

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

Научная статья
УДК 004.9
DOI: 10.14529/ctcr260204

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

В.И. Фрейман, vifrejman@pstu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8492-8065>

А.А. Южаков, uz@at.pstu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1865-2448>

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия*

Аннотация. Современные вызовы обуславливают необходимость постоянного повышения показателей эффективности экономики и промышленности. Одним из ключевых факторов для этого представляется улучшение качества подготовки специалистов на всех уровнях системы образования. Во многом оно закладывается на этапе формирования структуры и содержания образовательных программ. Они должны соответствовать современному состоянию науки и техники, быть гибкими, адаптивными, иметь понятные и достоверные инструменты измерения результативности обучения. **Цель исследования** – предложить практический подход к формированию структуры образовательных программ, сочетающий методические, алгоритмические и аналитические компоненты, а также элементы автоматизации проектирования. **Материалы и методы.** Применяется системный подход к проектированию структуры образовательных программ. Он учитывает требования законодательства Российской Федерации, нормативно-методической документации, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, локальных нормативных актов учреждений высшего образования, федеральных государственных образовательных стандартов (утвержденных и проектов) и профессиональных стандартов. **Результаты.** Предложено рассматривать процесс проектирования и реализации образовательных программ на основе стандартов системы менеджмента качества и цикла улучшений Шухарта – Деминга PDCA, проанализированы входные и выходные данные, содержание основных элементов. Создана методика формирования структуры учебного плана с учетом требований и ограничений в виде подхода к расчету компонентов учебного плана. Апробированы способы автоматизации разработки учебного плана в выбранной программной среде. **Заключение.** Предложен подход к проектированию образовательной программы, в котором взаимосвязаны стандарты качества и требования нормативно-методической документации, способы расчета трудоемкости дисциплин в рамках компонентов (семестров) и подходы к автоматизации проектирования с использованием компьютерных технологий. Представлены примеры этапов предложенного практического подхода, которые могут быть использованы с учетом особенностей и условий применения. Разработаны и апробированы программные модули, в которых автоматизированы основные этапы проектирования образовательных программ.

Ключевые слова: образовательная программа, зачетная единица трудоемкости, учебный план, автоматизация проектирования

Для цитирования: Фрейман В.И., Южаков А.А. Проектирование образовательных программ в современных условиях: практический подход // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2026. Т. 26, № 2. С. 40–53. DOI: 10.14529/ctcr260204

Original article

DOI: 10.14529/ctcr260204

DESIGNING OF EDUCATIONAL PROGRAMS IN MODERN CONDITIONS: A PRACTICAL APPROACH

V.I. Freyman, vifrejman@pstu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8492-8065>**A.A. Yuzhakov**, uz@at.pstu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1865-2448>

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Abstract. Modern challenges necessitate continuous improvement of economic and industrial performance indicators. One of the key factors for this is improving the quality of specialist training at all levels of the education system. This is largely determined by the development of the structure and content of educational programs. They must reflect the current state of science and technology, be flexible, adaptable, and have clear and reliable tools for measuring learning outcomes. **The goal** of the research is to propose a practical approach to structuring educational programs that combines methodological, algorithmic, and analytical components, as well as elements of design automation. **Materials and methods.** A system approach to designing the structure of educational programs is used. It takes into account the requirements of the legislation of the Russian Federation, regulatory and methodological documentation, the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, local regulations of higher education institutions, federal state educational standards (approved and draft), and professional standards. **Results.** The article proposes to consider the process of designing and implementing educational programs based on the standards of the quality management system and the Shewhart–Deming PDCA improvement cycle. A methodology for forming the curriculum structure is developed, taking into account the requirements and constraints in the form of an approach to calculating curriculum components. Methods for automating curriculum development in the selected software environment are tested. **Conclusion.** An approach to designing an educational program is proposed that interlinks quality standards and requirements of regulatory and methodological documentation, methods for calculating the labor intensity of disciplines within components (semesters), and approaches to automating design using computer technologies. Examples of stages of the proposed practical approach are presented, which can be used taking into account the specific features and conditions of application. Software modules have been developed and tested, automating the main stages of educational program design.

Keywords: educational program, credit unit of work intensity, curriculum, design automation

For citation: Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Designing of educational programs in modern conditions: a practical approach. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2026;26(2):40–53. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr260204

Введение

Система высшего образования Российской Федерации в силу ряда известных причин находится в процессе перехода к новой образовательной модели (специалитет). Это, а также требования к постоянному повышению качества подготовки, без сомнений, потребует пересмотра образовательных программ для планируемых к утверждению новых Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС). Новые вызовы приводят к необходимости повышения эффективности и результативности образования, особенно высшего, чтобы оно стало важным фактором развития экономики и промышленности. Это может быть достигнуто за счет внедрения новых образовательных технологий (виртуализация, дистанционные технологии с целью расширения географии обучения, привлечения ведущих ученых для преподавания более широкому кругу слушателей, активизация связей с промышленностью и т. п.). Существенную роль может сыграть гибкая система планирования образовательного процесса, учитывающая, в частности, современные тенденции развития науки и техники, потребности региональной экономики, ожидания обучаемых. Это может найти отражение в обновлении и развитии подходов к формированию образовательных программ (ОП) и их основных компонентов, определяющих содержание и результаты обучения (компетентностная модель выпускника – КМВ) и структуру (учебный план – УП).

Можно выделить ряд противоречий, разрешение которых приведет к желаемому результату. С одной стороны, сохраняются базовые парадигмы – компетентностный подход, блочно-модульная структура учебных планов, оценка трудоемкости в зачетных единицах (зе) и т. п. С другой стороны, от новых образовательных программ ждут более тесной увязки с актуальными потребностями экономики и промышленности, а иногда и опережающего развития, индивидуализации подготовки, быстрой адаптации к изменению потребностей. Этого, безусловно, сложно добиться в условиях инерционной образовательной системы (фиксированные на несколько лет учебные планы, зачастую формальный выбор студентами элективных дисциплин, необходимость постоянного обновления структуры и содержания дисциплин, сложный расчет учебной нагрузки с учетом индивидуализации образовательных траекторий и т. д.). Поэтому актуальной представляется проблема обеспечения качества формирования образовательных программ с возможностью разрешения сформулированных выше противоречий.

