

Управление в социально-экономических системах Control in social and economic systems

Научная статья

УДК 004.9

DOI: 10.14529/ctcr260305

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ В ПРЕДМЕТНОМ ОБУЧЕНИИ

Л.С. Тарасова, liebe_perm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1819-4723>

И.Д. Столбова, stolbova.irina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0546-9428>

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия

Аннотация. Статья посвящена обоснованию перехода от автоматизации классических образовательных инструментов к внедрению адаптивных образовательных моделей, основанных на интеллектуальных системах управления. Необходимость подобных процессов вызвана условиями перехода к Индустрии 5.0, согласно которой традиционная инженерная подготовка претерпевает фундаментальную трансформацию. **Целью исследования** является разработка и обоснование модели трансформации образовательного процесса в инженерном вузе (на примере геометро-графической подготовки) в условиях тотальной цифровизации. **Материалы и методы.** В работе рассматриваются методы системного анализа, подходы к управлению на основе данных (Data-Driven Management), концепция интеллектуального эдвайзинга и предиктивной аналитики как фундамента сопровождения учебного процесса. **Результаты.** Обоснована роль интеллектуального посредничества ИИ между заданными образовательными нормативами и индивидуальными особенностями студента, а также предложен механизм «живой связи» учебного процесса с реальным сектором экономики через программных агентов. Обсужден функционал цифровых инструментов и приведены примеры их использования при сопровождении процесса геометро-графической подготовки студентов. Практическая ценность работы сосредоточена на совершенствовании внутренней системы высшего учебного заведения. Инструменты интеллектуального эдвайзинга позволяют вузам автоматизировать мониторинг качества обучения, минимизировать риски отсева за счет прогнозирования трудностей студентов и оптимизировать распределение педагогических ресурсов. **Заключение.** Предложенные инструменты интеллектуального эдвайзинга и модели управления могут быть интегрированы в образовательные программы инженерных вузов для повышения качества подготовки специалистов, сокращения периода их адаптации на высокотехнологичном производстве, а также синхронизации планируемых образовательных результатов с запросами цифровой индустрии.

Ключевые слова: цифровая трансформация, инженерное образование, геометро-графическая подготовка, искусственный интеллект, интеллектуальный эдвайзинг, адаптивное управление, цифровой след

Для цитирования: Тарасова Л.С., Столбова И.Д. Интеллектуальное управление в эпоху цифровизации: персонализация и контроль в предметном обучении // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2026. Т. 26, № 3. С. 56–67. DOI: 10.14529/ctcr260305

**INTELLIGENT MANAGEMENT IN THE ERA OF DIGITALIZATION:
PERSONALIZATION AND CONTROL IN SUBJECT-BASED EDUCATION****L.S. Tarasova**, liebe_perm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1819-4723>**I.D. Stolbova**, stolbova.irina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0546-9428>

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Abstract. The article is devoted to substantiating the transition from the automation of classical educational tools to the implementation of adaptive educational models based on intelligent control systems. The need for such processes is caused by the transition to Industry 5.0, which implies a fundamental transformation of traditional engineering education. **The purpose of this research** is to develop and justify a model for transforming the educational process in an engineering university (using the example of geometric and graphic training) in the context of total digitalization. **Materials and methods.** The article explores the methods of system analysis, approaches to data-driven management, and the concept of intelligent advising and predictive analytics as the foundation for supporting the educational process. **Results.** The article substantiates the role of AI's intellectual mediation between the specified educational standards and the individual characteristics of the student, and proposes a mechanism for “live communication” between the educational process and the real sector of the economy through software agents. The article discusses the functionality of digital tools and provides examples of their use in supporting the process of geometric and graphic training for students. The practical value of the work is focused on improving the internal system of a higher education institution. The tools of intelligent advising allow universities to automate the monitoring of the quality of education, minimize the risks of dropout by predicting the difficulties of students, and optimize the distribution of pedagogical resources. **Conclusion.** The proposed tools of intelligent advising and management models can be integrated into the educational programs of engineering universities to improve the quality of training specialists, reduce the period of their adaptation in high-tech production, and synchronize the planned educational results with the demands of the digital industry.

Keywords: digital transformation, engineering education, geometric and graphic training, artificial intelligence, intelligent advising, adaptive management, digital footprint

For citation: Tarasova L.S., Stolbova I.D. Intelligent management in the era of digitalization: personalization and control in subject-based education. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2026;26(3):56–67. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr260305

Введение

В настоящее время цифровая трансформация образования перешла из стадии внедрения отдельных инструментов в стадию глубокой системной реорганизации. Управление предметным обучением сегодня – это не просто контроль выполнения утвержденной программы, а сложный процесс оркестровки цифровых ресурсов, педагогических технологий и аналитических данных [1].

Традиционные методы управления обучением, опирающиеся на усредненные показатели предметной области, демонстрируют свою неэффективность в условиях стремительного обновления знаний [2]. Без изменения подходов к управлению – от распределения нагрузки до форматов оценивания – цифровые инструменты остаются лишь дорогостоящей надстройкой, не приносящей качественного улучшения образовательных результатов. Интеграция интеллектуальных информационных систем и новых управленческих стратегий позволит трансформировать предметное обучение на основе высокотехнологичной среды развития компетенций.

