

Традиции и инновации в образовательном процессе и университетской науке для развития компетенций в сфере строительства

Игорь Владимирович Кущенко, Владимир Петрович Королёв

Приазовский государственный технический университет (ПГТУ); г. Мариуполь, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Рассматриваются актуальные вопросы применения традиционных и инновационных технологий при подготовке студентов строительных специальностей в структуре Приазовского государственного технического университета (ПГТУ). Выполнен анализ особенностей интеграции профильного строительного и широкого спектра направлений университетского образования. Предложена инфраструктура обеспечения компетентностного подхода с целью мотивации профессионального, научного и карьерного роста строительных кадров. Показана необходимость расширения взаимодействия образовательных, отраслевых, научных, общественных организаций и бизнеса для успешной реализации задач технологического развития строительной индустрии.

Материалы и методы. Проанализирована гносеологическая сущность современного технологического развития в условиях постиндустриального общества. На основе историко-системного метода рассмотрена взаимозависимость традиций и инноваций в сфере технико-экономического взаимодействия образования, архитектуры и строительства. Представлены пространственно-временные характеристики условий преемственности личностно ориентированного строительного образования. Сформулированы задачи программно-целевого управления творческим и инновационным потенциалом в интересах восстановления, технологического обновления и реконструкции промышленного комплекса Донбасса.

Результаты. Систематизированы практические результаты исследований и разработок, выполненных на основе научно-образовательной и производственной кооперации по проблеме технологической безопасности и коррозионной защищенности промышленных объектов. Выявлены приоритеты взаимодействия элементов инфраструктурной модели «наука – образование – бизнес», трансформации корпоративных знаний в образовательные программы и последипломное непрерывное образование. Обоснована перспектива деятельности научно-образовательного центра «Техноресурс» ПГТУ при отработке пилотных проектов продвижения цифровых технологий управления технологической безопасностью промышленных объектов.

Выводы. Предлагается выполнять реализацию образовательных программ и научных исследований в области строительства на принципах программно-целевого управления. Проблема ресурса, надежности и безопасности строительных объектов требует анализа региональных условий промышленно-технологического развития Донбасса. Сбалансированная на основе взаимосвязи традиций и инноваций инфраструктурная модель обеспечивает компетентностный подход и личностно ориентированное непрерывное строительное образование. Обоснованы направления углубления знаний строительного дела студентами политехнических специальностей ПГТУ с учетом существующей практики управления технологической безопасностью промышленных объектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство и архитектура, университеты и наука, научно-образовательный центр, инфраструктура инноваций, технологическая безопасность, коррозионная защищенность, управление, цифровые технологии

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кущенко И.В., Королёв В.П. Традиции и инновации в образовательном процессе и университетской науке для развития компетенций в сфере строительства // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 3. Ст. 7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.3.7

Автор, ответственный за переписку: Владимир Петрович Королёв, korolyovskif@yandex.ru.

Traditions and innovations in the educational process and university science for development of competences in the construction sector

Igor V. Kushchenko, Vladimir P. Korolov

Priazovsk State Technical University (PSTU); Mariupol, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The article deals with the actual issues of application of traditional and innovative technologies in teaching students of construction specialities in Priazovsk State Technical University (PSTU). The peculiarities of integration of specialized civil engineering education and a wide range of directions of university education are analyzed. The infrastructure of competence-based approach to motivate professional, scientific and career development of construction personnel is

proposed. The necessity of expanding the interaction of educational, industry, scientific and public organizations and business for successful implementation of the tasks of technological development of the building industry is shown.

Materials and methods. The epistemological essence of modern technological development in the conditions of post-industrial society is analyzed. On the basis of the historical-systemic method, the interdependence of traditions and innovations in the sphere of technical and economic interaction between education, architecture and construction is considered. Spatial and temporal characteristics of continuity conditions in the process of personally oriented education in the field of construction are presented. The tasks of programme-targeted management of creative and innovative potential in the interests of restoration, technological modernization and reconstruction of the industrial complex of Donbass are formulated.

Results. Practical results of the research and development carried out on the basis of scientific, educational and industrial cooperation on the problem of technological safety and corrosion protection of industrial facilities are systematized. The priorities of interaction between the elements of the “science – education – business” infrastructure model, as well as transformation of corporate knowledge into educational programmes and postgraduate continuing education are revealed. The prospect of activity of “Tekhnoresurs” Scientific and Educational Centre in the development of pilot projects to promote of digital technologies of technological safety management of industrial facilities is substantiated.

Conclusions. It is proposed to implement educational programmes and scientific research in the field of construction based on the principles of programme-targeted management. The problem of resource, reliability and safety of construction facilities requires the analysis of regional conditions of industrial and technological development of Donbass. The infrastructure model, balanced on the basis of interrelation of traditions and innovations, provides the competence approach of personality-oriented continuing education in the field of construction. The directions of deepening the knowledge of PSTU students in the field of construction, with account for the existing practice of managing technological safety of industrial facilities.

KEYWORDS: building and architecture, universities and science, scientific and educational centre, infrastructure of innovation, technological safety, corrosion protection, management, digital technologies

FOR CITATION: Kushchenko I.V., Korolov V.P. Traditions and innovations in the educational process and university science for development of competences in the construction sector. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2023; 13(3):7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.3.7

Corresponding author: Vladimir P. Korolov, korolyovskif@yandex.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Корни современного строительства связаны с фундаментальными основами астрономии, геометрии, механики и архитектуры античного периода. Как известно, смена технологических способов производства сопровождается изменением и развитием технико-экономических отношений. В условиях глобальных геополитических изменений реализация задач научно-технологического и производственного развития строительного комплекса обеспечивается на основе принципов философии познания путем синергетической взаимосвязи традиций и инноваций [1–6]. При этом соотношение инженерных знаний и практики в строительстве имеет конкретно историческое измерение от древности до настоящего дня.

В настоящее время центрами долгосрочных трендов глобального промышленного развития являются технические университеты, которые в соответствии с уставными принципами концентрируют внимание на образовательной составляющей научных и технологических знаний¹. Значительный мобилизационный ресурс в области совершенствования технико-технологических систем, форм и методов инновационной деятельности представляют выпускающие кафедры, координирующие требования к подготовке строительных кадров. В процессе разработки и актуализации учебных программ для

бакалавриата, специалитета и магистратуры формируется нормативная составляющая государственных стандартов образования. Таким образом, передовые технические идеи в области технологических инноваций и практик реального управления производством создают основу для эффективного использования материально-технических, трудовых, финансовых, интеллектуальных, информационных ресурсов в строительстве² [7–10].

История развития Приазовского государственного технического университета (ПГТУ) неразрывно связана с периодом индустриализации и восстановления народного хозяйства страны. Основанный 18 декабря 1928 г. как Мариупольский вечерний рабочий металлургический техникум, он стал кузницей инженерных кадров для металлургической и машиностроительной отраслей промышленности. В 1993 г. после обретения статуса университета расширяются возможности подготовки специалистов в условиях формирования рыночной экономики. Открываются новые специальности на факультетах: металлургическом, механико-машиностроительном, сварочном, транспортных технологий, экономическом, энергетическом, информационных технологий, инженерно-педагогическом, гуманитарном. Университет подтверждает высший четвертый уровень аккредитации вуза, получает международные

¹ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474. Опул. 21.07.20. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726>

² Акимов П.А. Укрепление кадрового потенциала: о разработке Концепции подготовки кадров для строительной отрасли до 2035 года. URL: <https://stroygaz.ru/publication/kadry/ukreplenie-kadrovogo-potentsiala-o-razrabotke-konceptsii-podgotovki-kadrov-dlya-stroitelnoy-otrasli/>

сертификаты ИСО-9000, ИСО-14000. В 2014 г. образовательная подготовка ведется по 50 магистерским и 35 бакалаврским специальностям.

В советский период Мариуполь, являясь крупным центром металлургической, машиностроительной и химической промышленности, производства строительных материалов и индустриального строительства, не обладал необходимой научной базой для создания специализированного инженерно-строительного института. Поэтому образование в 2010 г. кафедры строительства, технической эксплуатации и реконструкции (СТЭР) (зав. кафедрой д. т. н., проф. В.П. Королёв) стало важным событием в развитии многопрофильной системы образовательных программ ПГТУ. Вместе с этим открылись дополнительные возможности для удовлетворения региональной потребности в специалистах строительного профиля благодаря структуре политехнического образования.

Цель статьи — анализ традиций и инноваций архитектурно-строительной науки и образования для программно-целевого формирования компетенций и личностно ориентированного подхода с учетом региональных приоритетов университетской подготовки студентов строительных специальностей.

