

Егоренкова Светлана Владимировна

Кандидат педагогических наук, доцент,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: egorensvet@mail.ru

Egorenkova Svetlana Vladimirovna

PhD in Pedagogy, Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: egorensvet@mail.ru

Ермилов Владимир Витальевич

Кандидат технических наук, доцент,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
ORCID 0000-0001-8818-4343X
E-mail: vladimir-ermilov@yandex.ru

Ermilov Vladimir Vital'evich

PhD in Technology, Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
ORCID 0000-0001-8818-4343X
E-mail: vladimir-ermilov@yandex.ru

Кочнев Александр Олегович

Кандидат педагогических наук, доцент,
Череповецкий государственный университет
(Череповец, Россия)
E-mail: kochneva@yandex.ru

Kochnev Aleksandr Olegovich

PhD in Pedagogy, Associate Professor,
Cherepovets State University
(Cherepovets, Russia)
E-mail: kochneva@yandex.ru

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ В РЕГИОНАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ В УСЛОВИЯХ ЕГО
СТАНОВЛЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ
УНИВЕРСИТЕТСКОГО ЦЕНТРА
ИННОВАЦИОННОГО,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И
СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РЕГИОНА: ВЫЗОВЫ И
ВОЗМОЖНОСТИ**

**MODERNIZATION OF ENGINEERING
EDUCATION IN A REGIONAL
UNIVERSITY IN THE CONDITIONS OF
ITS ESTABLISHMENT AS A
UNIVERSITY CENTER FOR
INNOVATIVE, TECHNOLOGICAL AND
SOCIAL DEVELOPMENT OF THE
REGION: CHALLENGES
AND OPPORTUNITIES**

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы и вызовы в области инженерного образования, аспекты его модернизации на базе организации в университетах проектного обучения (ПО), основанного на принципах CDIO и ориентированного на создание инноваций, на удовлетворение конкретных потребностей экономики региона.

В работе приводятся и обобщаются данные об опыте организации ПО в четырех университетах, успешно внедривших и использующих его: Астраханском государственном университете, Московском политехническом университете, Национальном исследовательском Томском политехническом университете и Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники. Кроме того, использует-

Abstract. The paper discusses the problems and challenges of engineering education, aspects of its modernization in the context of project training organization at universities that is based on the principles of CDIO, focused on generating innovation and addressing the specific needs of the regional economy.

In the article, the authors cite and summarize the experience of software organization in four universities that have successfully implemented and used software: Astrakhan State University, Moscow Polytechnic University, National Research Tomsk Polytechnic University and Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. Information on the implementation of software in ChSU is also used.

ся информация о внедрении ПО в Череповецком государственном университете.

На основе анализа представленных данных авторами сделаны выводы о позитивной роли внедряемого и практикуемого в университетах ПО для развития регионов, о необходимых мерах по созданию систем ПО в вузах.

Ключевые слова: модернизация, инженерное образование, инновации, проектный подход, инициатива CDIO

By analyzing information, the authors draw conclusions relating to the positive role of project learning (introduced and practiced in universities) for the development of regions, the necessary measures to set up software systems at universities.

Keywords: modernization, engineering education, innovation, project approach, CDIO initiative

Введение

Конкуренция на уровне государств, на уровне национальных экономик приобрела такие формы и масштабы, что перед Россией возникли вопросы о необходимости достижения в самые сжатые сроки технологической независимости, конкурентоспособности своей экономики, национальной безопасности. Очевидно, что для их решения необходимо обеспечить высочайший уровень научных исследований, высокий темп создания инновационной продукции для формирования мощной, высокопроизводительной производственной базы, способной изготавливать конкурентоспособную продукцию, обеспечивать достойный уровень жизни всех граждан. В качестве одной из ключевых целей на период до 2024 г. указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 определено «ускорение технологического развития Российской Федерации, увеличение количества организаций, осуществляющих технологические инновации, до 50 процентов от их общего числа»¹. Задачи, связанные с достижением данной цели, стоят перед инженерным образованием, поскольку оно входит в число главных факторов конкурентоспособности государства, является основой для его технологической и экономической независимости.

В то же время тот уровень инженерного образования, на котором находится Россия (особенно регионы), не соответствует запросам общества, повышенным требованиям к этой профессии. Прежде всего требуется изменить само отношение к инженерному труду и на основе представлений о работе современного инженера как творческой, высокотехнологичной, разносторонней деятельности создавать и поддерживать систему инженерного образования. Она должна формировать инженеров, способных к инновациям и предпринимательству.