Цифровая трансформация предполагает сделать процесс обучения прозрачным, гибким и измеримым на каждом этапе [1]. Кроме того, образовательный запрос диктует необходимость перехода к персонализированным моделям, где управление строится на основе предиктивной (прогнозной и предсказательной) аналитики. Аналитический прогноз помогает сфокусироваться не на ошибках, а на их предотвращении. Алгоритм сравнивает текущий «цифровой след» студента и помогает добиться планируемого результата путем корректировки индивидуального плана освоения программы обучения – до фиксации академической неуспеваемости [3].

Сегодня учебный процесс не может сопровождаться только периодическим консультированием – он эволюционирует в «цифровой коучинг» [4]. В рамках современного предметного обучения интеллектуальные агенты и системы мониторинга призваны сопровождать обучающегося в реальном времени, мгновенно реагируя на любые затруднения, а рутинные административные функции управления учебным процессом автоматизируются. Это позволяет сменить парадигму от реактивного управления (исправление ошибок после их совершения) к проактивному сопровождению успеха. Особое место в этой экосистеме занимают инструменты сопровождения, которые обеспечивают непрерывную поддержку как обучаемого, так и преподавателя.

Тотальная цифровизация инженерного образования предполагает использование прогностических моделей формирования инженерных компетенций [5]. В данный момент цифровая трансформация инженерного образования перестала быть вопросом выбора, а стала условием выживания высшей школы в условиях жесткого технологического суверенитета [2]. Особое место в этой трансформации занимает геометро-графическая подготовка (ГГП) – дисциплина, которая первой принимает на себя вызов перехода к бесчертежному производству и проектированию на основе цифровых двойников [6].

В данной статье рассматриваются стратегии управления качеством обучения графическими дисциплинами, которые позволяют подготовить инженера, готового к немедленному включению в высокотехнологичные производственные циклы. Цифровизация ГГП подразумевает не просто замену кульмана на монитор, а создание адаптивной экосистемы, где системы искусственного интеллекта будут сопровождать студента, анализируя траекторию его работы над 3D-моделью, подсказывая оптимальные алгоритмы геометрических построений и предотвращая когнитивные перегрузки.

Новая парадигма управления предметным обучением в инженерном образовании

В настоящее время традиционное линейное планирование («одна программа для всех в едином темпе») становится неэффективным для формирования сложных инженерных компетенций [5]. На смену ему приходит адаптивное управление (Data-Driven Management), базирующееся на анализе больших данных (Big Data) и «цифровом следе» (Digital Footprint) обучающегося в инженерных программных средах.

Среди перспективных механизмов трансформации в инженерном обучении можно выделить следующие:

- **Предиктивное реагирование.** На основе накопленных данных алгоритмы управления (Data-Driven Management) прогнозируют зоны риска [7]. К примеру, в случае, когда аналитика при освоении проективной теории построения изображений выявляет дефицит пространственного воображения у студента при переходе от 2D-эскизов к трехмерным моделям, система превентивно включает в его план корректирующие упражнения с визуализацией или интерактивные VR-тренажеры.

- **Прогнозирование успешности.** На основе данных о работе предыдущих потоков алгоритмы определяют вероятность успешного освоения учебного курса и предлагают превентивные меры (например, дополнительные модули по начертательной геометрии, если западают навыки пространственного воображения).

- **Динамическое изменение сложности заданий.** Система, отслеживая прогресс обучающегося, замечает, что студент быстро справляется с параметризацией типовой детали, и оперативно перестраивается на выполнение задачи повышенной сложности в реальном времени (например, моделирование поверхностей свободной формы) [5].

- **Динамическая декомпозиция учебного плана.** Программа дисциплины имеет жесткую структуру, в свою очередь, адаптивная модель позволяет динамически перераспределять учебные часы в зависимости от фактической скорости усвоения материала. В случае демонстрации опережающего освоения материала по 3D-моделированию студентом или группой система автоматически инициирует переход к более углубленным задачам – например, к анализу кинематики механизмов.

- **Мониторинг проектирования в реальном времени (CAD-аналитика).** Система мониторинга помогает управлять обучением в режиме реального времени посредством глубокой

аналитики работы студента в профессиональной среде. Фиксируя сам процесс, анализирует ход задания:

- *построение дерева модели*: рационально ли выбраны базы и последовательность операций;
- *типичные ошибки*: система выявляет повторяющиеся затруднения при наложении геометрических зависимостей или создании конструктивных элементов детали;
- *поведенческие паттерны*: время, затраченное на решение задачи, и количество обращений к справочной информации.