Сущность нововведений, развитых в процессе формирования кафедры СТЭР, включала трансформацию научно-методических разработок профессорско-преподавательского состава в вариативную составляющую образовательно-профессиональной программы подготовки студентов по направлению «Строительство». Вариативная часть основной профессиональной образовательной программы предполагает решение задач подготовки специалистов по условиям:

- целевого распределения (запроса работодателя);
- компетенций в области технологической безопасности и коррозионной защищенности промышленных объектов (выбор кафедры);
- дополнительной личностно ориентированной программы (индивидуальный выбор студентов).

Реализация установленных моделей вариативной подготовки студентов сопряжена с мобилизацией образовательных ресурсов, которые ограничены возможностями одной кафедры, требуют привлечения передового опыта в области строительных материалов и технологий, результатов научных исследований профильных институтов, университетских структур, научных организаций, бизнеса и общественных организаций.

Содержательная и организационная составляющие предлагаемой инфраструктурной модели «наука – образование – бизнес» апробированы на примерах программ развития структурных подразделений Научно-образовательного центра (НОЦ) «Техноресурс» (научный руководитель

проф. В.П. Королёв) и Центра карьеры ПГТУ (начальник к. т. н. И.В. Кущенко).

Центр карьеры ПГТУ, образованный в 2012 г. как социальный и общественный проект, направлен на совершенствование профессиональной подготовки, реализацию личностно ориентированной и целевой подготовки с учетом потребностей работодателей. НОЦ «Техноресурс» создан на базе кафедры СТЭР в составе научно-исследовательской части ПГТУ в 2014 г. с целью расширения компетентностной подготовки студентов на основе взаимодействия с Донецким научным центром НАН Украины, ООО «Укринсталькон им. В.Н. Шимановского», ПАО «Донецксталь-металлургический завод», ДП «Донецкий Промстройиниипроект», ООО «Конструкция» и др.

Деятельность НОЦ «Техноресурс» и Центра карьеры ПГТУ осуществлялась при поддержке регионального благотворительного фонда «Образование и наука для прогресса строительства», действующего на территории Донецкой и Луганской областей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Философия познания основана на принципах диалектики, историзма, практики, познаваемости, объективности и конкретности, что позволяет наиболее полно раскрывать структуру и особенности функционирования образовательных процессов [11–16]. Традиции и инновации в архитектурно-строительной науке и образовании, как предмет исследования и анализа условий устойчивого развития строительного комплекса, включают применение историко-системного метода для целостного рассмотрения действующей формы общественно-экономической формации.

В исторической ретроспекции традиции и инновации взаимосвязаны с творческим потенциалом и научно-педагогическим наследием выдающихся представителей архитектуры, строительной науки и образования [17, 18]. Среди предшественников, определивших расположение краеугольного камня в основание подготовки строительных кадров в ПГТУ, следует выделить творческий вклад научных школ и творческих объединений, обеспечивающих преемственность развития строительной отрасли на различных этапах государственного устройства.

Индустриализация в Российской империи

Развитие промышленности, транспорта и связи во второй половине XIX в. способствовало образованию профильных учебных заведений для подготовки архитекторов и строителей. В 1876 г. по рескрипту Александра II образовано Центральное училище технического рисования (ЦУТР) барона А.Л. Штиглица. Первым директором ЦУТР стал

блестящий архитектор М.Е. Месмахер. С училищем связаны имена талантливых художников и архитекторов. Представителем стиля петербургского модерна являлся академик Императорской Академии художеств, профессор училища технического рисования им. А.Л. Штиглица и Ксенинского института Л.Х. Маршнер. Выпускник института гражданских инженеров им. Императора Николая I В.А. Нильсен был приглашен в 1901 г. на должность главного архитектора Мариуполя. Разрешение на строительство городского водопровода и водонапорной башни (высота 33 м) по архитектурному проекту В.А. Нильсена подписал премьер-министр Российской империи П.А. Столыпин. В настоящее время творение В.А. Нильсена остается архитектурно-исторической доминантой Мариуполя.

Индустриализация в Советском Союзе

В 30-х годах на базе инженерных факультетов технических вузов создаются инженерно-строительные институты (ИСИ). Формирование научных школ отражает задачи строительства по созданию промышленной базы основных отраслей экономики и восстановления народного хозяйства. Научно-методической основой для становления кафедры СТЭР ПГТУ стали примеры деятельности научных школ д. т. н., проф. М.М. Жербина (Киевский ИСИ) и д. т. н., проф. Я.М. Лихтарникова (Макеевский ИСИ) в период 1960–1990 гг. Общим знаменателем для формирования требований подготовки кадров являлась тесная связь науки и производства.

Выпускник Ленинградского ИСИ М.М. Жербин начал трудовую деятельность в институте «Гипрошахт». После войны организовал деятельность Центрального бюро копров и шахтного оборудования (ЦБКО) по восстановлению угледобывающих предприятий Донбасса. За выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования методов производственной работы М.М. Жербин был удостоен Сталинской премии (1948). С 1948 г. М.М. Жербин руководит деятельностью Западшахтпроекта, затем Укргипрошахта и УкрНИИпроекта в Киеве. Начиная с 1967 г. заведует кафедрой металлических и деревянных конструкций Киевского инженерно-строительного института. Основные направления научных разработок д. т. н., проф. М.М. Жербина связаны с внедрением сварки при возведении копров, созданием универсальных цилиндрических надшахтных и башенных копров. Получили внедрение высокопрочные стали и тонкостенные оболочки, разработаны транспортно-отвальные мосты в горной промышленности, предложены методы реконструкции жилых зданий с использованием легких металлоконструкций.

Выпускник Новосибирского ИСИ Я.М. Лихтарников начал трудовую деятельность на Новосибирском заводе «Стальконструкция» в должностях конструктора, начальника отдела подготовки про-

изводства, главного инженера. В 1948 г. направлен главным инженером Орского завода металлических конструкций Минтяжстроя. С 1954 по 1956 гг. — главный инженер на Донецком заводе металлоконструкций. В 1956 г. переходит на работу в Донецкий политехнический институт руководителем созданной им кафедры строительных конструкций. Область научных интересов д. т. н., проф. Я.М. Лихтарникова связана с развитием теории проектирования экономических конструкций, исследованием связей конструктивной формы, технологии и трудоемкости изготовления металлических конструкций, разработкой методов их технико-экономического анализа на стадиях проектирования, изготовления и эксплуатации строительных объектов.

Образовательные процессы традиционной высшей школы предполагали совершенствование форм и методов мотивации качества знаний студентов, организации самостоятельной и научной работы, практической подготовки на предприятиях строительной отрасли, целевую подготовку и распределение выпускников.

Деиндустриализация

Кризисные явления, вызванные распадом советской системы хозяйствования, привели к значительному ущербу в промышленной сфере и вызвали негативные последствия для развития строительной науки и техники. Значительный износ основных средств привел к потребности в технологическом обновлении и инновационном развитии основных отраслей экономики [19]. Методология постановки и реализации задач данного исследования связана с результатами работ [20], выполненных в рамках государственной целевой комплексной программы (ГЦКП) НАН Украины «Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, сооружений и машин» под научным руководством академика Б.Е. Патона. Это позволило развить новые подходы к решению проблемы ресурсосбережения, обеспечения коррозионной защищенности путем реструктурирования технологий безопасности и формирования когерентных требований, приемов и процедур технического обслуживания по фактическому состоянию промышленных объектов [21]. Таким образом, появилась потребность в становлении образовательной составляющей технологической безопасности, направленной на обеспечение устойчивого развития предприятий, предотвращение аварийных ситуаций конструкций зданий и сооружений при модернизации, реконструкции и продлении срока эксплуатации.

Переход от индустриальной «ресурсной» модели к постиндустриальному развитию определил приоритеты задачи инновационного преобразования во всех сферах экономики, промышленности, науки, образования, культуры и искусства. В условиях ограниченных ресурсов государственной под-

держки вузов основным инструментом для создания профильного строительного образования в структуре ПГТУ стал программно-целевой метод, устанавливающий принципы управления инфраструктурной средой «наука – образование – бизнес». Укреплению взаимосвязи традиций и инноваций способствовало объединение усилий в сфере обеспечения технологической безопасности на объектах металлургической, машиностроительной, коксохимической и горнорудной промышленности Донбасса. Увязывание воедино целей и ресурсов науки, образования и производства выполнено на совместном расширенном заседании Донецкого научного центра НАН и МОН Украины «Состояние и методы по обеспечению технологической безопасности в основных отраслях экономики Донбасса» с участием заинтересованных специалистов производства и бизнеса (г. Донецк, 19 мая 2009 г.).

По результатам обсуждения проблемы предложен комплекс мер, направленных на совершенствование управленческих технологий для решения задач поддержания и восстановления работоспособности, технологического обновления и реконструкции промышленных объектов Донбасса. Переход от функционального к процессному управлению вопросами обеспечения качества, надежности и безопасности конструкций и сооружений стал возможным благодаря разработке и внедрению технических регламентов (стандартов предприятий).

