 + n_2 - 2 = 21 + 21 - 2 = 40$.

Критическое значение t -критерия Стьюдента при уровне значимости $\alpha=0.05$ и $f=40$ составляет $t_{крит} = 2.021$.

Поскольку $t_{расч}$ (4.79) значительно превышает критическое значение $t_{крит}$ (2.021) при уровне значимости $\alpha=0.05$ и числе степеней свободы $f=40$, гипотеза о равенстве средних отклоняется с вероятностью 95%. Это статистически доказательно подтверждает эффективность разработанной модели АОС.

Научная новизна исследования

1. Разработана и научно обоснована авторская четырехкомпонентная модель адаптивной образовательной среды для подготовки инженеров по метрологии и стандартизации.
2. Впервые сформулирован алгоритм адаптивной коррекции знаний по дисциплине «Методы и средства измерений», дифференцирующий ошибки студентов на концептуальные, алгоритмические и вычислительные.
3. Доказана эффективность использования метрик цифрового следа (индекса усвоения K_j) для управления индивидуальной образовательной траекторией обучающихся в техническом вузе.

Выводы

1. Проектирование адаптивной образовательной среды позволяет решить проблему гетерогенности начальной подготовки студентов инженерных направлений, обеспечивая персонализацию образовательного процесса без снижения требований ГОСТ ВО.
2. Внедрение разработанной модели в Бухарском государственном техническом университете привело к статистически достоверному росту качества знаний (средний балл вырос с 66.5 до 81.2, $t_{расч}=4.79$).
3. Перспективы дальнейших исследований заключаются в адаптации предложенной модели для других профильных дисциплин направления 60710800 («Взаимозаменяемость и технические измерения», «Основы стандартизации»).

Список литературы

- 1 Алексеев Н. А. Личностно-ориентированное обучение в школе и вузе. – М.: Граф-Пресс, 2021. – 208 с.

- 2 Беляев М. И., Краснова Г. А. Технологии адаптивного обучения в цифровой образовательной среде // Открытое образование. – 2022. Т. 26, № 4. – С. 15-24.
- 3 Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании. – М.: Академия, 2020. – 208 с.
- 4 Brusilovsky P. Adaptive Hypermedia // User Modeling and User-Adapted Interaction. – 2001. Vol. 11. – P. 87-110.
- 5 Анисимов В. В., Громов А. И. Проектирование адаптивных систем обучения в высшей школе. – М.: Юрайт, 2023. – 186 с.
- 6 Андреев А. А. Педагогика высшей школы. Новый формат цифрового обучения. – М.: КноРус, 2022. – 240 с.
- 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 Шадиёв С. С. Совершенствование процесса подготовки преподавателей технических дисциплин с учётом требований современной системы образования // Молодой ученый. – 2015. № 8 (88). – С. 1075-1078.
- 10 Sadilloevich S. S. WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF TRAINING OF A TEACHER IN LABOR TRAINING // Научный Импульс. – 2025. Vol. 3, No. 34. – P. 287-290.
- 11 Xo'jjiyev M. Y. Bo'lajak muhandislarda intellektual mustaqil fikrlashni rivojlantirishda raqamli o'quv resurslarning integrativ roli // O'zbekistonda professional ta'lim. – 2026. № 1. – B. 42-47.
- 12 Шадиёв С. С. Цифровой мониторинг качества подготовки будущих инженеров в адаптивной образовательной среде // Ilm-fan va texnologiyalar. – 2026. № 9(1).