Применение перечисленных механизмов адаптивного управления превращает процесс предметного обучения из системы «контролера нормативов» в динамический алгоритм управления формированием предметных компетенций. Учебный процесс становится гибким: сильные студенты получают возможность глубокого погружения в проектную деятельность, а студенты, испытывающие трудности, получают необходимую поддержку именно в тех разделах знаний, которые препятствуют их дальнейшему профессиональному росту [8]. Это дает возможность решить фундаментальную проблему инженерной школы – организовать высокую вариативность базовой подготовки абитуриентов с учетом их личностных способностей, обеспечивая на выходе гарантированный уровень зрелости каждого выпускника.

Цифровая трансформация предметного обучения: от автоматизации инструментов к изменению педагогических моделей

Современное управление предметным обучением в области ГПП требует выхода за рамки классической дидактики. Оно должно строиться на управлении сложными инженерными данными и использовании инструментов интеллектуального сопровождения. Если ранее фокус формирования предметных компетенций был направлен на освоение инструментария (первоначально – на умение пользоваться циркулем, позднее – на использование конкретной программой САПР), то перспективным приоритетом становится развитие пространственного интеллекта и способности управлять геометрической информацией в многомерных средах.

Под цифровой трансформацией ГПП теперь понимается не простое насыщение кафедр программным обеспечением (CAD/PLM-системами), а глубокая реорганизация дидактической системы. Фундаментальное различие заключается в переходе от автоматизации существующих методов к проектированию новых образовательных моделей [5, 8].

Ключевые характеристики такой трансформации обусловлены **отходом от «оцифрованного черчения»**. В отличие от этапа автоматизации, где компьютер использовался лишь как замена кульмана (электронный чертеж), трансформация не просто облегчает процесс «рутинного проектирования», а переносит центр тяжести на цифровое параметрическое моделирование [9]. Педагогическая модель меняется: целью становится не «чертеж детали», а создание «интеллектуальной геометрии модели», способной к автоматическим изменениям при варьировании параметров.

Одновременно происходит **переход к доказательной педагогике (Evidence-based Education)**, в рамках которой заменяется интуитивный подход управления обучением анализом цифрового следа [6]. Данная методология позволяет адаптировать образовательную траекторию в режиме реального времени под конкретного студента.

Трансформация **профессиональной роли преподавателя** проявляется как эволюция от транслятора знаний к роли архитектора образовательных траекторий, а соблюдение контроля нормативных требований и обеспечения базовой подготовки берут на себя интеллектуальные системы и ИИ-ассистенты [8, 9].

В контексте **конвергентного обучения** новая педагогическая модель поднимает геометро-графическую подготовку на уровень сквозного проектирования, являясь интегрированным модулем в создании комплексного цифрового двойника изделия [6].

Таким образом, цифровая трансформация геометро-графической подготовки предвещает переход к адаптивной педагогике, где технологические решения определяют не только способы представления графической информации, но и как выстраивается процесс мышления будущего инженера в многомерной цифровой экосистеме. Переход от «автоматизации рутины» к «трансформации сознания» становится главным вектором развития инженерной школы.

Роль ИИ-ассистентов в проектировании индивидуальных траекторий в рамках геометро-графических дисциплин

В настоящее время возможности искусственного интеллекта применительно к инженерному образованию позволяют перейти от генерации контента к динамическому проектированию образовательного опыта [8]. В рамках геометро-графической подготовки ИИ-ассистент может стать ключевым посредником между жесткими требованиями государственных стандартов и индивидуальными когнитивными особенностями студента, а для обеспечения актуальности инженерного образования программные агенты могут реализовать механизм «живой связи» между учебным процессом и реальным сектором экономики [10].

Можно выделить следующие функциональные направления работы ИИ-ассистентов:

- **Снятие «страха ошибки».** Ассистент берет на себя роль «безопасного критика», где позволяет студенту ошибаться в виртуальном пространстве и сразу показывает на несоответствие стандарту на ранних этапах.

- **Интеллектуальный аудит «геометрического мышления».** В CAD-системе ИИ-ассистенты анализируют не только корректность финальной 3D-модели, но и стратегию её создания. При фиксации нерациональных методов построения (например, избыточное количество эскизов вместо использования массивов или зеркального отражения) система предлагает модуль «Оптимизация параметрических связей».

- **Динамическое устранение «пробелов» в пререквизитных знаниях.** Пробелы в фундаменте знаний по начертательной геометрии приводят к проблемам в освоении компьютерного моделирования. В этом случае ИИ-ассистент идентифицирует эти пробелы в режиме реального времени. Например, студент затрудняется в построении линии пересечения сложных тел при моделировании в CAD-системе, ассистент предлагает интерактивный 3D-тренажер, помогая восстановить базовый навык без прерывания общего курса.

- **Переход к реверс-инжинирингу.** Анализируя рост вакансий в отраслях, занимающихся импортозамещением и модернизацией оборудования, ИИ-ассистент может предложить студенту модуль по обработке данных 3D-сканирования. Вместо построения модели «с нуля» по чертежу студент учится восстанавливать параметрическую геометрию по облаку точек, что является критически важным навыком для современного инженера-конструктора.