В строительной науке высокий уровень опасности производственных процессов при проектировании учитывается мерами конструктивной безопасности с учетом положений концепции предельных состояний и отбора расчетных ситуаций с наиболее неблагоприятными воздействиями на протяжении проектного срока службы конструкций. Как важнейший приоритет теории познания и управления в области технологической безопасности следует рассматривать слова английского поэта и драматурга У. Шекспира: «Залог успешного руководства — видеть многовариантность будущего, умение предусматривать самые мрачные сценарии».

Основной научный результат программно-целевого обоснования ресурсов технологической безопасности связан с отработкой инфраструктурной модели взаимодействия «наука – образование – бизнес» и формированием критериев предельных состояний для резервирования коррозионной защищенности стальных конструкций и сооружений. Сущность инновационного потенциала коррозионной защищенности определяют возможности системы противокоррозионной защиты конструкций (СПЗК) удовлетворять требованиям технологической безопасности с учетом приемлемого риска [22, 23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Программно-целевой подход в управлении технологической безопасностью в основных отраслях экономики Донбасса связан с задействованием ресурсов науки, образования, производства и бизнеса для поэтапной реализации задач информационного, методического, нормативно-технического, организационного, квалификационного обеспечения безаварийной эксплуатации и выявления рисков технико-экономической защищенности основных средств предприятий.

Прагматизм предлагаемой инфраструктурной модели взаимодействия «наука – образование – бизнес» состоит в достижении конечного результата:

- наука — научно-техническое сопровождение, мониторинг и риск-диагностика, обоснование ресурсосберегающих материалов и разработка информационных технологий;
- образование — актуализация учебных программ, повышение квалификации при внедрении инновационных технологий;
- бизнес — обеспечение ресурса и снижение инвестиционных рисков промышленных объектов на основе технологий инженерной защиты и управления технологической безопасностью.

Решению *проблемы технико-экономического обоснования* параметров работоспособности строительных объектов, исходя из условий эксплуатации, надежности и долговечности, посвящены работы научной школы проф. Я.М. Лихтарникова, становление которой в Донбассе связано с 60–70 годами прошлого столетия [24, 25]. Кандидатская диссертация на тему «Трудоемкость изготовления металлоконструкций промзданий и методика ее определения» была подготовлена инженером Я.М. Лихтарниковым под руководством проф. Н.С. Стрелецкого. В 1968 г. к. т. н. Я.М. Лихтарниковым защищена докторская диссертация по теме «Влияние конструктивной формы и технологии на трудоемкость изготовления стальных стержневых конструкций». Сущность сформированного методического подхода отражают базовые показатели качества металлоконструкций. Проведенные исследования строительных коэффициентов позволили проф. Я.М. Лихтарникову разработать интегральную структуру рангов показателей качества (их весовых коэффициентов).

На *проблеме технико-экономической защищенности* промышленных объектов сконцентрировано внимание в работах Донбасского центра технологической безопасности (ДонЦТБ, г. Макеевка) ООО «Украинский институт стальных конструкций им. В.Н. Шимановского» [21, 26]. При этом оценку работоспособности строительных металлоконструкций предлагается выполнять на основе современной квалитологии с использованием моделей и алгоритмов риск-диагностики конструкций и сооружений [27].

Использование квалитетических характеристик для управления технико-экономической защищенностью, согласно процедуре HAZOP (HAZARD & OPERABILITY) и нормам менеджмента рисков IEC/ISO 31010, снижает влияние человеческого фактора и позволяет принимать решения на основе процедур, определенных регламентом безопасности промышленных объектов. Методика регистрационной оценки уровня риска по показателям технико-экономической защищенности использована при разработке информационно-аналитической базы данных «Ресурс», состав и функции которой регламентированы положениями «Интегрированной системы управления качеством, экологией и охраной труда» стандарта предприятия СТП 101С-6.3-05–2007 «Обеспечение технологической безопасности при эксплуатации строительных конструкций зданий и сооружений» Частного акционерного общества (ЧАО) «Донецксталь-металлургический завод». Реализация процессного подхода к управлению технологической безопасностью произведена на объектном уровне для конструкций зданий и сооружений Публичного акционерного общества (ПАО) «Металлургический комбинат “Азовсталь”». Управленческая технология предупреждения аварийных ситуаций построена на основе оценки рисков с учетом уровней уязвимости и угроз, живучести и ремонтпригодности при обслуживании объектов по фактическому состоянию. Таким образом, обеспечиваются необходимые условия для построения вертикально-интегрированной системы управления безопасностью конструкций и сооружений промышленных объектов на основе принципов менеджмента ISO 9001.

Инновационный характер положений, определяющих менеджмент технологической безопасности, позволяет актуализировать образовательно-профессиональные программы студентов строительных специальностей. Программно-целевое управление создает дополнительные стимулы для расширения компетенций и личностно ориентированной подготовки и переподготовки кадров с учетом учебно-методической, научной базы и производственных контактов НОЦ «Техноресурс».

Инфраструктурная модель взаимодействия «наука – образование – бизнес» была задействована в деятельности кафедры СТЭР при повышении квалификации в вопросах:

- научно-технического сопровождения проблем ресурса конструкций и сооружений, разработки и внедрения стандартов предприятия, регламентирующих технологическую безопасность, мониторинга строительных конструкций зданий и сооружений;
- информационных технологий анализа технического состояния и принятия решений по мерам технико-экономической защищенности промышленных объектов.

Неоценимыми являются роль и значимость вклада наставников НОЦ «Техноресурс», среди которых:

Юрий Борисович Высоцкий — специалист в области физической химии, квантово-химических расчетов. Доктор химических наук (1985), профессор (1989). Область научных интересов связана с развитием новых квантово-механических моделей в теоретической химии, расчетом термодинамических характеристик кластеров на поверхности раздела фаз. Прикладное направление — защита от коррозии строительных конструкций, охрана окружающей среды и утилизация отходов.

Виктор Михайлович Клыков — инженер-строитель, специалист в области строительных металлических конструкций. Кандидат технических наук (1960), доцент (1962). Под руководством д. т. н. профессора А.И. Кикина, при консультациях д. т. н. профессора Е.Н. Лессига и член-кор. АН, д. т. н. профессора Н.С. Стрелецкого выполнена и в 1960 г. защищена кандидатская диссертация «Исследование работы опорных колец трубопроводов больших диаметров». Область научных интересов связана с исследованием действительной работы стержневых конструкций из гнутых замкнутых профилей.

Александр Андреевич Рыженков — инженер-строитель, специалист в области строительных металлических конструкций. Кандидат технических наук (2009). Трудовая биография началась с вальцовщика (1970) на Донецком заводе металлоконструкций (ныне ПАО «Конструкция»). В период с 1980 по 2014 гг. — мастер, начальник цеха, главный технолог, главный инженер, директор ПАО «Конструкция». Область научных интересов связана с совершенствованием технологической подготовки производства, оценкой соответствия показателей коррозионной стойкости и долговечности, внедрением новых средств и методов противокоррозионной защиты.

Юрий Васильевич Филатов — специалист в области строительных металлических конструкций. Заслуженный работник промышленности Украины (2005), кандидат технических наук (2008), Лауреат государственной премии Украины в области науки и техники (2013). Окончил Макеевский строительный техникум по специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» (1974). Находился в руководящем составе одной из крупнейших промышленных групп страны — концерна «Энерго», возглавлял в последние годы наблюдательный совет компании «Донецксталь», внес огромный вклад в строительство и модернизацию объектов металлургической, коксохимической и горнорудной промышленности. Область научных интересов включала антикризисное управление мерами технологической безопасности и продление остаточного ресурса сооружений, оценку рисков показателей

ремонтпригодности и послеремонтной несущей способности.

Программно-целевое развитие мер технологической безопасности выполнялось на основе выявления приоритетов взаимодействия участников, научно-технического сопровождения проблем ресурса промышленных объектов. В течение 2009–2015 гг. с участием профессорско-преподавательского состава кафедры СТЭР проведены научно-технические мероприятия:

- координационное совещание «Техническое регулирование качества и безопасности при изготовлении, монтаже, эксплуатации и реконструкции сооружений, конструкций, оборудования и инженерных сетей» (11–12 ноября 2009 г., г. Мариуполь, ПГТУ);

- координационно-методическое совещание «Формирование единой системы подготовки специалистов в области технологической безопасности зданий и сооружений в основных отраслях экономики Украины» (1 июня 2010 г., г. Киев, КГУСА);

- заседание регионального комитета по экономическим реформам при Донецкой облгосадминистрации «Обеспечение технологической безопасности и защита от коррозии в гражданской и производственной сферах экономики Донбасса» (2 сентября 2011 г., г. Донецк, облгосадминистрация);

- международная научно-практическая конференция-выставка «Донбасс–Ресурс–2011. Качество и безопасность в строительстве», посвященная 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники Украины проф. Михаила Михайловича Жербина (19–23 сентября 2011 г., г. Мариуполь, ПГТУ);

- совместное заседание Совета Донецкого научного центра и Западного научного центра «Перспективы устойчивого развития регионов: Преодоление экономических и техногенных угроз» (11 октября 2012 г., г. Северодонецк);

- международный научно-практический семинар «Интегрированный подход к обеспечению технологической безопасности и качества защиты от коррозии основных фондов промышленных предприятий: национальные стандарты и мировой опыт» (24 сентября 2013 г., Международный институт предпринимательства Донецкой торгово-промышленной палаты).