В рамках предлагаемого практического подхода к проектированию структуры образовательных программ сформулированы основные задачи статьи.

1. Предложить и проанализировать подходы к обеспечению качества образовательных программ на этапах их проектирования и реализации.
2. Представить структуру учебного плана с учетом требований и ограничений нормативно-методической документации. Предложить подход к расчету компонентов учебного плана.
3. Апробировать варианты автоматизации разработки учебного плана.

Обзор литературы

Проблеме важности постоянного улучшения эффективности и результативности образовательных программ посвящены работы многих отечественных и зарубежных исследователей. В частности, в статье Е.В. Романова [1] проводится оценка деятельности отечественных учебных заведений высшей школы как основного инструмента повышения качества кадрового обеспечения для всех сфер деятельности экономики и промышленности. Подробная и глубокая аналитика современного образовательного процесса проведена в работе [2] Е.Д. Патаракиным, А.И. Кутузовым и И.В. Дворецкой. В иностранной научной литературе вопросам взаимосвязи профессионального образования и развития VET (Vocational Education and Training) посвящена работа S. McGrath и S. Yamada [3]. В статье M.J. Jacobson, J.A. Levin, M. Kapur предлагается концептуальная структура сложных систем для обучения (CSCFL), которая изучает коллективное поведение системы и поведение отдельных агентов в системе [4]. В работе [5] представлены результаты проектирования образовательных программ с использованием современных математических моделей (АНР – метод анализа иерархий).

Проведенный анализ показал, что сохраняют актуальность задачи увязки процессов проектирования и реализации образовательных программ с учетом требований стандартов качества, в частности, Международной организации по стандартизации (ISO) и отечественных нормативных документов. Это позволит унифицировать описание процессов, а также более четко выделить функции и связи основных участников (задача № 1 настоящей статьи).

Среди работ, посвященных проектированию базового компонента образовательной программы – учебного плана, можно выделить ряд следующих статей. А.И. Чучалин в [6] проводит оценку структуры и содержания учебных планов на примере инженерных специальностей на соответствие международным стандартам CDIO-FCDI-FFCD (бакалавриат, магистратура, аспирантура). Авторы А.Г. Варфоломеев, Е.А. Питухин и А.И. Тулаева приводят результаты разработки концепции информационной системы управления учебными планами вузов [7]. В статье [8] предлагается междисциплинарная модель построения образовательной программы, созданная при помощи метода гибкого обратного проектирования (Agile Backward Design – ABD). Авторами О.М. Булгаковым и А.И. Ладыгой представлен созданный алгоритм комплексного проектирования учебного плана [9], содержащий четкую последовательность действий с учетом оговариваемых ограничений. А.Б. Сазоновым предлагается подход к построению индивидуальной образовательной траектории обучаемых [10], что является важным компонентом построения адаптируемых под ожидания обучаемых и актуальные требования рынка труда образовательных программ. В [11] авторы П.В. Михайловский, Л.А. Степанова и О.А. Рыкалина рассматривают подходы к решению проблемы необходимости перманентной актуализации содержания рабочих программ

дисциплин. Ученый О. Zuber-Skerritt в [12] представляет образовательную, теоретическую и методологическую основу для использования особого вида прикладного исследования, а именно PALAR (participatory action learning (обучение через действие) and action research (прикладное исследование)).

В анализируемых публикациях главным образом рассматривается содержательная компонента. Между тем всегда актуально эффективное решение «технических» проблем проектирования – увязка с календарным графиком, распределение трудоемкости (зачетных единиц, часов контактной и самостоятельной работы) по модулям, дисциплинам и разделам. При этом решение осложняется наличием большого количества ограничений. Особенно это актуально при построении индивидуальных образовательных траекторий обучаемых (ИОТ). Очень важно автоматизировать проектирование, а информации о подобных системах не так много (задача № 2 настоящей статьи).

Одним из важных инструментов повышения эффективности проектирования и реализации образовательных программ является активное применение самых современных информационно-коммуникационных и образовательных технологий. Они основаны, в частности, на концепции массовых открытых онлайн-курсов (МООК), которая рассмотрена в статье Е.А. Спириной, Н.А. Горбуновой и И.А. Самойловой [13]. В работе Х. Ху, Х. Guo [14] анализируется интеграция информационных технологий и современного профессионального образования. P. Rutecka, K. Sicha, M. Rizun and A. Strzelecki представляют результаты применения больших языковых моделей (LLM) для формирования образовательных программ и их компонентов (учебный план, рабочие программы дисциплин) [15]. В эксперименте использовались четыре LLM: ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, Google Bard и Gemini.

Несмотря на активное использование информационно-коммуникационных и образовательных технологий, особенно во время и после пандемии, актуальными остаются вопросы обоснованного разделения образовательного контента, изучаемого онлайн и оффлайн, а также создания и внедрения инструментария автоматизации проектирования и анализа (задача № 3 настоящей статьи).

В завершении обзора литературы хотелось бы добавить, что авторами на протяжении длительного интервала времени проводятся исследования и их доведение до внедрения в области проектирования, реализации и оценки результативности образовательных программ. Например, в [16] описан опыт разработки и применения самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов (СУОС). Статья [17] посвящена подходам к управлению, контролю и оцениванию качества реализации образовательных программ. В [18] проиллюстрирован опыт создания компетентностных моделей выпускника. Работы [19, 20] ориентированы на процесс формирования компетенций, а статья [21] – на оценку результата освоения компетенций как результата реализации образовательных программ.

Методология, материалы и методы

В качестве основной методологии планирования образовательных программ выбран системный подход, который предполагает учет потребностей всех основных участников – обучаемых, образовательных учреждений, работодателей, государство. Основное внимание уделяется «технологической» составляющей процедуры планирования – составлению корректного календарного графика, коррелированного с ним распределения трудоемкостей разделов ОП (дисциплин, практик, государственной итоговой аттестации – ГИА) по составляющим (в частности, семестрам) и распределению трудоемкости по разделам ОП внутри семестра.

В работе предлагается подход к количественной оценке граничных значений распределения дисциплин с заданными пороговыми показателями трудоемкости, что дает возможность разработки шаблонов УП, существенно облегчающих процедуру проектирования документов ОП.