- **Визуализация и верификация в VR-средах.** Видя тренд на использование виртуальных прототипов в крупных корпорациях (авиация, судостроение), ИИ предлагает студенту освоить экспорт и аудит геометрических моделей в иммерсивных пространствах. Это включает обучение навыкам проверки собираемости сложных узлов «в полный рост» в VR-шлеме, что заменяет традиционную проверку чертежей на бумаге.

Для реализации роли ИИ-ассистентов применительно к геометро-графической подготовке следует акцентировать внимание на переходе от «пассивного справочника» к «активному интеллектуальному наставнику». Переход к управлению на основе данных в инженерном образовании решает главную проблему – разрыв между индивидуальным темпом усвоения пространственных концепций и жестким графиком учебного процесса [10–12]. ИИ-ассистенты обеспечивают непрерывную обратную связь, превращая изучение геометро-графических дисциплин из «черчения по образцу» в осознанное конструирование профессионального профиля.

Цифровые инструменты сопровождения образовательного процесса

На данном этапе обучение в инженерно-технических вузах переходит от организационного администрирования к интеллектуальному эдвайзингу, что ведет к созданию индивидуальной поддерживающей среды, в которой технологии берут на себя функции навигации и контроля, освобождая человеческий интеллект для решения сложных инженерных и педагогических задач [4].

Отметим отличительные черты интеллектуального эдвайзинга.

1. **Непрерывность образовательного цикла.** В отличие от дискретной системы «лекция – зачет», интеллектуальные системы эдвайзинга обеспечивают бесшовный переход между этапами обучения [13]. Если студент освоил сложную параметризацию, система эдвайзинга автоматически передает эти данные, например, в модуль «Детали машин», предлагая студенту задачи повышенной сложности. Образовательный цикл становится единым процессом накопления инженерных компетенций, а не набором разрозненных предметов.

2. Минимизация издержек. Под издержками понимаются непроизводительные затраты ресурсов (времени, энергии, когнитивных усилий) всех участников процесса, которые возникают в ходе взаимодействия, но не ведут напрямую к получению новых знаний или созданию инженерного продукта. Цифровой стек сопровождения обеспечивает непрерывность образовательного цикла и минимизирует издержки участников, устраняя временные потери на рутинные взаимодействия [14]:

- *для студента:* отпадает необходимость поиска методических указаний, актуальных ГОСТов или справок. Когнитивные помощники мгновенно предоставляют нужный контент в контексте текущей задачи;

- *для преподавателя:* автоматизация проверки базовых графических навыков и нормативного контроля (ЕСКД) позволяет сконцентрировать свое внимание не на «исправлении толщины линий», а на проектных решениях.

Цифровой стек в геометро-графической подготовке представляет собой многоуровневую иерархию технологий, она обеспечивает сквозное проектирование и управление обучением. Сравнительный анализ издержек в геометро-графической подготовке приведен в табл. 1.

Сравнительный анализ издержек в геометро-графической подготовке

Таблица 1

Table 1

Comparative cost analysis in geometric and graphical preparation

Направление деятельности	Проявление	
	Традиционно	Интеллектуальный эдвайзинг
Поиск и доступ к информации	Студент тратит до 30 % учебного времени на поиск актуальных ГОСТов, методических указаний или поиск ошибок в оформлении чертежа	Интеллектуальные чат-боты и контекстные справочники (встроенные в CAD) предоставляют нужную норму ЕСКД мгновенно в момент совершения действия. Это исключает «информационный шум» и простои
Контроль и верификация (нормоконтроль)	Преподаватель тратит часы на ручную проверку правильности оформления графической информации, что является чисто технической, рутинной работой	ИИ-ассистенты выполняют автоматический пре-аудит цифровой модели. На проверку педагогу поступает проект, уже очищенный от формальных ошибок, что позволяет ему сфокусироваться на концептуальной экспертизе (логике конструкции, прочности, технологичности)
Коммуникация и обратная связь	Ожидание студентом консультации или оценки работы («цикл обратной связи») может занимать до нескольких дней	«Живая связь» через облачные платформы и ITS (интеллектуальные тьюторские системы) обеспечивает обратную связь в режиме 24/7. Студент узнает об ошибке в сопряжении деталей в момент её совершения, а не на консультации или зачете
Координации в командном проектировании	Потери времени участниками проекта на синхронизацию версий чертежей, сборку узлов из разрозненных файлов и исправление конфликтов геометрии	Использование Cloud-Native CAD и бесшовного цифрового стека позволяет вести параллельное проектирование в едином пространстве данных. Транзакционные издержки на «сшивку» проекта сводятся к нулю
Административные издержки	Сбор бумажных портфолио, ведение журналов, фиксация достижений	Автоматический сбор цифрового следа формирует объективный рейтинг компетенций студента без участия человека

В результате издержки минимизируются, что позволяет перераспределить высвободившиеся ресурсы (до 40–50 % общего времени дисциплины) на творческую проектную деятельность и решение сложных инженерных задач [13]. Таким образом, образовательный процесс из бюрократического

тического регламента преобразуется в высокоэффективный «интеллектуальный конвейер». Этот тезис фиксирует качественный переход в управлении образованием.