В 2015 г. кафедра СТЭР реорганизована в кафедру архитектуры (зав. кафедрой д. т. н., проф. А.Н. Гибаленко). Образовательные возможности кафедры значительно расширились за счет лицензирования и аккредитации новых архитектурных специальностей.

Деятельность НОЦ «Техноресурс» обеспечила подготовку и защиту двух кандидатских и одной докторской диссертации. Преподаватели кафедры и научные сотрудники НОЦ «Техноресурс» приняли участие в международных конференциях и кон-

грессах, которые состоялись в Венгрии, Великобритании, Германии, Испании, Италии, Польше, Португалии, Российской Федерации, Словакии, Турции, Украине, Финляндии, Франции, Чехии.

Преимущества программно-целевого подхода позволили реализовать инфраструктурную модель взаимодействия «наука – образование – бизнес» с учетом возможностей управления и планирования всех участников НОЦ «Техноресурс». Сохранение традиций и внедрение инноваций в образовательные программы обеспечили совершенствование учебно-методических разработок и подготовку двух учебных пособий по курсу стальных конструкций [28, 29].

Утверждение Президентом России Федерального закона от 17.02.2023 № 19-ФЗ предусматривает механизмы интеграции образования и науки новых субъектов в образовательное пространство Российской Федерации. Обновленная структура ПГТУ после регистрации в МОН Донецкой Народной Республики включает кафедру строительства, архитектуры и дизайна (заведующая кафедрой к. т. н., доц. Е.Н. Сорочан), которой предстоит продолжить традиции строительной науки и образования ПГТУ в новых реалиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ образовательных традиций и инновационного характера развития науки и строительных технологий на принципах историко-системного подхода свидетельствует о необходимости формирования целостности университетских знаний для обеспечения устойчивого развития региональной структуры управления и производства. Приоритеты научных исследований в сфере строительства неразрывно связаны с экономическими тенденциями промышленного роста регионов. Выявление потребностей и направленности разработок в процессе научно-технического сотрудничества создает стимулы для мотивации и расширения образовательных компетенций и личностно ориентированной подготовки кадров в строительной отрасли. Важным условием поступательного развития целевых ориентиров программ архитектурно-строительного образования служит достижение баланса интересов, основанного на преемственности традиций и адаптации инноваций, с учетом реальных требований конкурентной среды в строительном комплексе.

Для актуализации образовательных программ и проведения научных исследований на кафедре строительства, технической эксплуатации и реконструкции ПГТУ применены принципы программно-целевого управления, отражающие специфику подготовки студентов строительных специальностей, а также непрерывного образования в многопрофильном политехническом университете. Обоснованы

формы и методы структурного и функционального взаимодействия кафедры СТЭР, как традиционного университетского подразделения, инновационных центров НОЦ «Техноресурс» и Центра карьера ПГТУ, с привлечением технологий наставничества в науке и технике. Эффективность реализации представленной инфраструктурной модели «наука – образование – бизнес» с учетом целей и задач отраслевого и регионального развития подтверждена результатами внедрения в учебный процесс, последиplomное образование и при подготовке кадров высшей квалификации.

Как пример творческого взаимодействия образования, науки и производства рассмотрены условия постановки и реализации задач, определенных отраслевой и региональной составляющей государственной программы «Ресурс», разработанной по инициативе академика Б.Е. Патона. Тематика проблемных вопросов сфокусирована на особенностях постиндустриального развития в период 2010–2020 гг., связанных с ограниченностью материальных и инвестиционных ресурсов промышленных предприятий. В таких условиях возрастают угрозы техногенных рисков, требуется реализация антикризисных мер в области ресурсосбережения и технологической безопасности, кадрового обеспечения управленческих и строительных процессов при модернизации, реконструкции и продлении срока службы действующих производственных комплексов.

Установлено, что обеспечение технологической безопасности на объектном уровне связано с регла-

ментацией методов программно-целевого управления надежностью конструкций и сооружений. Обоснован методический подход к оценке рисков технико-экономической защищенности объектов с учетом квалиметрических показателей надежности. При этом решение практических задач ресурсосбережения и коррозионной защищенности связано с применением технических регламентов оценки качества, надежности и безопасности на протяжении жизненного цикла промышленных объектов.

В заключение необходимо отметить, что устойчивое развитие предприятий в современных условиях неразрывно связано с инновационной деятельностью в области ресурсосбережения и безаварийной эксплуатации зданий и сооружений. Проблема технологической безопасности и долговечности основных средств имеет значимость для подготовки специалистов металлургической, машиностроительной, химической и других отраслей промышленного производства. Особое значение внедрение инноваций имеет для программ цифрового моделирования и платформ проектного управления технико-экономической защищенностью с использованием информационных ресурсов. Таким образом, обеспечение качества, надежности и безопасности конструкций и сооружений промышленных объектов следует рассматривать как базовый элемент системы менеджмента, включающий организационно-технические инновации в образовании и жизнедеятельности предприятий с использованием методов цифровой экономики.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Теличенко В.И. Научно-техническая революция, технологические барьеры и инновации // Вестник МГСУ. 2019. № 12. С. 1503–1504.
2. Cognition, education, and communication Technology. 1st ed. Gardenfors P., Johansson P. (Eds.). Routledge, 2005. DOI: 10.4324/9781410612892
3. Инновации в строительстве / под ред. Ф. Орставик, Э. Дэйнти, К. Эбботт. Wiley Blackwell, 2015. 152 p. URL: www.gov.kz/uploads/2020/10/7/b789bf5edc0243a99d2b765ceab8d434_original.3402542.pdf
4. Findikoğlu F., İlhan D. Realization of a desired future: Innovation in education // Universal Journal of Educational Research. 2016. Vol. 4. Issue 11. Pp. 2574–2580. DOI: 10.13189/ujer.2016.041110
5. Сюй Хайшэнь. Проблемы внедрения инноваций в вузах // Педагогический журнал. 2020. Т. 10. № 4А. С. 301–306. DOI: 10.34670/AR.2020.68.46.092. URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-pedagogy-2020-4/39-xu.pdf>
6. Müller J.W. Education and inspirational intuition — Drivers of innovation // Heliyon. 2021. Vol. 7. Issue 9. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07923
7. Максимова Е.А. Структура и задачи образовательного холдинга // Образование и наука. 2013. № 2 (101). С. 18–27. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18846989>
8. Жуков А.Н., Артюхина О.В. Проблема квалифицированных кадров в строительстве // Молодой ученый. 2014. № 20 (79). С. 129–131. URL: <https://moluch.ru/archive/79/13889>
9. Пуляева В.Н. Обучение и развитие персонала в строительной отрасли // Российское предпринимательство. 2019. Т. 20. № 1. С. 207–222. DOI: 10.18334/rp.20.1.39713
10. Проворов В.Н. Управление кадровым потенциалом строительной организации // Вестник Евразийской науки. 2021. № 3. URL: <https://esj.today/PDF/21SAVN321.pdf>
11. Jonassen D., Reeves T.C. Learning with technology: Using computers as cognitive tools / D.H. Jona-

ssen (ed.) : handbook of research for educational communications and technology. New York : Macmillan, 1996. Pp. 693–719.

12. Алексеев Н.А. Личностно ориентированное обучение: Вопросы теории и практики. М., 2006. 163 с.

13. Yuryevna K.O., Vasilyevna B.S. Professional development of teachers of higher education on the basis of competence-based approach 2012 // 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). Villach, Austria. 2012. Pp. 1–2. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6402025>. DOI: 10.1109/ICL.2012.6402025

14. Atanov I., Kapustin I., Lebedev A., Grinchenko V., Kapustina E. Compence-based approach to education in higher educational institution // Modern European Researches. 2015. Vol. 2. Pp. 6–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/competence-based-approach-to-education-in-higher-educational-institution>

15. Меликсетян С.Н. Развитие программно-целевого метода планирования в сфере образования // Финансы и кредит. 2017. Т. 23. № 25. С. 1545–1562. DOI: 10.24891/fc.23.26.1545

16. Khakhomov S., Semchenko I., Demidenko O., Kovalenko D. Research and Education: Traditions and Innovations // Proceedings of the 19th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2021). URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-0379-3#author-1-0>

17. Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники : в 2-х т. М. ; Л., 1948. С. 1197.