Авторами проведена автоматизация части этапов предлагаемого подхода. Для этого использованы достаточно простые программные продукты (например, Microsoft Excel), не требующие глубоких знаний информационных технологий, но позволяющие успешно решать поставленные задачи.

Предлагаемые подходы к решению поставленных в работе задач успешно апробированы и нашли применение при проектировании и реализации образовательных программ в Пермском

национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ), а также в рамках сетевых образовательных программ совместно с ведущими инженерными вузами страны – Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова-Ленина (ЛЭТИ), Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева (КНИТУ-КАИ), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

При реализации каждого этапа учитывались требования и ограничения, накладываемые нормативно-методической документацией различного уровня, требованиями законов и стандартов РФ. Это позволило получить решение, апробированное для технических специальностей, но достаточно легко адаптируемое для любых других, разумеется, с учетом их специфики и особенностей.

Результаты исследования

Задача 1. Формирование и оценка качества проектирования и реализации образовательных программ

Задача подготовки квалифицированных кадров для экономики и промышленности актуальна для всех этапов подготовки, создания и реализации продукции любого вида и назначения. Это является необходимым условием для обеспечения конкурентоспособности и эффективности предприятий и организаций, являясь значимым фактором развития нашей страны. Очевидно, что точно рассчитать влияние уровня квалификации сотрудников на показатели качества товаров и услуг невозможно. Однако можно быть абсолютно уверенным в том, что только высококвалифицированные и мотивированные специалисты смогут обеспечить их высокий уровень.

На рис. 1 приведена иллюстрация видов подготовки специалистов на примере основных этапов жизненного цикла производства промышленной продукции. Можно выделить государственные системы образования – среднего (СО), среднего специального (ССО) и высшего (ВО), а также так называемого фирменного (например, производителями определенного вида оборудования или программного обеспечения) обучения (ФО) и подготовки кадров на предприятии (ПКП).

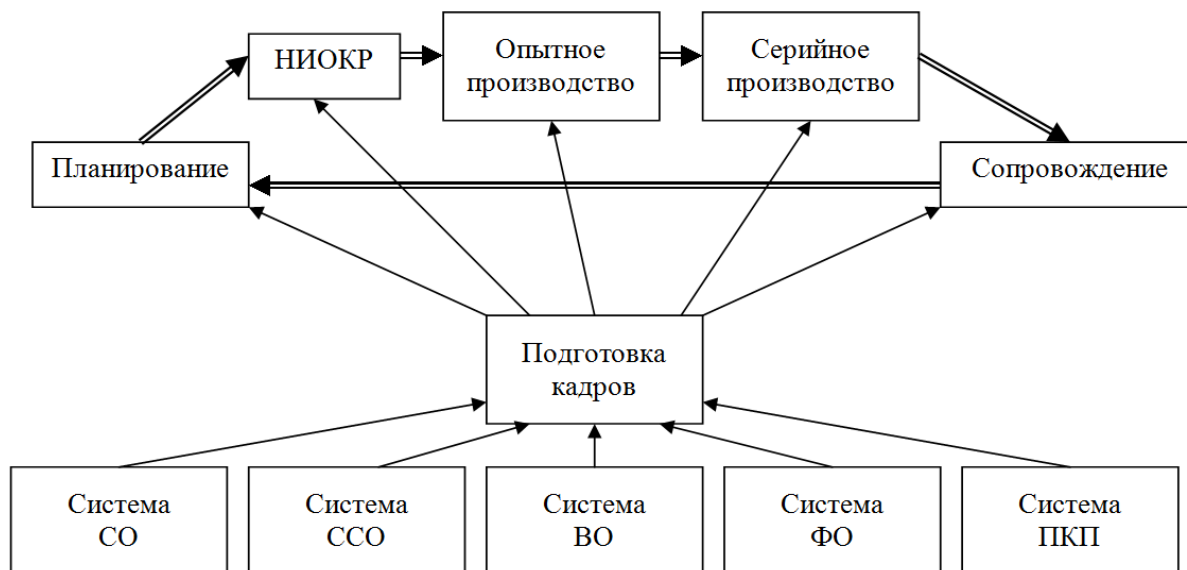


Рис. 1. Варианты организации подготовки кадров для разных этапов жизненного цикла продукции
Fig. 1. Options for organizing personnel training for different stages of the product life cycle

Важными являются все виды подготовки, поскольку каждая решает соответствующий круг задач. Отметим, что по части формальных признаков (объем фундаментальных и прикладных знаний, срок обучения и т. п.) основную роль играет система ВО.

Отрасли современной экономики характеризуются активной динамикой роста и диверсификации. Знания и умения, применяемые в практической деятельности в рамках современных и даже перспективных технологий, методов, информационного, программного, технического обеспечения и т. п., через сравнительно небольшой интервал времени (особенно для сферы информа-

ционных, телекоммуникационных технологий и т. п.) могут частично или полностью устареть. Это требует от специалистов не только высокой квалификации для выполнения текущих обязанностей, но и способность к изменению либо к смене профиля профессиональной деятельности. Поэтому от системы образования требуется не только подготовка выпускника к решению конкретных профессиональных задач, но и формирование социально-личностных качеств, которые дадут ему возможность эффективно адаптироваться к изменениям условий профессиональной деятельности.

Для повышения качества подготовки выпускников необходим системный комплексный подход к организации и реализации процесса обучения. Для его формирования выделим *элементы системы образования*: органы управления образованием, образовательное учреждение, образовательная программа, обучающие, обучаемые (рис. 2).



Рис. 2. Стандартизация и управление качеством подготовки
 Fig. 2. Standardization and quality management of education

На рис. 2 представлены процессы *проектирования* и *реализации* (входящие и исходящие связи относительно ОП соответственно). Органы управления формируют и утверждают нормативную базу: законы, стандарты (образовательные – ФГОС, профессиональные – ПС), нормативно-методическую документацию вуза (НМДв) и стандарты университета (СТУ). Используя это, образовательное учреждение (вуз) разрабатывает и реализует образовательные программы, учитывая при этом современное состояние науки и техники (в формате вектора развития направления – ВРН) и потребности региона (квалификационные требования работодателей – КТР). Для контроля качества проводятся мероприятия по аттестации (текущий контроль – ТК, промежуточная аттестация – ПА и государственная итоговая аттестация – ГИА), проверке документированной информации в рамках аудита качества (ISO ГОСТ) или государственной аккредитации, профессионально-общественной аккредитации (П.-О. аккр.) общественными объединениями работодателей (ОО). Работодатели активно привлекаются для проведения практик (ПР), НИР, а также участвуют в разных видах аттестации. Все участники процесса ориентированы на постоянное улучшение качества подготовки обучаемых.