Функционал конкретных механизмов, которые превращают «интеллектуальный эдвайзинг» в фундамент подготовки современного инженера, приведен в табл. 2.

Функционал цифровых инструментов сопровождения обучения

Таблица 2

Table 2

The functionality of digital learning support tools

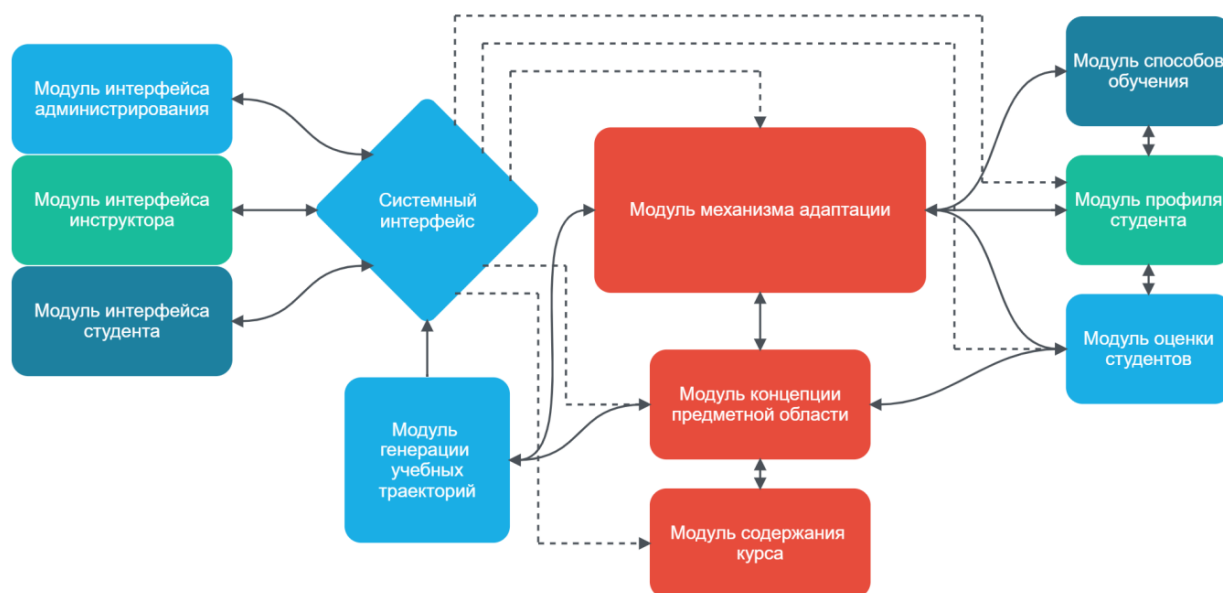
Тип	Функционал	Механизм	Результат
Предиктивные навигаторы образовательных траекторий	Системы на основе анализа «цифрового следа» студента в CAD-средах для прогнозирования успешности освоения профессиональных модулей	Если система фиксирует высокий уровень развития пространственного интеллекта (скорость манипуляций в 3D, точность сборок), она предлагает студенту переход к факультативам по высокотехнологичному проектированию (например, «Авиационное моделирование» или «Аддитивные технологии») [14]	Реализация принципа опережающего обучения для талантливых студентов
Когнитивные помощники реального времени (Contextual AI-Advisors)	Интеллектуальные надстройки, встроенные в интерфейс инженерного ПО (AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС-3D и др.)	В процессе моделирования ИИ-эдвайзер анализирует «дерево построения» объекта. При обнаружении нерациональных решений (избыточность операций, нарушение логики сопряжений) система выдает контекстную подсказку: обучающее видео или ссылку на соответствующий раздел ГОСТ/ЕСКД [15]	Мгновенная обратная связь, минимизирующая накопление технических ошибок
Автоматизированные системы верификации компетенций (Skill-Verification Engines)	Инструменты, заменяющие традиционные формы контроля (экзамены) непрерывным мониторингом достижений	Система агрегирует данные о выполнении всех проектных заданий в единый блокчейн-профиль. Статус «компетенция сформирована» присваивается автоматически, если студент стабильно демонстрирует качество моделирования выше установленного порога в течение всего цикла обучения [13, 16]	Объективная оценка навыков, исключая субъективизм и стресс экзаменационных сессий
Системы адаптивного микрообучения (Micro-Learning Agents)	Инструменты, устраняющие «зоны риска» в знаниях студента без прерывания основного проектного процесса	Если предиктивная аналитика выявляет системную ошибку (например, неумение строить линии пересечения сложных поверхностей), эдвайзер генерирует индивидуальный микрокурс – серию интерактивных 3D-тренажеров, направленных на отработку именно этого узкого навыка [3, 17]	Гибкое устранение пробелов в пререквизитах в режиме «точно вовремя» (just-in-time learning)

Окончание табл. 2
Table 2 (end)

Тип	Функционал	Механизм	Результат
Интеллектуальные интерфейсы «Вуз – Индустрия»	Программные агенты, сопоставляющие текущие учебные проекты студента с актуальными технологическими требованиями компаний-партнеров	Эдвайзер анализирует выполненные чертежи и модели на предмет соответствия стандартам конкретных производств (например, технологические допуски для 3D-печати металлом). При достижении профессионального уровня система рекомендует студента для участия в реальных R&D-проектах (Research and Development – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) предприятия [18–20]	Сокращение адаптационного периода выпускника на производстве

Использование данных инструментов превращает сопровождение обучения из административной функции в высокотехнологичный сервис поддержки принятия решений. Интеллектуальный эдвайзинг обеспечивает «бесшовность» образовательного процесса, где каждый шаг студента обоснован аналитикой и направлен на достижение максимальной конкурентоспособности на рынке труда.