18. Развитие строительной науки и техники в Украине : в 3-х т. Киев : Наук. думка, 1989–1990.

19. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин : зб. наук. праць / наук. ред. Б.Є. Патон. Київ, 2009. С. 710 (Проблеми ресурса і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин : зб. наук. тр. / наук. ред. Б.Є. Патон. Київ, 2009. С. 710).

20. Шимановский А.В., Гордеев В.Н., Королёв В.П., Оглобля А.И., Рухович И.Р., Филатов Ю.В. Техническая диагностика и предупреждение аварийных ситуаций конструкций зданий и сооружений. Киев, 2008. С. 463.

21. Корольов В.П. та ін. Проблеми ресурсу і технологічної безпеки металевих конструкцій у корозійних середовищах / Розробки і практичний досвід менеджменту надійності будівельних

об'єктів // Прес-досьє ДонЦТБ ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського». Маріуполь, 2015. С. 75 (Корольов В.П. и др. Проблемы ресурса и технологической безопасности металлических конструкций в коррозионных средах / разработки и практический опыт менеджмента надежности строительных объектов // Прес-досьє ДонЦТБ ООО «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського». Маріуполь, 2015. С. 75).

22. Королёв В.П. Квалиметрические методы управления рисками технологической безопасности конструкций и сооружений промышленных объектов // Безопасность жизнедеятельности. 2021. № 8. С. 29–40.

23. Королёв В.П., Рыженков А.А., Королёв П.В. Эволюция концептуальных подходов к управлению коррозионной защищенностью стальных конструкций и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 8. С. 32–40. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.08.32-40

24. Лихтарников Я.М., Летников Н.С., Левченко В.Н. Техничко-экономические основы проектирования строительных конструкций : учеб. пособие. Киев ; Донецк : Вища шк., 1980. 240 с.

25. Лихтарников Я.М., Ладыженский Д.В., Клыков В.М. Расчет стальных конструкций : справ. пособие. Киев : Будівельник, 1984. 368 с.

26. Королёв В.П., Герман Г.А. Метод оценки эффективности материалов и технологий для обеспечения коррозионной защищенности стальных конструкций // Современное строительство и архитектура. 2022. № 1(25). С. 40–47. DOI: 10.18454/mtsa.2022.25.7

27. Королёв В.П. Методический подход к обеспечению работоспособности металлоконструкций в условиях коррозионной опасности // Строительство и реконструкция. 2019. № 4 (84). С. 70–82. DOI: 10.33979/2073-7416-2019-84-4-70-82

28. Клыков В.М., Королёв В.П., Рыженков А.А., Филатов Ю.В. Курс стальных конструкций : Теория и практика : учеб. пособие / под общ. ред. В.П. Королёва. Мариуполь ; Киев : Сталь, 2016. 575 с. URL: <http://catalog.odnb.odessa.ua/opac/index.php?url=/notices/index/IdNotice:362637>

29. Клыков В.М., Королёв В.П., Рыженков А.А., Галактионов А.В., Герман Г.А. Курс стальных конструкций: Здания и сооружения промышленного назначения : учеб. пособие / под общ. ред. В.П. Королёва. М. ; Донецк : НИЦ МИСИ, 2020. 576 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44141476>

Поступила в редакцию 9 мая 2023 г.

Принята в доработанном виде 20 мая 2023 г.

Одобрена для публикации 14 июня 2023 г.

Об авторах: **Игорь Владимирович Куценко** — кандидат технических наук, исполняющий обязанности ректора; **Приазовский государственный технический университет (ПГТУ)**; 287501, г. Мариуполь, ул. Университетская, д. 7; kigorvlad@yandex.ru;

Владимир Петрович Королёв — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительства, архитектуры и дизайна; **Приазовский государственный технический университет (ПГТУ)**; 287501, г. Мариуполь, ул. Университетская, д. 7; korolyovskif@yandex.ru.

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

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

The roots of modern construction are connected with the fundamental foundations of astronomy, geometry, mechanics and architecture of the ancient period. As is known, the change of technological modes of production is accompanied by the change and development of technical and economic relations. In the conditions of global geopolitical changes, the realization of the tasks of scientific, technological and production development of the construction complex is provided on the basis of the principles of the philosophy of cognition, by means of synergetic interrelation of traditions and innovations [1–6]. In this case, the correlation of engineering knowledge and practice in construction has a specifically historical dimension from antiquity to the present time.

Currently, the centres of long-term trends in global industrial development are technical universities, which, in accordance with the statutory principles, focus on the educational component of scientific and technological knowledge¹. A significant mobilization resource in the field of improvement of technical and technological systems, forms and methods of innovation activity is represented by graduate departments that coordinate the requirements for training of construction personnel. In the process of development and updating of curricula for bachelor's, specialist's and master's degrees, the normative component of state educational standards is formed. Thus, advanced technical ideas in the field of technological innovation and real production management practices create the basis for the effective use of material and technical, labour, financial, intellectual, information resources in construction² [7–10].

The history of development of Priazovsk State Technical University (PSTU) is inextricably linked with the period of industrialization and restoration of the national economy of the country. Founded on 18 December 1928, as Mariupol evening working metallurgical technical school, it became a forge of engineering per-

sonnel for metallurgical and machine-building industries. In 1993, after acquiring the status of a university, the possibilities of training specialists in the conditions of market economy formation were expanded. New specialities were opened at the following faculties: metallurgical, mechanical and machine-building, welding, transport technologies, economic, energy, information technologies, engineering and pedagogical, humanitarian. The University confirms the highest fourth level of accreditation of HEI, receives international certificates ISO-9000, ISO-14000. In 2014, educational training is conducted in 50 Master's and 35 Bachelor's specialities.

In the Soviet period Mariupol, being a large centre of metallurgical, machine-building and chemical industries, production of building materials and industrial construction, did not have the necessary scientific base for the creation of a specialized engineering and construction institute. Therefore, the formation in 2010 of the Department of "Construction, Technical Exploitation and Reconstruction" (Head of the Department, Doctor of Technical Sciences, Prof. V.P. Korolev), was an important event in the formation of a multi-disciplinary system of educational programmes PSTU. At the same time, additional opportunities were opened to meet the regional demand for construction specialists due to the structure of polytechnic education.

The aim of the article is to analyze the traditions and innovations of architectural and construction science and education for programme-targeted formation of competences and personality-oriented approach taking into account the regional priorities of university training of students of construction specialties.

The essence of innovations, developed in the process of formation of the STER department, included the transformation of scientific and methodological developments of the teaching staff in the variable component of the educational and professional training programme for students in the direction of "Construction". The variable part of the basic professional educational programme involves the solution of problems of training specialists in the conditions:

- target allocation (employer's request);
- competences in the field of technological safety and corrosion protection of industrial facilities (choice of department);
- additional personally oriented programme (individual choice of students).

¹ On the National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030 : Decree of the President of the Russian Federation No. 474 of 21.07.2020. Publ. 21.07.20. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (rus.).

² Akimov P.A. *Strengthening human resources: on the development of the Concept of personnel training for the construction industry until 2035*. URL: <https://stroygaz.ru/publication/kadry/ukreplenie-kadrovogo-potentsiala-o-razrabotke-kontseptsii-podgotovki-kadrov-dlya-stroitelnoy-otrasli/> (rus.).

The implementation of the established models of variable training of students is associated with the mobilization of educational resources, which are limited by the capabilities of a single department, require the involvement of advanced experience in the field of construction materials and technologies, the results of scientific research of specialized institutes, university structures, scientific organizations, business and public organizations.

Content and organizational components of the proposed infrastructural model “science – education – business” are tested on the examples of development programmes of structural units of the Scientific and Educational Centre (SEC) “Technoresurs” (scientific supervisor Prof. V.P. Korolev) and “Career Centre” (head of Ph.D. I.V. Kushchenko) PSTU.

“PSTU Career Centre”, established in 2012 as a social and public project, is aimed at improving professional training, implementation of personality-oriented and targeted training taking into account the needs of employers. REC “Technoresurs” was established on the basis of STER department as part of the research part of PSTU in 2014 to expand the competence training of students on the basis of cooperation with Donetsk Scientific Centre of the National Academy of Sciences of Ukraine, “Ukrinstalkon named after V.N. Shimanovsky”, PAO “Donetskstal-metallurgical plant”, DP “Donetsk Promstroyniiproekt”, LLC “Konstruktsiya” and others.