Методология проектирования и реализации программ подготовки специалистов включает: 1) выбор и обоснование вектора развития направления; 2) требования потребителя в формате КТР; 3) разработку методов и процедур управления и контроля качества подготовки на разных стадиях реализации программы в рамках системы менеджмента качества.

Для оценки качества на этапах *проектирования* и *реализации* образовательных программ их, как особый вид продукции, предлагается рассмотреть в виде цикла улучшений Шухарта – Деминга PDCA: планирование (Plan); реализация (Do); проверка (Check); корректировка (Act).

На рис. 3 представлена структурная схема процесса менеджмента качества на этапе *проектирования* образовательной программы (программы подготовки), построенная в соответствии

с требованиями стандартов ISO 9000:2015 и ISO 9001:2015. Одной из ключевых особенностей процесса проектирования является проводимый в фазе планирования риск-менеджмент, связанный с анализом последствий построения и последующей реализации программы (эффективность, востребованность, масштабируемость и т. д.).



Рис. 3. Схема процесса менеджмента качества на этапе проектирования образовательной программы
Fig. 3. Quality management process diagram at the educational program design stage

Исходными данными для проектирования является нормативная база (государственная и локальная), а также учет ВРН и КТР для выбранного направления или специальности подготовки. В процессе *планирования* разрабатывается комплект учебно-методической документации (УМД) – КМВ, УП, учебно-методические комплексы (УМК) дисциплин, практик (Пр), промежуточной аттестации (ПА), фонды оценочных средств (ФОС), оцениваются риски реализации ОП. Также оцениваются виды *обеспечения* (кадровое (К), материально-техническое (М.-Т.), информационное (И), финансовое (Ф) и т. д.), необходимые для успешной реализации ОП. Планируются мероприятия и инструменты по *оценке результативности* (проверкой структуры и содержания УМД) для возможности *улучшения* (обновление содержания, введение новых образовательных технологий, инструментария и т. п.). Все этапы цикла реализуются, управляются и контролируются участниками образовательного процесса (руководителями программ – РП, направлений подготовки – РН, практик – РПр, учебным и вспомогательным персоналом – УиВП).

Этап *реализации* образовательной программы обеспечивается проведением запланированного объема мероприятий (обучения, контроля, вспомогательных, обеспечивающих и т. п.), контролем результативности (качества), проведением корректирующих действий для повышения уровня результативности до необходимых (запланированных) показателей.

На рис. 4 представлена структурная схема процесса менеджмента качества на этапе *реализации* образовательной программы (программы подготовки), построенная в соответствии с требованиями стандартов ISO 9000:2015 и ISO 9001:2015. Особенностью процесса реализации является диагностирование, дешифрация и оценивание результативности обучения по уровню освоения компетенций и их составляющих, реализуемых в модулях (дисциплинах) и разделах программы.

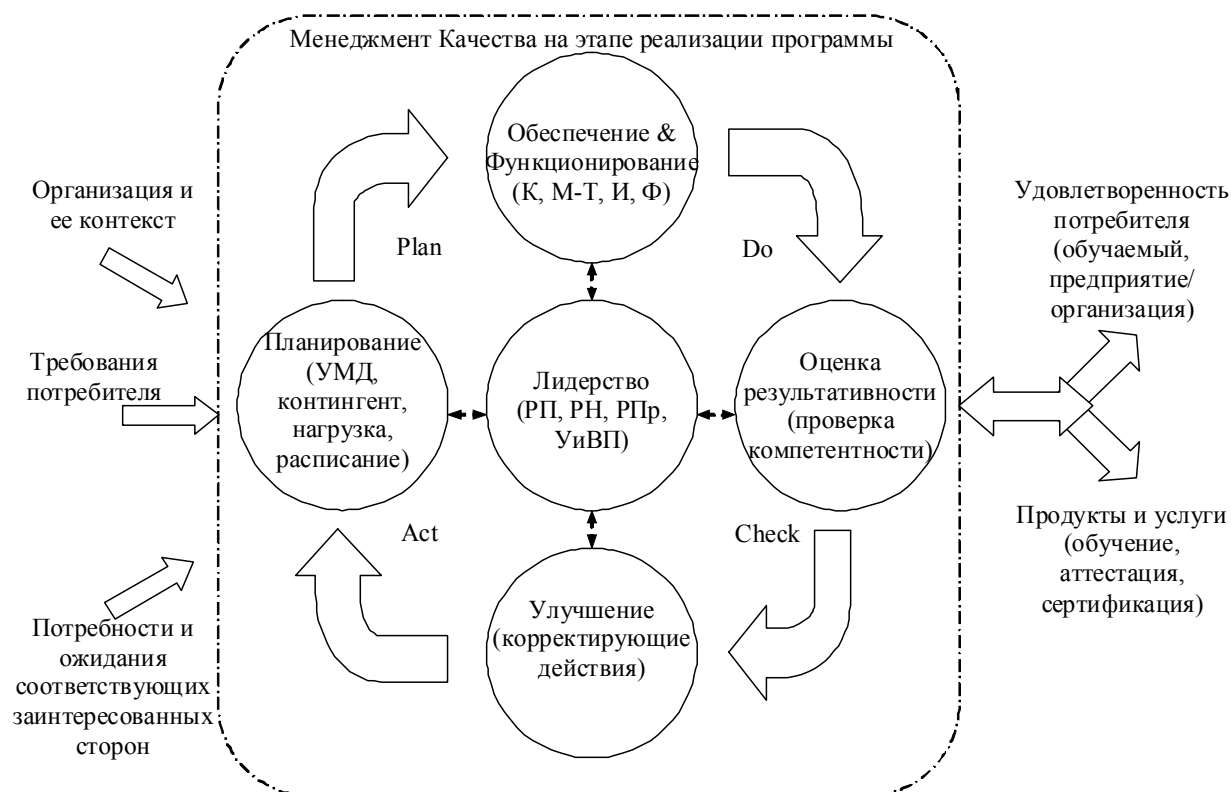


Рис. 4. Схема процесса менеджмента качества на этапе реализации образовательной программы
Fig. 4. Quality management process diagram at the educational program implementation stage

В процессе *планирования* проводится анализ контингента, расчет учебной нагрузки, составление расписания, подготовка оперативной УМД. Виды *обеспечения* актуализируются под текущие показатели образовательного процесса. Оценка результативности проводится мероприятиями по аттестации (текущей, промежуточной, итоговой) для выявления уровня сформированности заявленных в КМВ компетенций и их компонентов («знать», «уметь», «владеть»). В рамках этапа *улучшения* планируются действия, которые могут привести к повышению показателей эффективности и результативности подготовки.