На рисунке представлена общая схема адаптивного сопровождения образовательной деятельности. Интеллектуальная система в реальном времени подбирает сложность, предлагает модули для устранения пробелов, предсказывает трудности и рекомендует развитие, превращая обучение в гибкую, персонализированную траекторию предметного обучения.

Структурная схема адаптивного модульного обучения
Adaptive Modular Learning Framework

Адаптивная обучающая система представляет собой комплекс взаимосвязанных модулей, обеспечивающих персонализированный подход к обучению. Основой системы является модуль механизма адаптации, который анализирует данные о студенте и выстраивает индивидуальную траекторию освоения материала. Роль наставника для взаимодействия студента с курсом выпол-

няет блок администрирования. Профиль учащегося, хранящегося в специальном модуле, определяет способы обучения и формирует индивидуальную траекторию освоения предметной области. Сводная информация оценивания студенческих достижений позволяет принимать решения о необходимости совершенствования курса обучения.

Заключение

Проведенное исследование обосновывает неизбежность и стратегическую значимость перехода инженерного образования к новой цифровой парадигме. Трансформация предметного обучения, в частности геометро-графической подготовки, демонстрирует смену вектора: от автоматизации рутинных процессов черчения к фундаментальному изменению образовательных моделей и методов управления процессом предметного обучения [5].

В связи с неэффективностью классической модели инженерного образования в условиях Индустрии 5.0 рассмотрена новая цифровая парадигма управления предметным обучением, в которой целью ГПП становится создание адаптивной экосистемы, где под сопровождением искусственного интеллекта для каждого студента организован индивидуально настроенный процесс формирования инженерных компетенций, обеспечивающих подготовку специалиста для успешного функционирования в условиях высокотехнологичного производства и опережающего развития индустрии. Модель адаптивного управления на основе данных (Data-Driven Management) заменяет линейное планирование гибкими, индивидуализированными траекториями, базирующимися на анализе «цифрового следа» студента.

Определена ключевая функция ИИ-ассистентов как посредников между жесткими требованиями предметных нормативов и индивидуальными когнитивными особенностями обучающихся, а также как механизма «живой связи» образования с актуальными потребностями рынка труда.

Обоснован переход от организационного администрирования к интеллектуальному эдвайзингу, обеспечивающему непрерывность образовательного цикла и минимизацию непроизводительных издержек за счет использования когнитивных помощников и систем предиктивной аналитики.

Дальнейшее развитие темы требует экспериментальной проверки эффективности предложенной модели управления:

- 1) верификация метрик «цифрового следа»;
- 2) сравнение контрольных групп (традиционное линейное планирование) и экспериментальных групп (адаптивное управление с ИИ-эдвайзингом);
- 3) разработка методик оценки влияния иммерсивных технологий (VR/AR) на формирование пространственного мышления инженеров;
- 4) развитие механизмов «живой связи» с индустрией.

Предполагается, что результаты экспериментальной апробации позволят верифицировать предложенную модель управления и сформировать окончательный регламент её внедрения в практику инженерного образования [20].

В целом цифровая трансформация предметного обучения – это не просто тренд, а стратегический императив, направленный на подготовку инженерной элиты, способной решать комплексные задачи глобального технологического развития.

Список литературы

1. Корчак К.И., Красильников В.В., Тоискин В.С. Современные подходы к понятию цифровой трансформации образования // Проблемы современного образования. 2022. № 1. С. 171–183. DOI: 10.31862/2218-8711-2022-1-171-183
2. Голованова Н.И., Смирнова Е.А. Трансформация учебного процесса: управление интеграцией цифровых технологий и современных образовательных стратегий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2025. Т. 12. № 1. С. 115–125. DOI: 10.22363/2312-8313-2025-12-1-115-125
3. Игнатенко Н.А., Морозов С.А. Предиктивная аналитика и скоринг студентов с помощью нейронных сетей // Вестник науки. 2025. Т. 2, № 11 (92). С. 796–803.
4. Сундукова Т.О., Ваныкина Г.В. Коучинг, менторинг и эдвайзинг: традиции и инновации // Электрон. науч.-практ. журн. «Современная педагогика». 2016. № 11 (48). С. 34–39. URL: <https://pedagogika.snauka.ru/2016/11/6217>.