The activities of SEC “Technoresurs” and “Career Centre” PSTU were supported by the regional charitable foundation “Education and Science for Construction Progress” operating in Donetsk and Lugansk regions.

MATERIALS AND METHODS

The philosophy of cognition is based on the principles of dialectics, historicism, practice, cognisability, objectivity and concreteness, which allows to reveal the structure and peculiarities of the functioning of educational processes most fully [11–16]. Traditions and innovations in architectural and construction science and education, as a subject of research and analysis of conditions for sustainable development of the construction complex, include the use of historical and systemic method for holistic consideration of the current form of socio-economic formation.

In historical retrospection, traditions and innovations are interrelated with the creative potential and scientific and pedagogical heritage of outstanding representatives of architecture, construction science and education [17, 18]. Among the predecessors that determined the location of the cornerstone in the foundation of construction personnel training in PSTU, it is necessary to highlight the creative contribution of scientific schools and creative associations that ensure the continuity of the development of the construction industry at different stages of the state structure.

Industrialization in the Russian Empire

The development of industry, transport and communications in the second half of the XIX century contributed to the formation of specialized educational institutions for training architects and builders. In 1876, the Central School of Technical Drawing (TSUTR) of Baron A.L. Stieglitz was established by the rescript of Alexander II. The first director of the TSUTR was the brilliant architect M.E. Mesmacher. The names of talented artists and architects are connected with the School. The representative of the St. Petersburg Art Nouveau style was an academician of the Imperial Academy of Arts, professor of the A.L. Stieglitz School of Technical Drawing. A.L. Stieglitz Technical Drawing School and Kseniinsky Institute L.H. Marschner. V.A. Nielsen, a graduate of the Institute of Civil Engineers named after Emperor Nicholas I, was invited in 1901 to be the chief architect of Mariupol. The permit for the construction of the city water supply system and water tower (33 m high) according to the architectural project of V.A. Nielsen was signed by the Prime Minister of the Russian Empire P.A. Stolypin. At present, V.A. Nielsen’s creation remains an architectural and historical dominant of Mariupol.

Industrialization in the Soviet Union

In the 30s, institutes of civil engineering (ICE) were established on the basis of engineering faculties of technical universities. The formation of scientific schools reflects the tasks of construction to create an industrial base for the main branches of the economy and the restoration of the national economy. Scientific and methodological basis for the formation of the Department of STER of HEI PSTU became the examples of activity of scientific schools of Dr. M.M. Zherbin (Kiev ICE) and Dr. M.M. Likhtarnikov (Makkeev ICE) in the period 1960–1990. The common denominator for the formation of training requirements was the close connection between science and production.

M.M. Zherbin, a graduate of the Leningrad ICE, started his labour activity at the Giproschakht Institute. After the war, he organized the activities of the Central Bureau of Shafts and Mine Equipment (CBSE) for the restoration of coal mining enterprises in Donbass. M.M. Zherbin was awarded the Stalin Prize (1948) for his outstanding inventions and fundamental improvements in production methods. Since 1948, M.M. Zherbin has been in charge of the activities of Zapadshakhtproekt, then Ukrkiproschakht and UkrNIIProekt in Kiev. Since 1967, he has been the Head of the Department of Metal and Wooden Structures at the Kiev Engineering and Construction Institute. The main directions of scientific developments of Dr.Sc. Prof. M.M. Zherbin are connected with the introduction of welding in the construction of shafts, creation of universal cylindrical over-mine and tower shafts. High-strength steels and thin-walled shells were introduced, transport and dump

bridges in mining industry were developed, methods of reconstruction of residential buildings using light metal structures were proposed.

Y.M. Likhtarnikov, a graduate of the Novosibirsk ICE, started his career at the Novosibirsk Steel Construction Plant as a designer, head of the production preparation department, and chief engineer. In 1948, he was appointed Chief Engineer of the Orsk Metal Structures Plant of the Ministry of Heavy Construction. From 1954 to 1956 — Chief Engineer at the Donetsk Plant of Metal Structures. In 1956, he went to work in Donetsk Polytechnic Institute as the head of the department “Building Structures” created by him. The field of scientific interests of Dr. Y.M. Likhtarnikov is connected with the development of the theory of design of economic structures, research of relations of structural form, technology and labour intensity of metal structures manufacturing, development of methods of their technical and economic analysis at the stages of design, manufacturing and operation of construction objects.

The educational processes of traditional higher school implied the improvement of forms and methods of motivation of students’ knowledge quality, organization of independent and scientific work, practical training at the enterprises of construction industry, targeted training and distribution of graduates.

Deindustrialization

The crisis phenomena caused by the collapse of the Soviet economic system led to significant damage in the industrial sphere and caused negative consequences for the development of construction science and technology. Significant depreciation of fixed assets caused the need for technological renewal and innovative development of the main sectors of the economy [19]. The methodology of setting and implementation of the tasks of this study is related to the results of works [20], carried out within the framework of the State Target Complex Programme (STCP) of the National Academy of Sciences of Ukraine “Problems of resource and operational safety of structures, facilities and machines” under the scientific leadership of Academician B.E. Paton. This allowed to develop new approaches to solving the problem of resource saving, corrosion protection by restructuring of safety technologies and formation of coherent requirements, techniques and maintenance procedures according to the actual state of industrial facilities [21]. Thus, there is a need for the formation of the educational component of technological safety, aimed at ensuring sustainable development of enterprises, prevention of accidents of building structures and facilities during modernization, reconstruction and extension of service life.

Transition from the industrial “resource” model to post-industrial development has defined as priorities the tasks of innovative transformation in all spheres of economy, industry, science, education, culture and art. In the conditions of limited resources of state support

of universities, the main tool for the creation of profile construction education in the structure of PSTU became the programme-target method, establishing the principles of management of the infrastructural environment “science – education – business”. Strengthening of interrelation of traditions and innovations was promoted by joining efforts in the sphere of ensuring technological safety at the objects of metallurgical, machine-building, coke-chemical and mining-ore industries of Donbass. Linking together the goals and resources of science, education and production was carried out at the joint extended meeting of the Donetsk Scientific Centre of the National Academy of Sciences and the Ministry of Education and Science of Ukraine “Status and methods to ensure technological safety in the main sectors of the economy of Donbass” with the participation of interested specialists of production and business (Donetsk, 19 May 2009).

Based on the results of the problem discussion, a set of measures aimed at improving management technologies for solving the problems of maintaining and restoring the serviceability, technological renewal and reconstruction of industrial facilities in Donbass was proposed. The transition from functional to process management of the issues of quality assurance, reliability and safety of structures and facilities became possible due to the development and implementation of technical regulations (enterprise standards).

In construction science, the high level of hazard of production processes in design is taken into account by structural safety measures, taking into account the provisions of the concept of limit states and selection of design situations with the most unfavourable effects during the design life of structures. The words of English poet and playwright W. Shakespeare should be considered as the most important priority of the theory of cognition and management in the field of technological safety: “The key to successful leadership is to see the multivariability of the future, the ability to envisage the darkest scenarios”.

The main scientific result of the programme-targeted justification of technological safety resources is associated with the development of the infrastructural model of interaction “science – education – business” and the formation of limit state criteria for reserving corrosion protection of steel structures and facilities. The essence of the innovative potential of corrosion protection is determined by the capabilities of the system of corrosion protection of structures to meet the requirements of technological safety taking into account the acceptable risk [22, 23].

RESEARCH RESULTS

The programme-targeted approach in the management of technological safety in the main branches of Donbass economy is connected with the involvement of resources of science, education, production and

business for the step-by-step implementation of tasks of information, methodological, normative-technical, organizational, qualification support of accident-free operation and identification of risks of technical and economic protection of fixed assets of enterprises.

The pragmatism of the proposed infrastructural model of interaction “science – education – business” consists in achieving the final result:

- science — scientific and technical support, monitoring and risk diagnostics, justification of resource-saving materials and development of information technologies;
- education — updating of curricula, professional development in the introduction of innovative technologies;
- business — resource provision and reduction of investment risks of industrial facilities on the basis of engineering protection technologies and technological safety management.

The works of the scientific school of Prof. Y.M. Likhtarnikov, the formation of which in Donbass is connected with the 60–70 years of the last century [24, 25], are devoted to the solution of the *problem of technical and economic substantiation of parameters of serviceability of construction objects*, based on the conditions of operation, reliability and durability. Candidate’s thesis on the topic “Labour intensity of manufacturing of steel structures of industrial buildings and the methodology of its determination” was prepared by engineer Y.M. Likhtarnikov under the guidance of Prof. N.S. Streletsky. In 1968, Y.M. Likhtarnikov defended his doctoral dissertation on the topic “Influence of structural form and technology on the labour input of steel rod structures manufacturing”. The essence of the formed methodical approach reflects the basic quality indicators of steel structures. The conducted research of construction coefficients allowed Prof. Y.M. Likhtarnikov to develop an integral structure of quality indicators ranks (their weight coefficients).

