

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ НА ПРОГРАММАХ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ИНЖЕНЕРОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

Шведова О.А.

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск

shvedova@bsuir.by

В статье рассматривается методический подход к проведению программ повышения квалификации для действующих инженеров промышленной автоматизации в международном и отечественном контексте. Кратко охарактеризованы ведущие центры обучения взрослых в США, Германии, Китае, России и Беларуси. На основе опыта реализации программ в ИИТ БГУИР обобщены три ключевых методических принципа работы со взрослыми слушателями.

Ключевые слова: методика преподавания; повышение квалификации; взрослые слушатели; международный опыт обучения; промышленная автоматизация; адаптивное обучение.

Цифровая трансформация промышленности в условиях концепции Industry 4.0 предъявляет особые требования к подготовке действующих инженеров промышленной автоматизации. Программы повышения квалификации (далее — ППК) занимают центральное место в системе непрерывного инженерного образования, обеспечивая обновление компетенций специалистов под динамично меняющийся технологический стек. Особенностью обучения взрослых, в отличие от студенческой подготовки, является высокая чувствительность слушателей к практической применимости материала, опора на накопленный профессиональный опыт и ограниченные временные ресурсы. Это формирует специфические методические требования, которые независимо разрабатываются ведущими образовательными центрами разных стран и постепенно сходятся к близкому набору практик.

В Соединённых Штатах Америки в области подготовки специалистов по промышленной автоматизации лидирующие позиции занимает MIT Professional Education, реализующее программу Professional Certificate in Industry 4.0 [1]. Программа полностью переведена в онлайн-формат продолжительностью 12 месяцев; методический ансамбль включает видеолекции преподавателей MIT, обсуждение тематических кейсов, групповое взаимодействие участников из разных стран, итоговый практический проект, разрабатываемый слушателем с применением методологии, освоенной в курсе. В Германии и Европейском союзе ведущим оператором обучения индустриальной рабочей силы является Festo Didactic [2]. Характерная методическая особенность — обучение на физических учебных системах с реальными промышленными компонентами (модульные станции MPS, обучающие фабрики, цифровые двойники этих стандов) с соотношением примерно 30 % теоретических занятий и 70 % практической работы, дополняемых цифровым обучающим порталом Festo LX для самостоятельной подготовки. В Китайской Народной Республике в Университете Цинхуа функционирует Fundamental Industry Training Center [3], использующий программные продукты Siemens Digital Industries Software (включая среду NX и TIA Portal) для виртуального воспроизведения полного жизненного цикла продукта — от проектирования через моделирование до управления производством, что особенно ценно для отработки сценариев Industry 4.0 в безопасной учебной среде.

В Российской Федерации заметным игроком является Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» [4], реализующая корпоративные программы повышения квалификации для сотрудников ПАО «ОДК-Сатурн», ООО «Сибур ПолиЛаб» и других промышленных предприятий. Методический формат — модульные программы по 36–72 ч., сочетающие очные сессии в учебных центрах СПбПУ с проектной работой слушателей на материале их собственных производственных задач, что обеспечивает прямую переносимость

результатов на предприятие. В Республике Беларусь подготовка инженеров на программах ППК ведётся в Институте информационных технологий БГУИР, где более пяти лет реализуется блок авторских программ с использованием полнофункциональных коммерческих версий TIA Portal, S7-PLCSIM Advanced, WinCC, доступных через программу Siemens Cooperates with Education (SCE) [5]. Сводная характеристика методических форматов рассмотренных центров представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Методические форматы обучения взрослых в международных центрах промышленной автоматизации

Центр	Формат обучения	Ключевые методические приёмы
MIT Professional Education (США)	12 месяцев онлайн	Видеолекции преподавателей MIT, тематические кейсы, групповое обсуждение, итоговый практический проект
Festo Didactic (Германия — ЕС)	Очные тренинги в учебных центрах + онлайн-портал Festo LX	Физические учебные системы MPS и обучающие фабрики; соотношение около 30 % теории и 70 % практики
Tsinghua FITC (Китай)	Очное обучение в Fundamental Industry Training Center	Виртуализация полного жизненного цикла продукта на Siemens NX и TIA Portal в безопасной учебной среде
СПбПУ ПИПП «Цифровой инжиниринг» (Россия)	Модульные программы 36–72 ч., очно + проектная работа	Корпоративные модули; слушатели работают на материале реальных производственных задач своего предприятия
ИИТ БГУИР (Беларусь)	Около 10 авторских программ ППК, 36–72 ч., очно	Сквозной производственный кейс, полнофункциональные коммерческие версии TIA Portal, индивидуальный разбор

Авторские программы ППК в ИИТ БГУИР опираются на три устойчивых методических принципа, выявленных в практической работе со взрослыми слушателями и согласующихся с международными тенденциями. Раскроем каждый принцип через конкретные методические приёмы, применяемые на занятиях.