5. Столбова И.Д., Кочурова Л.В., Носов К.Г. К вопросу о цифровой трансформации предметного обучения // Информатика и образование. 2020. № 9 (318). С. 53–63. DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-53-63
6. Kukushkin K., Ryabov Y., Borovkov A. Digital Twins: A Systematic Literature Review Based on Data Analysis and Topic Modeling // Data. 2022. Vol. 7, no. 12. P. 173. DOI: 10.3390/data7120173
7. Токтарова В.И., Пашкова Ю.А. Предиктивная аналитика в цифровом образовании: анализ и оценка успешности обучения студентов // Сибирский педагогический журнал. 2022. № 1. С. 97–106. DOI: 10.15293/1813-4718.2201.09
8. Адаптивные интеллектуальные системы поддержки обучения в высшей школе: подходы, технологии, эффекты / Е.Ю. Голованова, К.Н. Моругова, М.И. Сорокина и др. // Управление образованием: теория и практика. 2024. № 10-1. С. 91–99. DOI: 10.25726/a6526-9930-0748-x
9. Генеративный искусственный интеллект в высшем образовании: обзор теоретических подходов и практик применения / Е.А. Кошкина, Н.В. Бордовская, Д.С. Гнедых и др. // Высшее образование в России. 2025. Т. 34, № 6. С. 36–57. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-6-36-57
10. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Крайнова М.Н. Модульная технология управления предметной подготовкой студентов // Университетское управление: практика и анализ. 2012. № 5 (81). С. 88–95.
11. Павлов А.Ф., Мякишева Ю.В., Родионова Г.Н. Опыт применения технологии адаптивного обучения в образовательном процессе высшего учебного заведения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2024. Т. 26, № 3 (96). С. 70–76. DOI: 10.37313/2413-9645-2024-26-96-70-76
12. Конструирование методов активизации учебной деятельности учащихся при изучении математики с помощью нейросетевых инструментов / Б.Е. Стариченко, П.Г. Безбородова, Е.А. Софрыгина, Г.М. Шоева // Педагогическое образование в России. 2025. № 2. С. 43–55.
13. Галагузова М.А., Перекальский И.Н. Трансформация образования с внедрением искусственного интеллекта: постановка проблемы // Ценности и смыслы. 2024. № 1 (89). С. 84–94. DOI: 10.24412/2071-6427-2024-1-84-94
14. Нигодин Е.А. Исследование эффективности применения модели цифрового ассистента преподавателя при профессиональной подготовке бакалавров математических направлений // Науч.-метод. электрон. журн. «Концепт». 2025. № 08. С. 382–402. URL: <https://e-koncept.ru/2025/251170.htm>. DOI: 10.24412/2304-120X-2025-11170
15. Chikurtev D., Chikurteva A., Gyoshev S. 3D technologies for digitalization and creation of new educational resources in engineering // INTED2023 Proceedings. 2023. P. 7073–7081. DOI: 10.21125/inted.2023.1932
16. Лапыгин Ю.Н., Лапыгин Д.Ю. Использование искусственного интеллекта в качестве виртуального участника учебной группы в процессе обучения принятию решений // Профессиональное образование и рынок труда. 2025. Т. 13, № 4 (63). С. 202–213. DOI: 10.52944/PORT.2025.63.4.012
17. Садыкова А.Р., Левченко И.В. Искусственный интеллект как компонент инновационного содержания общего образования: анализ мирового опыта и отечественные перспективы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17, № 3. С. 201–209. DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209
18. Hoefele J. European Digital Competence Frameworks and Engineering Pedagogy // Mobility for Smart Cities and Regional Development – Challenges for Higher Education. ICL 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 390. Springer, Cham, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-93907-6_87
19. Назарова Ж.А. Геометро-графическая подготовка студентов технических специальностей в современных условиях // Геометрия и графика. 2024. Т. 12, № 1. С. 41–49. DOI: 10.12737/2308-4898-2024-12-1-41-49
20. Пестов В.В., Москвин Д.А. ИИ-тьютор для персонализированного обучения в современной школе // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (DHTE 2025): сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 13–14 ноября 2025 года. М.: Моск. гос. психол.-пед. ун-т, 2025. С. 230–251.