Правильная организация учебного процесса, учитывающая требования системы менеджмента качества, положения вектора развития направления, квалификационные требования работодателей, нормативно-методическую документацию, эффективные способы формирования и средства контроля компетенций и их составляющих, современные образовательные технологии и т. д. позволят обеспечить высокий уровень подготовки и востребованность выпускников.

Задача 2. Формирование структуры учебного плана

Исходные данные:

- календарный график;
- требования ФГОС (компетенции, обязательные дисциплины, распределение трудоемкости по компонентам учебного плана – дисциплины, практики, ГИА и пр.);
- требования локальной нормативной документации вуза по унификации;
- распределение зачетных единиц по семестрам;
- структура унификации.

Ограничения:

- не более 54 ч в неделю (н) для обучающихся (6 дней по 9 часов (академических), включая все виды работы – контактную и самостоятельную);
- 1 н = 6 дн (длительность учебной недели);
- 1 зе = 36 ч (академических);
- 1 н = 54 ч = 1,5 зе;

- минимальное и максимальное значения трудоемкости дисциплины (например, от 3 до 6 зе; если дисциплина на несколько семестров, то это ограничения в семестре);
- длительность сессии (например, от 1 до 3 недель, с возможностью адаптации учебного плана для определенных направлений и специальностей подготовки);
- подготовка к 1 экзамену 4 дня (1 зе, 36 ч);
- максимальное количество зачетов и курсовых работ/проектов в сессию (например, 6);
- соотношение контактной и самостоятельной работы (например, «50 на 50»)...

Далее предлагается вариант решения на примере одного семестра.

1. В соответствии с календарным планом определяется длительность обучения в рамках учебного семестра T_y , н.

2. Определяется максимальная трудоемкость учебного семестра $Z_{y \max}$:

$$36 \cdot Z_{y \max} / T_y = 54 \Rightarrow Z_{y \max} = 54 \cdot T_y / 36. \quad (1)$$

Пример 1. Семестр 18 недель, следовательно, трудоемкость учебного семестра должна быть не более 27 зе.

3. В соответствии с календарным планом определяется длительность сессии в рамках учебного семестра T_c , н.

4. Определяется максимальное количество экзаменов в сессию $N_{э \max}$:

$$N_{э \max} = \lfloor 6 \cdot T_c / 4 \rfloor, \quad (2)$$

где $\lfloor \cdot \rfloor$ – операция округления в меньшую сторону.

Пример 2. Сессия 3 недели, следовательно, максимальное количество экзаменов 4.

5. Расчет полной трудоемкости учебного семестра $Z = Z_y + N_{э}$ (обучение, сессия, практики и ГИА – в соответствии с расчетом и календарным графиком).

6. Расчет минимального ($N_{д \min}$) и максимального ($N_{д \max}$) количества дисциплин в учебном семестре:

$$N_{д \max} = \lfloor (Z - N_{э}) / N_{\min \text{ зе/дисц}} \rfloor; \quad N_{д \min} = \lceil Z / N_{\max \text{ зе/дисц}} \rceil, \quad (3)$$

где $\lfloor \cdot \rfloor$ – операция округления в меньшую сторону; $\lceil \cdot \rceil$ – операция округления в большую сторону.

Примечание 1. Могут быть заданы дополнительные ограничения, например, трудоемкость дисциплин с зачетом должна быть меньше трудоемкости дисциплин с экзаменом.

Пример 3. $Z = 28$ зе, $N_{э} = 3$ экз., $N_{\min \text{ зе/дисц}} = 3$ (с учетом экзамена 4), $N_{\max \text{ зе/дисц}} = 6$ (с учетом экзамена).

$N_{д \max} = 8$. Вариант распределения дисциплин: 3 + 3 + 3 + 3 + 4 + 4 (э) + 4 (э) + 4 (э).

$N_{д \min} = 5$. Вариант распределения дисциплин: (5 + 5 + 6 (э) + 6 (э) + 6 (э)).

Примечание 2.

1. В примере там, где не указан вид аттестации, – зачет или зачет с оценкой.

2. Можно добавлять нераспределенные («лишние») зе и в дисциплины с зачетом, и в дисциплины с экзаменом, до заданной трудоемкости.

3. Возможно перераспределение трудоемкости дисциплин с возвратом на предыдущие этапы, вплоть до изменения и индивидуализации календарного плана.

Для составления всего учебного плана предлагается последовательно воспользоваться предложенным подходом для каждого семестра с учетом требований и ограничений (в семестре, учебном году, по всей ОП).

Задача 3. Автоматизация проектирования учебных планов

Для повышения эффективности процедуры проектирования (скорость, контроль соблюдения ограничений, время коррекции) предлагается составить шаблон (шаблоны) учебного плана (рис. 5).

Введем следующие условные обозначения дисциплин для «нулевой» итерации формирования учебного плана:

ДЭ $A.B$, где A – номер семестра, B – номер дисциплины в семестре (произвольно, только для нумерации) для дисциплины с экзаменом.

ДЗ $A.B$, где A – номер семестра, B – номер дисциплины в семестре (произвольно, только для нумерации) для дисциплины с зачетом.

Далее для каждого профиля шаблоны заполняются названиями дисциплин.

Контроль по макропоказателям учебного плана:

- 54 ч/н;
- количество экзаменов в сессию;
- количество зачетов в семестре (в том числе КР/КП);
- количество зе в учебном году;
- количество зе за всю образовательную программу.