The problem of technical and economic security of industrial facilities is focused on in the works of the Donbas Centre for Technological Safety (DonTsTB, Makeyevka) of the Ukrainian Institute of Steel Structures named after V.N. Shimanovsky [21, 26]. At the same time, it is proposed to assess the serviceability of building steel structures on the basis of modern quality using models and algorithms of risk-diagnostics of structures and facilities [27].

The use of qualimetric characteristics to manage technical and economic security, according to the HAZOP (HAZARD & OPERABILITY) procedure and IEC/ISO 31010 risk management norms, reduces the influence of the “human factor” and allows making decisions based on the procedures defined by the safety regulations of industrial facilities. The methodology of registration estimation of risk level by indicators of technical and economic security is used at development of information-analytical database “Resource”, which

composition and functions are regulated by provisions of “Integrated system of quality management, ecology and labour protection” of enterprise standard 101C-6.3-05–2007 “Provision of technological safety at operation of building structures of buildings and constructions” of Private Joint Stock Company (PAO) “Donetskstal-metallurgical plant”. Realization of the process approach to technological safety management is made at the object level for structures of buildings and constructions of Public Joint Stock Company (PAO) “Azovstal Iron and Steel Works”. Management technology of emergency situations prevention is built on the basis of risk assessment taking into account the levels of vulnerability and threats, survivability and maintainability at maintenance of facilities according to the actual state. Thus, the necessary conditions for building a vertically integrated safety management system for structures and facilities of industrial facilities based on ISO 9001 management principles are provided.

The innovative nature of the provisions defining the management of technological safety allows to actualize educational and professional programmes for students of construction specialties. Programme-targeted management creates additional incentives for the expansion of competences and personality-oriented training and retraining of personnel, taking into account the educational and methodological, scientific base and production contacts of SEC “Technoresurs”.

The infrastructural model of interaction “science – education – business” has been involved in the activities of the STER department in professional development in the issues:

- scientific and technical support of structural and building resource problems, development and implementation of enterprise standards regulating technological safety, monitoring of building structures of buildings and structures;
- information technologies for analyzing the technical condition and decision-making on measures of technical and economic protection of industrial facilities.

The role and significance of the contribution of the mentors of SEC “Technoresurs” are invaluable, including:

Yuri Borisovich Vysotsky — specialist in the field of physical chemistry, quantum-chemical calculations, Doctor of chemical sciences (1985), Professor (1989). The field of scientific interests is connected with the development of new quantum-mechanical models in theoretical chemistry, calculation of thermodynamic characteristics of clusters on the interface. Applied area — corrosion protection of building structures, environmental protection and waste utilisation.

Viktor Mikhailovich Klykov — civil engineer, specialist in the field of building metal structures, Candidate of Technical Sciences (1960), Associate Professor (1962). Under the supervision of Dr. Sc. of Engineering Sciences, Professor A.I. Kikin, with consultations

of Dr. Sc. of Engineering Sciences, Professor E.N. Lessig and Corresponding Member of the Academy of Sciences, Dr. Sc. of Engineering Sciences, in 1960 he defended his PhD thesis “Investigation of the work of support rings of large diameter pipelines”. The field of scientific interests is related to the study of the actual work of rod structures made of bent closed profiles.

Alexander Andreevich Ryzhenkov — civil engineer, specialist in the field of building metal structures. Candidate of Technical Sciences (2009). His labour biography began as a roller (1970) at the Donetsk Plant of Metal Structures (now PAO “Konstruktsiya”). In the period from 1980 to 2014 — foreman, shop manager, chief technologist, chief engineer, director of PAO “Konstruktsiya”. Area of scientific interests is related to the improvement of technological preparation of production, assessment of compliance of corrosion resistance and durability indicators, introduction of new means and methods of corrosion protection.

Yuriy Vasilyevich Filatov is a specialist in the field of building metal structures. Honoured Industrial Worker of Ukraine (2005), Candidate of Technical Sciences (2008), Laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology (2013). Graduated from Makeyevka Construction College, specializing in Construction and Operation of Buildings and Structures (1974). He was in the management of one of the largest industrial groups of the country — the concern “Energo”, headed in recent years the supervisory board of the company “Donetskstal”, made a huge contribution to the construction and modernization of objects of metallurgical, coke and chemical and mining industries. His area of scientific interests included anti-crisis management of technological safety measures and extension of residual life of structures, risk assessment of repairability indicators and post-repair bearing capacity.

Programme-targeted development of technological safety measures was carried out on the basis of identifying priorities of interaction of participants, scientific and technical support of the problems of the resource of industrial facilities. During 2009–2015 with the participation of the teaching staff of the STER department, scientific and technical activities were carried out:

- coordination meeting “Technical regulation of quality and safety in manufacturing, installation, operation and reconstruction of structures, constructions, equipment and engineering networks” (11–12 November 2009, Mariupol, PSTU);
- coordination and methodological meeting “Formation of a unified system of training of specialists in the field of technological safety of buildings and structures in the main sectors of the economy of Ukraine” (01 June 2010, Kiev, KNUCA);
- meeting of the Regional Committee on Economic Reforms under the Donetsk Regional State Administration “Ensuring technological safety and corrosion protection in civil and industrial spheres of the economy

of Donbass” (02 September 2011, Donetsk, Regional State Administration);

- international Scientific and Practical Conference-Exhibition “Donbass–Resources–2011. Quality and Safety in Construction”, dedicated to the 100th anniversary of the Honoured Worker of Science and Technology of Ukraine Prof. Mikhail Mikhailovich Zherbin (19–23 September 2011, Mariupol, PSTU);

- joint meeting of the Council of Donetsk Science Centre and Western Science Centre “Prospects for Sustainable Regional Development: Overcoming Economic and Technogenic Threats” (11 October 2012, Severodonetsk);

- international scientific-practical seminar “Integrated approach to ensuring technological safety and quality of corrosion protection of fixed assets of industrial enterprises: national standards and world experience” (24 September 2013, International Institute of Entrepreneurship of Donetsk Chamber of Commerce and Industry).

In 2015, the Chair of STER was reorganized into the Chair of Architecture (Head of the Chair, Doctor of Technical Sciences, Prof. A.N. Gibalenko). The educational opportunities of the department have been significantly expanded due to the licensing and accreditation of new architectural specialities.

The activity of SEC “Technoresurs” provided preparation and defence of two candidate and one doctoral thesis. Teachers of the department and researchers of the SEC “Technoresurs” took part in international conferences and congresses, which were held in Hungary, Great Britain, Germany, Spain, Italy, Poland, Portugal, Russian Federation, Slovakia, Turkey, Ukraine, Finland, France, Czech Republic.

The advantages of the programme-targeted approach made it possible to implement the infrastructural model of interaction “science – education – business” taking into account the management and planning capabilities of all participants of the SEC “Technoresurs”. The preservation of traditions and introduction of innovations in educational programmes ensured the improvement of teaching and methodological developments and preparation of two textbooks on the course of steel structures [28, 29].

Approval by the President of Russia of the Federal Law of 17.02.2023 No. 19-FZ provides mechanisms for the integration of education and science of new subjects in the educational space of the Russian Federation. The renewed structure of PSTU after registration with the Ministry of Education and Science of the Donetsk People’s Republic includes the Department of “Construction, Architecture and Design” (Head of the Department, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor E.N. Sorochan), which will continue the traditions of construction science and education of PSTU in the new realities.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The analysis of educational traditions and innovative nature of science and construction technology development on the principles of historical and systemic approach indicates the need to form the integrity of university knowledge to ensure sustainable development of regional management and production structure. The priorities of scientific research in the field of construction are inextricably linked to the economic trends of industrial growth of the regions. Identification of the needs and focus of developments in the process of scientific and technical cooperation creates incentives for motivation and expansion of educational competences and personality-oriented training of personnel in the construction industry. An important condition for the progressive development of the target orientations of architectural and construction education programmes is to achieve a balance of interests based on the continuity of traditions and adaptation of innovations, taking into account the real requirements of the competitive environment in the construction complex.

To update educational programmes and conduct scientific research at the Department of “Construction, Technical Exploitation and Reconstruction” of PSTU the principles of programme-targeted management reflecting the specifics of training students of construction specialties, as well as continuing education in a multidisciplinary polytechnic university have been applied. The forms and methods of structural and functional interaction between the STER department as a traditional university unit, innovation centres of the “Technoresurs” and “Career Centre” of PSTU with the involvement of mentoring technologies in science and technology are substantiated. The effectiveness of the presented infrastructural model “science – education – business”, taking into account the goals and objectives of sectoral and regional development, is confirmed by the results of implementation in the educational process, postgraduate education and training of higher qualification personnel.