References

1. Korchak K.I., Krasilnikov V.V., Toiskin V.S. Modern approaches to the concept of digital transformation of education. *Problemy sovremennogo obrazovaniya*. 2022;(1):171–183. (In Russ.) DOI: 10.31862/2218-8711-2022-1-171-183
2. Golovanova N.I., Smirnova E.A. Transformation of the educational process: Managing the integration of digital technologies and modern educational strategies. *RUDN Journal of Public Administration*. 2025;12(1):115–125. (In Russ.) DOI: 10.22363/2312-8313-2025-12-1-115-125
3. Ignatenko N.A., Morozov S.A. Predictive analytics and student scoring using neural networks. *Science Bulletin*. 2025;2(11(92));796–803. (In Russ.)
4. Sundukova T.O., Vanykina G.V. Coaching, mentoring and advising: Tradition and innovation. *Electronic scientific & practical journal "Modern pedagogy"*. 2016; 11 (48). (In Russ.) Available at: <https://pedagogika.snauka.ru/en/2016/11/6217>.
5. Stolbova I.D., Kochurova L.V., Nosov K.G. [About digital transformation of subject learning]. *Informatics and Education*. 2020;9(318):53–63. (In Russ.) DOI: 10.32517/0234-0453-2020-35-9-53-63
6. Kukushkin K., Ryabov Y., Borovkov A. Digital Twins: A Systematic Literature Review Based on Data Analysis and Topic Modeling. *Data*. 2022;7(12):173. DOI: 10.3390/data7120173
7. Toktarova V.I., Pashkova Yu.A. Predictive analytics in digital education: Analysis and evaluation of students' learning success. *Siberian Pedagogical Journal*. 2022;(1):97–106. (In Russ.) DOI: 10.15293/1813-4718.2201.09
8. Golovanova E.Y., Morugova K.N., Sorokina M.I., Mayorova O.A., Minnigaleeva A.A. Adaptive intelligent learning support systems in higher education: approaches, technologies, effects. *Education Management Review*. 2024;14(10-1):91–99. (In Russ.) DOI: 10.25726/a6526-9930-0748-x
9. Koshkina E.A., Bordovskaya N.V., Gnedykh D.S., Khromova M.A., Demyanchuk R.V., Iskhakova M.P., Balyshev P.A. Generative Artificial Intelligence in Higher Education: A Review of Theoretical Approaches and Application Practices. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2025;34(6):36–57. (In Russ.) DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-6-36-57
10. Stolbova I.D., Alexandrova E.P., Krainova M.N. Module technology of management by subject preparation of students. *University Management: Practice and Analysis*. 2012;5(81):88–95. (In Russ.)
11. Pavlov A.F., Myakishcheva Yu.V., Rodionova G.N. The use of adaptive learning technology in the educational process of higher education institutions. *Izvestiya of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences. Social, Humanitarian, Biomedical Sciences*. 2024;26(3(96)):70–76. (In Russ.) DOI: 10.37313/2413-9645-2024-26-96-70-76
12. Starichenko, B. E., Bezborodova, P. G., Sofrygina, E. A., Shoeva, G. M. Designing Methods for Enhancing Students' Learning Activities in Mathematics Through the Use of Neural Network Tools. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2025;(2):43–55. (In Russ.)
13. Galaguzova M.A., Perekalsky I.N. Transformation of education with the introduction of artificial intelligence: problem statement. *Values and Meanings*. 2024;1(89):84–94. (In Russ.) DOI: 10.24412/2071-6427-2024-1-84-94
14. Nigodin E.A. A study of the effectiveness of using the digital teaching assistant model in the professional training of undergraduates in mathematical fields. *Scientific-methodological electronic journal "Koncept"*. 2025;(08):382–402. (In Russ.) Available at: <https://e-koncept.ru/2025/251170.htm>. DOI: 10.24412/2304-120X2025-11170
15. Chikurtev D., Chikurteva A., Gyoshev S. 3D technologies for digitalization and creation of new educational resources in engineering. In: *INTED2023 Proceedings*. 2023. P. 7073–7081. DOI: 10.21125/inted.2023.1932
16. Lapygin Yu.N., Lapygin D.Yu. Using artificial intelligence as a virtual participant in a study group for teaching decision-making. *Vocational Education and Labour Market*. 2025;13(4(63)):202–213. (In Russ.) DOI: 10.52944/PORT.2025.63.4.012
17. Sadykova A.R., Levchenko I.V. Artificial intelligence as a component of innovative content of general education: analysis of world experience and domestic prospects. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2020;17(3):201–209. (In Russ.) DOI: 10.22363/2312-8631-2020-17-3-201-209
18. Hoefele J. European Digital Competence Frameworks and Engineering Pedagogy. In: *Mobility for Smart Cities and Regional Development – Challenges for Higher Education. ICL 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 390. Springer, Cham, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-93907-6_87

19. Nazarova Z.A. Geometric and Graphic Training of Technical Students in Modern Conditions. *Geometry & Graphics*. 2024;12(1):41–49. (In Russ.) DOI: 10.12737/2308-4898-2024-12-1-41-49

20. Pestov V.V., Moskvina D.A. AI tutor for personalized learning in modern school. *Digital Humanities and Technologies in Education (DHTE 2025)*. Moscow, 2025. P. 230–251. (In Russ.)

Информация об авторах

Тарасова Любовь Сергеевна, аспирант, старший преподаватель кафедры дизайна, графики и начертательной геометрии, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия; liebe_perm@mail.ru.

Столбова Ирина Дмитриевна, д-р техн. наук, доц., заведующий кафедрой дизайна, графики и начертательной геометрии, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия; stolbova.irina@gmail.com.

Information about the authors

Lyubov S. Tarasova, Postgraduate Student, Senior Lecturer at the Department of Design, Graphics and Descriptive Geometry, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; liebe_perm@mail.ru.

Irina D. Stolbova, Dr. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Head of the Department of Design, Graphics and Descriptive Geometry, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; stolbova.irina@gmail.com.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.12.2025

The article was submitted 27.12.2025