Кафедра	Наименование	Наименование циклов, разделов, дисциплин и практик	Распределение по семестрам				Распределение по семестрам																
			экзамен	зачет	КР	КП	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс								
							1 сем. 18 нед.	2 сем. 18 нед.	3 сем. 18 нед.	4 сем. 18 нед.	5 сем. 18 нед.	6 сем. 14 нед.	7 сем. 18 нед.	8 сем. 14 нед.	9 сем. 18 нед.	10 сем. 10 нед.							
сессия, н						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
семестр, н						18	18	18	18	18	14	18	14	18									
Б1. Дисциплины (модули)						27	18	3	3	243													
Обязательные дисциплины						27	15	3	3	234													
<i>Базовая часть (Унификация по университету)</i>												116											
		ДЭ 1.1	1				6	6															
		ДЭ 1.2	1				6	6															
		ДЭ 1.3	1				6	6															
		ДЭ 1.1		1			5	5															
		ДЭ 1.2		1			5	5															
		ДЭ 2.1	2				6	6															
		ДЭ 2.2	2				6	6															
		ДЭ 2.3	2				6	6															
		ДЭ 2.4	2				6	6															
		ДЭ 2.1		2			6	6															
		ДЭ 3.1	3				6	6															
		ДЭ 3.2	3				6	6															
		ДЭ 3.3	3				6	6															
		ДЭ 3.1		3			5	5															
		ДЭ 3.2		3			5	5															
		ДЭ 4.1	4		4		6	6															
		ДЭ 4.2	4				6	6															
		ДЭ 4.3	4				6	6															
		ДЭ 4.4	4				6	6															
		ДЭ 4.1		4			6	6															
<i>Вариативная часть</i>												89											
<i>Унификации по факультету, кафедре, направлению</i>												89											
		ДЭ 5.1	5				6	6															
		ДЭ 5.2	5		5		6	6															
		ДЭ 5.3	5				6	6															
		ДЭ 5.1		5			4	4															
		ДЭ 5.2		5			3	3															
		ДЭ 6.1	6				6	6															
		ДЭ 6.2	6				6	6															
		ДЭ 6.1		6	6		6	6															
		ДЭ 7.1	7				6	6															
		ДЭ 7.2	7				6	6															
		ДЭ 7.3	7				6	6															
		ДЭ 7.1		7	7		4	4															
		ДЭ 7.2		7			3	3															
		ДЭ 8.1	8				6	6															
		ДЭ 8.2	8				6	6															
		ДЭ 8.1		8	8		5	5															
		ДЭ 8.2		8			4	4															
<i>Профиль</i>												29											
		ДЭ 9.1	9				6	6															
		ДЭ 9.2	9				6	6															
		ДЭ 9.3	9				6	6															
		ДЭ 9.1		9			6	6															
		ДЭ 9.2		9	9		5	5															
Дисциплины по выбору												3											
		ДВ1		5	6		6	6															
		ДВ2		7			3	3															
		Прикладная физическая культура - элективные модули дисциплины по видам спорта																					
Б2. Практика												8											
Вариативная часть (обязательная)												8											
		Учебная практика		2			3	3															
		Учебная практика		4			3	3															
		Производственная практика		6			9	9															
		Производственная практика		8			9	9															
		Производственная практика, преддипломная		10			18	18															
		Производственная практика, преддипломная		10			6	6															
Б3. Государственная итоговая аттестация												9											
		Междисциплинарный государственный экзамен		10			1,5	1,5															
		Подготовка к защите ВКР		10			6	6															
		Процедура защиты ВКР		10			1,5	1,5															
Итого з.е. специализированной подготовки												300	28	33	28	33	28	30	28	30	29	33	
Распределение з.е. по учебным годам:												300	61	61	58	58	58	62	62				
Экзаменов:												27	3	4	3	4	3	2	3	2	3		
Зачетов:												24	2	1	2	2	4	3	4	3	3		
в том числе:																							
курсовых проектов:												3					1	1		1			
курсовых работ:												3					1	1		1			
Дисциплины и частей дисциплин по семестрам:												64	6	7	6	7	7	6	7	6	6	6	6
Распределение з.е. по дисциплинам, закрепленные за кафедрой:												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 5. Пример автоматизации проектирования шаблона УП
Fig. 5. The curriculum template design automation sample

Шаблон реализован в файле формата Microsoft Excel. Проверки реализованы при помощи функций условного форматирования (например, при нарушении требований по максимальной трудоемкости в неделю ячейка с количеством зе в рассматриваемом семестре будет выделена красным цветом).

Для расчетов выбрано минимально возможное количество дисциплин в заданном диапазоне трудоемкости (от 3 до 6).

Обсуждение

Проведен анализ результатов решения поставленных задач в рамках предлагаемого практического подхода к проектированию структуры образовательных программ в современных условиях.

Предложено оригинальное решение, которое заключается в описании процедур проектирования и реализации образовательных программ при помощи цикла Шухарта – Деминга. Это позволило выделить и описать основные субъекты и объекты ОП и связи между ними. При этом выполнена четкая и понятная адаптация терминологии стандартов качества ISO серии 9000 к рассматриваемой предметной области. Это позволяет разрабатывать локальную нормативную документацию образовательной организации в увязке с требованиями указанных стандартов (например, стандарты университета как компоненты системы менеджмента качества, самостоятельно устанавливаемые образовательные стандарты и т. п.).

Предложен математический инструментарий для расчета трудоемкости основных компонентов учебного плана – семестров. Он учитывает временные (длительность семестра, сессии, практик) и количественные (ограничения по трудоемкости в учебную неделю, количество экзаменов в сессию) характеристики. Это позволяет использовать предлагаемое решение как математическое обеспечение разрабатываемой системы автоматизации проектирования ОП для повышения эффективности и ускорения разработки учебных планов.

Проиллюстрирован вариант применения разработанного программного инструментария для автоматизации создания учебных планов. Он учитывает предложенные ранее полученные решения в рамках предлагаемого практического подхода. Особенностью является введение большого количества проверок выполнения заданных ограничений (максимальная и минимальная трудоемкости семестров и учебного года, максимальная нагрузка в неделю и пр.). Это позволяет повысить качество и скорость разработки учебных планов образовательных программ.