As an example of creative interaction between education, science and production, the conditions of setting and implementation of tasks defined by the sec-

toral and regional component of the state programme “Resource”, developed on the initiative of Academician B.E. Paton, are considered. The theme of problematic issues is focused on the peculiarities of post-industrial development in the period 2010–2020, associated with the limited material and investment resources of industrial enterprises. In such conditions the threats of man-made risks increase, it is necessary to implement anti-crisis measures in the field of resource conservation and technological safety, personnel support of management and construction processes in the modernization, reconstruction and extension of the service life of existing production complexes.

It is established that ensuring technological safety at the object level is associated with the regulation of methods of programme-targeted management of the reliability of structures and facilities. The methodological approach to risk assessment of technical and economic protection of objects taking into account qualimetric reliability indicators is substantiated. At the same time, the solution of practical problems of resource saving and corrosion protection is associated with the application of technical regulations for assessing quality, reliability and safety throughout the life cycle of industrial facilities.

In conclusion, it should be noted that the sustainable development of enterprises in modern conditions is inextricably linked with innovative activities in the field of resource conservation and accident-free operation of buildings and structures. The problem of technological safety and durability of fixed assets is significant for training specialists of metallurgical, machine-building, chemical and other branches of industrial production. The introduction of innovations is of particular importance for digital modelling programmes and platforms for project management of technical and economic security using information resources. Thus, ensuring the quality, reliability and safety of structures and facilities of industrial facilities should be considered as a basic element of the management system, including organizational and technical innovations in education and life activities of enterprises using the methods of digital economy.

REFERENCES

1. Telichenko V.I. Scientific-technical revolution, technological hurdles and innovations. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2019; 12:1503-1504. (rus).
2. *Cognition, Education, and Communication Technology* (1st ed.). P. Gardenfors, P. Johansson (Eds.). Routledge, 2005. DOI: 10.4324/9781410612892
3. *Innovation in civil engineering* / ed. by Finn Orstavik, Andrew Dainty, Carl Abbott. Wiley Blackwell, 2015; 152. URL: https://www.gov.kz/uploads/2020/10/7/b789bf5edc0243a99d2b765ce-ab8d434_original.3402542.pdf (rus).
4. Findıkoğlu F., İlhan D. Realization of a desired future: Innovation in education. *Universal Journal of Educational Research*. 2016; 4(11):2574-2580. DOI: 10.13189/ujer.2016.041110
5. Xu Hai Shen. Problems of innovation implementation in higher education institutions. *Pedagogical Journal*. 2020; 10(4A):301-306. DOI: 10.34670/

AR.2020.68.46.092. URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-pedagogy-2020-4/39-xu.pdf> (rus).

6. Müller J.W. Education and inspirational intuition — Drivers of innovation. *Heliyon*. 2021; 7(9):e07923. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e07923

7. Maksimova E.A. Structure and objectives of the educational holding. *Education and science*. 2013; 2(101):18-27. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18846989> (rus).

8. Zhukov A.N., Artyukhina O.V. The problem of qualified personnel in civil engineering. *Young scientist*. 2014; 20(79):129-131. URL: <https://moluch.ru/archive/79/13889/> (rus).

9. Pulyaeva V.N. Training and development of personnel in the construction industry. *Rossiyskoe predprinimatelstvo*. 2019; 20(1):207-222. DOI: 10.18334/rp.20.1.3971 (rus).

10. Provorov V.N. Human resources management of a construction organization. *The Eurasian Scientific Journal*. 2021; 3(13). URL: <https://esj.today/PDF/21SAVN321.pdf> (rus).

11. Jonassen D., Reeves T.C. Learning with technology: Using computers as cognitive tools. D.H. Jonassen (ed.). *Handbook of research for educational communications and technology*. New York, 1996; 693-719.

12. Alekseev N.A. *Personally oriented learning: Questions of theory and practice*. Moscow, 2006; 163. (rus).

13. Yuryevna K.O., Vasilyevna B.S. Professional development of teachers of higher education on the basis of competence-based approach. *15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*. Villach, Austria, 2012; 1-2. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6402025>. DOI: 10.1109/ICL.2012.6402025

14. Atanov I., Kapustin I., Lebedev A., Grinchenko V., Kapustina E. Competence-based approach to education in higher educational institution. *Modern European Researches*. 2015; 2:6-9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/competence-based-approach-to-education-in-higher-educational-institution>

15. Meliksetyan S.N. Development of a program-oriented planning method in the field of education. *Finansy i kredit*. 2017; 23(25):1545-1562. DOI: 10.24891/fc.23.26.1545 (rus).

16. Khakhomov S., Semchenko I., Demidenko O., Kovalenko D. Research and education: Traditions and innovations. *Proceedings of the 19th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2021)*. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-0379-3#author-1-0>

17. *People of Russian science. Essays on outstanding figures of natural science and technology*. In two vol. Moscow ; Leningrad, 1948; 1197. (rus).

18. Development of building science and technology in Ukraine. In three volumes. Kyiv, 1989-1990. (rus).

19. *Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин : зб. наук. праць*. Б.С. Патон (наук. ред.). Київ, 2009; 710 [*Problems of Life and Safety of Operation of Structures, Buildings and Machines : collection of research papers*. Paton B.E. (ed.). Kyiv, 2009; 710]. (ukr).

20. Shimanovsky A.V., Gordeev V.N., Korolev V.P., Ogloblya A.I., Rukhovich I.R., Filatov Yu.V. et al. *Technical diagnostics and prevention of accident cases for buildings and installations*. K., 2008; 462. (rus).

21. Корольов В.П. та ін. Проблеми ресурсу і технологічної безпеки металевих конструкцій у корозійних середовищах / Розробки і практичний досвід менеджменту надійності будівельних об'єктів. *Прес-досьє ДонЦТБ ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М. Шимановського»*. Маріуполь, 2015; 75 [Korolov V.P. et al. Problems of resource and technological safety of metal structures in corrosive environments/Developments and practical experience of management of reliability of construction objects. *Press dossier of Dontstb LLC "Ukrinstalcon named after V.M. Shimanovsky"*. Mariupol, 2015; 75]. (ukr).

22. Korolov V.P. Qualimetric methods of risk management of process safety of structures and installations of industrial facilities. *Life safety*. 2021; 8:29-40. (rus).

23. Korolov V.P., Ryzhenkov A.A., Korolov P.V. Evolution of conceptual approaches to management of corrosion protection of steel structures and facilities. *Industrial and Civil Engineering*. 2022; 8:32-40. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.08.32-40. (rus).

24. Likhtarnikov Ya.M., Letnikov N.S., Levchenko V.N. *Technical and economic design bases for building structures : textbook*. Ya.M. Likhtarnikov (ed.). Kyiv ; Donetsk, 1980; 240. (rus).

25. Likhtarnikov Ya.M., Ladyzhensky D.V., Klykov V.M. *Design of structural steel : Ref. book*. 2nd ed. Rev. Kyiv, 1984; 368. (rus).

26. Korolov V.P., German G.A. The use of ash waste for the artificial transformation of clay soils. *Modern Construction and Architecture*. 2022; 1(25):40-47. DOI: 10.18454/mca.2022.25.7. (rus).

27. Korolov V.P. Methocal approach to assuring structural steel servicability under corrosion hazard. *Building & Reconstruction*. 2019; 4(84):70-82. DOI: 10.33979/2073-7416-2019-84-4-70-82 (rus).

28. Klykov V.M., Korolov V.P., Ryzhenkov A.A., Filatov Yu.V. *Course of steel structures: Theory and practice*. V.P. Korolova (Ed.). Kyiv, 2016; 575. URL: <http://catalog.odnb.odessa.ua/opac/index.php?url=/notices/index/IdNotice:362637> (rus).

29. Klykov V.M., Korolov V.P., Ryzhenkov A.A., Galaktionov A.V., German G.A. *Course of steel structures: Industrial buildings and facilities*. V.P. Korolova (Ed.). Moscow ; Donetsk, 2020; 576. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44141476> (rus).

Received May 9, 2023.

Adopted in revised form on May 20, 2023.

Approved for publication on June 14, 2023.

B i o n o t e s : **Igor V. Kushchenko** — Candidate of Technical Sciences, Acting Rector; **Priazov State Technical University (PSTU)**; 7 Universitetskaya st., Mariupol, 287501, Russian Federation; kigorvlad@yandex.ru;

Vladimir P. Korolov — Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Construction, Architecture and Design; **Priazov State Technical University (PSTU)**; 7 Universitetskaya st., Mariupol, 287501, Russian Federation; korolyovskif@yandex.ru.

Contribution of the authors: all authors made an equal contribution to the preparation of the paper.

The authors declare that there is no conflict of interest.