Первый принцип — обучение через выполнение конкретного производственного кейса с последовательным наращиванием сложности. Типовой кейс в программах автора — модель технологической линии с датчиками температуры и давления, частотно-регулируемыми приводами и контроллером Siemens S7-1200. На начальных занятиях слушатель реализует элементарную релейную логику пуска и останова двигателей; на следующих этапах — обработку аналоговых сигналов и масштабирование; далее — ПИД-регулирование и работу с библиотеками технологических объектов; на финальном этапе — разработку человеко-машинного интерфейса с мнемосхемой, трендами и журналом тревог. Один и тот же кейс сопровождает слушателя на протяжении всего курса, обеспечивая накопительный эффект и формируя у него целостное представление о применении инструмента.

Второй принцип — обязательное применение того же инженерного программного обеспечения, которое слушатель использует на рабочем месте. На занятиях по программированию ПЛК применяется полнофункциональная коммерческая версия TIA Portal, доступная через программу SCE [5]; слушатели последовательно осваивают конфигурирование оборудования контроллера и сетевой инфраструктуры, программирование на языках стандарта IEC 61131-3 (Ladder Diagram, Function Block Diagram, Structured Text), отладку через программный симулятор S7-PLCSIM Advanced без необходимости работы на физическом ПЛК, разработку экранных форм системы визуализации в WinCC Basic. Использование симулятора снимает риск повреждения оборудования при ошибках в коде и одновременно обеспечивает прохождение всех этапов реальной инженерной разработки.

Третий принцип — сочетание самостоятельной работы со структурированным индивидуальным наставничеством преподавателя. Конкретный методический приём — формат «практическое занятие — индивидуальный разбор кода — корректирующая

консультация». После выполнения каждого практического задания преподаватель индивидуально просматривает программу каждого слушателя и обсуждает с ним альтернативные варианты решения той же задачи: например, разные подходы к организации программных блоков (FB или FC), различные варианты использования таймеров и счётчиков, разное распределение логики между ПЛК и операторской панелью. Такой формат принципиально отличается от групповой проверки лабораторных работ, типичной для университетской подготовки, и позволяет оперативно устранить ошибочные приёмы программирования до их закрепления у слушателя.

Дополнительным методическим решением, применяемым в авторских программах ППК, является сочетание виртуальной отладки программ и их проверки на физическом учебно-лабораторном оборудовании кафедры. После того как слушатель разработал и проверил программу управления контроллером на симуляторе S7-PLCSIM Advanced, та же программа загружается на реальный контроллер учебного стенда и проверяется в работе с подключёнными датчиками и исполнительными механизмами. Двухэтапный формат, с одной стороны, исключает риск повреждения оборудования при типовых ошибках программирования, поскольку основная отладка выполняется в безопасной виртуальной среде; с другой — даёт слушателю опыт работы с физическим контроллером и характерные для производственной практики ситуации, не воспроизводимые симулятором.

Еще одним методическим приёмом, является разбор типовых производственных ошибок и нестандартных решений из инженерной практики преподавателя. Сравнение и обсуждение решений учит слушателя видеть в собственном коде потенциальные слабые места до их проявления на производстве.

Перспективными направлениями развития методического арсенала ППК в ИИТ БГУИР являются: пилотная интеграция элементов адаптивных образовательных платформ для индивидуализации траекторий слушателей с разной начальной подготовкой; применение больших языковых моделей в качестве цифровых консультантов по типовым затруднениям, сохраняющих за преподавателем ключевую роль в разборе сложных производственных кейсов; систематизация отзывов слушателей реализуемых программ как эмпирическая основа для совершенствования методики.

Анализ международного и отечественного опыта показывает, что ведущие центры обучения взрослых в США, Германии, Китае, России и Беларуси, несмотря на национальную и институциональную специфику, опираются на схожие методические приёмы — производственный кейс с наращиванием сложности, работа на реальном инженерном программном обеспечении, индивидуальный разбор результатов. Авторский опыт ИИТ БГУИР встраивается в эту международную практику с адаптацией под контекст белорусских промышленных предприятий.

Литература

1. Professional Certificate Program in Industry 4.0 [Электронный ресурс] / MIT Professional Education, Massachusetts Institute of Technology. — Режим доступа: <https://professional.mit.edu/course-catalog/professional-certificate-program-industry-40>. — Дата доступа: 25.05.2026.
2. Industrial training and workforce development [Электронный ресурс] / Festo Didactic, Festo Group. — Режим доступа: <https://www.festo.com/us/en/e/technical-education/>. — Дата доступа: 25.05.2026.
3. Continuing Education at Tsinghua University [Электронный ресурс] / Tsinghua University. — Режим доступа: https://www.tsinghua.edu.cn/en/Admissions/Continuing_Education1/Overview.htm. — Дата доступа: 25.05.2026.
4. Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг» [Электронный ресурс] / Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. — Режим доступа: <https://pish.spbstu.ru/>. — Дата доступа: 25.05.2026.

5. SCE Courses — Siemens Cooperates with Education [Электронный ресурс] / Siemens AG. — Режим доступа: <https://www.siemens.com/en-us/content/sce-educational-institutions/plc-courses/>. — Дата доступа: 25.05.2026.