Решения частных задач предлагаемого подхода могут быть использованы в практике проектирования и реализации ОП.

Интересными и перспективными направлениями дальнейших исследований представляются:

– проектирование учебного плана «снизу вверх», когда обучаемый выбирает дисциплины и они формируют определенный набор компетенций, с учетом связей между дисциплинами (семантические и календарные);

– проектирование учебного плана «вверх-вниз», когда обучаемый выбирает компетенции, а ему предлагаются варианты ИОТ.

Необходимо ориентироваться на практическую реализуемость предлагаемых решений с учетом особенностей отечественной системы образования. Также планируется активно использовать разнообразный математический аппарат, способы автоматизации проектирования, информационные технологии и программный инструментарий, методы искусственного интеллекта и анализа данных.

Заключение

В рамках статьи были решены следующие задачи:

1. Подчеркнута важность подготовки кадров, особенно в системе высшего образования, для создания условий повышений эффективности экономики и производства. Предложены подходы к обеспечению качества проектирования и реализации образовательных программ, основанные на стандартах системы менеджмента качества: требования, нормативно-методическая документация, варианты применения.

2. Разработан алгоритм проектирования элементов учебного плана, позволяющий выбрать различные варианты наполнения его дисциплинами с учетом введенных рекомендаций и ограничений; приведены иллюстрирующие примеры.

3. Предложенный подход к формированию структуры образовательной программы доведен до уровня автоматизации в выбранной программной среде.

Определены перспективы дальнейших исследований в направлении индивидуализации построения образовательной программы. Это позволит учесть потребности всех участников образовательного процесса – обучающихся, вузов, работодателей.

Список литературы

1. Сенашенко В.С., Стручкова Е.П. Особенности сопряжения высшего образования и сферы труда в условиях структурных преобразований отечественной системы высшего образования // Высшее образование в России. 2025. Т. 34, № 3. С. 31–51. DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-3-31-51.

2. Патаракин Е.Д., Кутузов А.И., Дворецкая И.В. Мультиодальная учебная аналитика: библиометрический и онтологический анализ // Образование и наука. 2025. Т. 27, № 7. С. 33–71. DOI: 10.17853/1994-5639-2025-7-33-71

3. McGrath S., Yamada S. Skills for Development and Vocational Education and Training: Current and Emergent Trends // International Journal of Educational Development. 2023. Vol. 102. Article no. 102853. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2023.102853

4. Jacobson M.J., Levin J.A., Kapur M. Education as a Complex System: Conceptual and Methodological Implications // Educational Researcher. 2019. Vol. 48 (2). P. 112–119. DOI: 10.3102/0013189X19826958

5. Liu P., Li L., Lin L. Design of University Public Curriculum Education System Platform Based on AHP Algorithm // Zhang Y., Shah N. (eds.) Application of big data, Blockchain, and Internet of things for education informatization. BigIoT-EDU 2023. Lecture notes of the Institute for computer sciences, social informatics and telecommunications engineering. 2024. Vol. 581. P. 395–405. DOI: 10.1007/978-3-031-63133-7_39

6. Чучалин А.И. Оценка компонентов учебных планов инженерных программ на соответствие рекомендациям CDIO-FCDI-FFCD Standards // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 7. С. 9–21. DOI: 10.31992/10.31992/0869-3617-2020-29-7-9-21

7. Варфоломеев А.Г., Питухин Е.А., Тулаева А.И. Концепция информационной системы управления учебными планами вузов // Университетское управление: практика и анализ. 2016. № 5 (105). С. 122–132. DOI: 10.15826/umj.2016.105.050

8. Dazeley R., Goriss-Hunter A., Meredith G. et al. Agile Backward Design: a Framework for Planning Higher Education Curriculum // Australian Education Researcher. 2025. Vol. 52. P. 1489–1508. DOI: 10.1007/s13384-024-00772-7

9. Булгаков О.М., Ладыга А.И. Примерный алгоритм комплексного проектирования учебного плана как главного этапа разработки основной профессиональной образовательной программы // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2019. № 1 (43). С. 113–121.

10. Сазонов Б.А. Организация образовательного процесса: возможности индивидуализации обучения // Высшее образование в России. 2020. Т. 29, № 6. С. 35–50. DOI: 10.31992/0869-3617-2019-29-6-35-50

11. Михайловский П.В., Степанова Л.А., Рыкалина О.А. Проблемы разработки и актуализации рабочих программ в системе высшего образования // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. № 12-3. С. 453–458. DOI: 10.17513/vaael.3195

12. Zuber-Skerritt O. An Educational Framework for Participatory Action Learning and Action Research (PALAR) // Educational Action Research. 2018. Vol. 26 (4). P. 513–532. DOI: 10.1080/09650792.2018.1464939

13. Спирина Е.А., Горбунова Н.А., Самойлова И.А. Использование MOOK при организации проблемно-ориентированного обучения в профессиональной подготовке студентов IT-направления // Образование и наука. 2024. № 26 (10). С. 166–189. DOI: 10.17853/1994-5639-2024-10-166-189

14. Xu X., Guo X. Towards Quality Assurance for Curriculum of Vocational Education Based on Effective Learning // Proceeding of 2019 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE). Toronto, ON, Canada, 2019. P. 410–414. DOI: 10.1109/ICCSE.2019.8845400

15. Generative AI in Curriculum Design: Empirical Insights into Model Performance and Educational Constraints / P. Rutecka, K. Cicha, M. Rizun, A. Strzelecki // IEEE Transactions on Learning Technologies. 2025. Vol. 18. P. 757–768. DOI: 10.1109/TLT.2025.3587081

16. Практика разработки и применения самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов и программ высшего образования / Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман, А.А. Южаков и др. // Высшее образование в России. 2014. № 6. С. 5–13.

17. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Разработка и исследование подходов к управлению, контролю и оцениванию качества реализации компетентностно-ориентированных образовательных программ // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 3. С. 356–372.

18. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Практический подход к формированию компетентностной модели выпускника технического университета // Университетское управление: практика и анализ. 2013. № 2 (84). С. 52–58.

19. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Разработка подходов к формализованному описанию контролепригодной компонентной структуры дисциплинарной компетенции // Образование и наука. 2015. № 4 (123). С. 52–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2015-4-52-68

20. К вопросу о формировании компетенций при разработке основной образовательной программы / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков, Е.М. Кон // Открытое образование. 2013. № 2 (97). С. 4–10. DOI: 10.21686/1818-4243-2013-2(97)-4-10

21. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Анализ возможности применения аппарата и методов технической диагностики для контроля и оценки результатов освоения компетентностно-ориентированных образовательных программ // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 7. С. 66–71.

References

1. Senashenko V.S., Struchkova E.P. Features of the Conjugation of Higher Education and the Labor Sphere in the Context of Structural Transformations of the Domestic Higher Education System. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2025;34(3):31–51. (In Russ.) DOI: 10.31992/0869-3617-2025-34-3-31-51

2. Patarakin E.D., Kutuzov A.I., Dvoreckaja I.V. Multimodal Learning Analytics: a Bibliometric and Ontological Analysis. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2025;27(7):33–71. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2025-7-33-71

3. McGrath S., Yamada S. Skills for Development and Vocational Education and Training: Current and Emergent Trends. *International Journal of Educational Development*. 2023;102:102853. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2023.102853

4. Jacobson M.J., Levin J.A., Kapur M. Education as a Complex System: Conceptual and Methodological Implications. *Educational Researcher*. 2019;48(2):112–119. DOI: 10.3102/0013189X19826958

5. Liu P., Li L., Lin L. Design of University Public Curriculum Education System Platform Based on AHP Algorithm. In: Zhang Y., Shah N. (eds.) *Application of big data, Blockchain, and Internet of things for education informatization. BigIoT-EDU 2023. Lecture notes of the Institute for computer sciences, social informatics and telecommunications engineering*. 2024. Vol. 581. P. 395–405. DOI: 10.1007/978-3-031-63133-7_39

6. Chuchalin A.I. Evaluation of the Engineering Curriculum Elements for Compliance with the CDIO-FCDI-FFCD Standards. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2020;29(7):9–21. (In Russ.) DOI: 10.31992/10.31992/0869-3617-2020-29-7-9-21

7. Varfolomeev A.G., Pituhin E.A., Tulaeva A.I. The Concept of Information System of Universities Curricula Management. *University Management: Practice and Analysis*. 2016;5(105):122–132. (In Russ.) DOI: 10.15826/umj.2016.105.050

8. Dazeley R., Goriss-Hunter A., Meredith G. et al. Agile Backward Design: a Framework for Planning Higher Education Curriculum. *Australian Education Researcher*. 2025;52:1489–1508. DOI: 10.1007/s13384-024-00772-7

9. Bulgakov O.M., Ladyga A.I. Sample Algorithm of Complex Design of the Educational Plan as a Main Stage of Development of the Main Professional Educational Program. *Bulletin of Krasnodar university of Russian MIA*. 2019;1(43):113–121. (In Russ.)

10. Sazonov B.A. Organization of the Educational Process: Opportunities for Individualization of Training. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2020;29(6):35–50. (In Russ.) DOI: 10.31992/0869-3617-2019-29-6-35-50

11. Mikhailovsky P.V., Stepanova L.A., Rykalina O.A. Problems of Developing and Updating

Work Programs in the Higher Education System. *Journal of Altai academy of economics and law*. 2023;12-3:453–458. (In Russ.) DOI: 10.17513/vaael.3195

12. Zuber-Skerritt O. An Educational Framework for Participatory Action Learning and Action Research (PALAR). *Educational Action Research*. 2018;26(4):513–532. DOI: 10.1080/09650792.2018.1464939

13. Spirina E.A., Gorbunova N.A., Samojlova I.A. Using MOOCs to Organize Problem-based Learning in the Professional Training of IT Students. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2024;26(10):166–189. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2024-10-166-189

14. Xu X., Guo X. Towards Quality Assurance for Curriculum of Vocational Education Based on Effective Learning. In: *Proceeding of 2019 14th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*. Toronto, ON, Canada, 2019. P. 410–414. DOI: 10.1109/ICCSE.2019.8845400

15. Rutecka P., Cicha K., Rizun M., Strzelecki A. Generative AI in Curriculum Design: Empirical Insights into Model Performance and Educational Constraints. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2025;18:757–768. DOI: 10.1109/TLT.2025.3587081

16. Matushkin N.N., Freyman V.I., Yuzhakov A.A., Danilov A.N., Kon E.L., Lobov N.V. Practice of Independently Established Standards for Higher Education and Programs Development and Application. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2014;(6):5–13. (In Russ.)

17. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Design and Research of Approaches to the Management, Monitor, and Assessment of Quality of Implementing Competence-Based Study Programmes. *Science and Education of the Bauman MSTU*. 2015;(3):356–372. (In Russ.)

18. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Practical Approach to Formation the Competence-based Model for a Technical University Graduate. *University Management: Practice and Analysis*. 2013;2(84):52–58. (In Russ.)

19. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Approaches Development to Formalized Description of the Disciplinary Competence of Testable Component Structure. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2015;4(123):52–68. (In Russ.) DOI: 10.17853/1994-5639-2015-4-52-68

20. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A., Kon E.M. Developing Competences at the Basic Educational Program Implementation. *Open Education*. 2013;2(97):4–10. (In Russ.) DOI: 10.21686/1818-4243-2013-2(97)-4-10

21. Kon E.L., Freyman V.I., Juzhakov A.A. About Possibility of Use the Technical Diagnostics Methods for Control and an Assessment the Basic Educational Programs Development Results. *Izvestiya SPbGETU "LETI"*. 2014;7:66–71. (In Russ.)

Информация об авторах

Фрейман Владимир Исаакович, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры автоматизации и телемеханики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия; vifrejman@pstu.ru.

Южаков Александр Анатольевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автоматизации и телемеханики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия; uz@at.pstu.ru.

Information about the authors

Vladimir I. Freyman, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Prof. of the Department of Automation and Telemechanics, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; vifrejman@pstu.ru.

Alexander A. Yuzhakov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Automation and Telemechanics, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia; uz@at.pstu.ru.

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 30.11.2025

The article was submitted 30.11.2025