В практике высшего инженерного образования была осознана важность обращения к реальной инженерной практике с учетом вызовов, стоящих перед самой инженерной деятельностью и обусловленных острой необходимостью решительных технологических преобразований в экономике. «Студенты должны понимать принципы развития бизнеса, быть экспертами в области разработки и производства продукции, знать, как планировать, проектировать, производить и применять сложные инженер-

¹ Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 19.02.2020).

ные системы»¹. Такой подход требует коренной модернизации инженерного образования.

На этом пути региональным университетам требуется решить ряд проблем:

- сокращение численности трудоспособного населения, в том числе выпускников школ²;
- отток потенциальных абитуриентов регионального университета в крупные образовательные центры России³;
- хроническое недофинансирование высшего образования⁴;
- отрыв большей части университетских преподавателей от реальных промышленных задач и потребностей⁵;
- несоответствие качества подготовки кадров для высокотехнологичных производств запросам рынка труда⁶.

Для решения существующих проблем в области высшего образования Правительством РФ принят целый комплекс мер. Так, распоряжением Минобрнауки России от 19 декабря 2017 г. № Р-1002 утвержден перечень образовательных организаций высшего образования, признанных университетскими центрами инновационного, технологического и социального развития регионов. В данный перечень вошел и Череповецкий государственный университет (ЧГУ). В качестве своей стратегической задачи ЧГУ определил внедрение модели университета проектного типа на ос-

¹ Кроули Э. Ф., Малмквист Й., Остлунд С., Бродер Д. Р., Эдстрем К. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2015. – С. 3.

² Как сделать образование двигателем социально-экономического развития / под редакцией Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина, П. С. Сорокина. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 284 с. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/287219693> (дата обращения: 19.02.2020); Программа развития ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» на период 2017–2021 гг. – URL: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiia_Oporniy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a4-49-3313c1103d98 (дата обращения: 19.02.2020).

³ Программа развития ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» на период 2017–2021 гг. – URL: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiia_Oporniy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a449-3313c1103d98 (дата обращения: 19.02.2020).

⁴ Как сделать образование двигателем социально-экономического развития / под редакцией Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина, П. С. Сорокина. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 284 с. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/287219693> (дата обращения: 19.02.2020); Проблемы инженерного образования. – URL: <https://www.csr.ru/ru/news/1867/> (дата обращения: 19.02.2020); Программа развития ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» на период 2017–2021 гг. – URL: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiia_Oporniy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a449-3313c1103d98 (дата обращения: 19.02.2020).

⁵ Проблемы инженерного образования. – URL: <https://www.csr.ru/ru/news/1867/> (дата обращения: 19.02.2020).

⁶ Как сделать образование двигателем социально-экономического развития / под редакцией Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина, П. С. Сорокина. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 284 с. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/287219693> (дата обращения: 19.02.2020); Проблемы инженерного образования. – URL: <https://www.csr.ru/ru/news/1867/> (дата обращения: 19.02.2020).

нове системы генерирования и реализации образовательных, исследовательских, социальных и коммерческих проектов в интересах, прежде всего, Вологодской области¹.

ЧГУ активно начал модернизацию высшего образования, в том числе инженерного. Однако университету предстоит создать принципиально новую систему инженерной подготовки. В данной статье авторы сделали попытку обобщить многолетний опыт вузов, успешно перестроивших систему инженерного образования и добившихся на этом пути впечатляющих результатов. К таким университетам относятся: Астраханский государственный университет (АГУ), Московский политехнический университет (МПУ), Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Томский университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского (ННГУ), Дальневосточный федеральный государственный университет (ДВГУ), Уральский федеральный университет (УрФУ), Южный федеральный университет (ЮФУ) и ряд других высших учебных заведений с широко представленными инженерными направлениями подготовки. Авторами более подробно рассмотрены системы инженерной подготовки в АГУ, МПУ, ТПУ и ТУСУР. В отношении ННГУ, ДВГУ, УрФУ и ЮФУ анализ реализации проектного подхода в инженерном образовании представлен в совместном издании НИ ГУ ВШЭ и Открытого университета «Сколково» «Проектное обучение. Практики внедрения в университетах»².

Основная часть

Краткая характеристика основных компонентов систем проектного обучения выбранных университетов представлена в табл. 1–3. В качестве источников табличных данных, а также обобщений и дополнений, изложенных ниже, были использованы: локальные нормативные документы, обзоры, статьи, статистические данные, прочие информационные материалы, находящиеся в общем доступе на официальных сайтах соответствующих университетов, а также научные статьи, издания авторов, непосредственно причастных к модернизации инженерного образования.

¹ Программа развития ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» на период 2017–2021 гг. – URL: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiya_Optomiy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a449-3313c1103d98 (дата обращения: 19.02.2020).

² Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / под редакцией О. В. Лешукова, Н. В. Исаева, Е. А. Евстратова. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

Основные параметры систем проектного обучения (ПО)

Компонент	Характеристика компонента системы проектного обучения
1	2
Астраханский государственный университет (АГУ)¹	
Структура учебного процесса	ПО вводится в основные образовательные программы на принципах CDIO как дисциплина по выбору вариативной части в объеме не менее 6 ч. аудиторных и 6 ч. самостоятельных занятий в неделю
Проектно-инновационная структура	Технопарк, включающий научно-образовательные (НОЦ), инженерно-технологические центры (ИТЦ) и лаборатории; Инженерный проектный офис; Каспийская высшая инженерная школа; Инжиниринговый центр; Центр трансфера технологий; Молодежный научный центр
Локальные нормативные акты	Руководство по организации проектного обучения в АГУ; положения по Инженерному проектному офису, Технопарку, школе, центрам и лабораториям
Московский политехнический университет (МПУ)²	
Структура учебного процесса	Все образовательные программы являются проектно-ориентированными. Введена обязательная дисциплина «Проектная деятельность». В течение первого семестра все студенты инженерных направлений участвуют во внутреннем соревновании «Инженерный старт»
Проектно-инновационная структура	Центр проектной деятельности (ЦПД); лаборатории ЦПД; Студенческий технологический центр; Центр развития инжиниринга; Технопарк; Бизнес-инкубатор; Экспертная комиссия
Локальные нормативные акты	Положение об организации управления деятельностью; Положение о проектном офисе; Положение о временных трудовых коллективах; положения об инфраструктурных подразделениях: Технопарке, лабораториях, центрах и т. п.
Томский политехнический университет (ТПУ)³	
Структура учебного процесса	В течение первых 2-х лет студенты обучаются в Школе базовой инженерной подготовки по общей программе (независимо от направления подготовки). Параллельно функционирует система элитного технического образования (ЭТО). По системе ЭТО обучаются студенты, прошедшие отбор в 1-м семестре по итогам специального тестирования. Со 2-го семестра начинается преподавание дисциплины «Введение в инженерную специальность» и реализация проектов, связанных с выбранным направлением. Основные образовательные программы разрабатываются на принципах CDIO
Проектно-инновационная структура	Институты, факультеты, выпускающие кафедры упразднены. Вместо них существуют инженерные школы, лаборатории и укрупненные отделения. Созданы: система инжиниринговых, научно-исследовательских и научно-образовательных центров, лабораторий; опытное производство; другие подразделения проектно-инновационной ориентации

¹ Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. – URL: <http://asu.edu.ru/images/File/АТТ00028.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

² Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / под редакцией О. В. Лешукова, Н. В. Исаева, Е. А. Евстратова. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (дата обращения: 19.02.2020). Центр проектной деятельности. Московский политехнический университет. – URL: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=3247> (дата обращения: 19.02.2020).

³ Инновационные образовательные технологии. – URL: <https://tusun.ru/ru/obrazovanie/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii> (дата обращения: 19.02.2020).

Продолжение таблицы 1

1	2
Локальные нормативные акты	Положения о структурных подразделениях: школах, центрах, лабораториях, Технопарке. Проектную деятельность формализует система модулей ¹ .
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)²	
Структура учебного процесса	Учебный процесс проектно ориентирован. Дисциплины, реализуемые с использованием технологии группового проектного обучения (ГПО), входят в состав элективных дисциплин и изучаются по выбору студента
Проектно-инновационная структура	На каждой кафедре организуются лаборатории ГПО, в которых оборудованы рабочие места для студентов, монтажные, макетные, испытательные участки и проч. Лаборатории оснащены необходимым оборудованием. Ежегодно в ТУСУРе работает 250–300 групп ПО. В 2019 г. функционировали 36 лабораторий ГПО и 34 студенческих конструкторских бюро (около 1000 рабочих мест). Действуют: Технопарк (1989 г.); Студенческий бизнес-инкубатор (2004 г.); Офис коммерциализации разработок (2003 г.); Технологический бизнес-инкубатор (ТБИ, 2014 г.); проектный офис Национальной технологической инициативы (НТИ, 2016 г.) и другие структуры
Локальные нормативные акты	Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе; Положение о конкурсе поддержки студенческих проектных инициатив «Мой первый Startup»; Типовое положение о студенческом конструкторском (исследовательском) бюро; Положение об ускоренном обучении по индивидуальному плану обучающегося в ТУСУРе; положения о лабораториях, о Технопарке и других подразделениях ТУСУРа

Однако табличная форма недостаточна для анализа такого сложного и многогранного явления, как коренная модернизация инженерного образования до уровня, на котором университет становится реальным центром инновационного, технологического и социального развития региона. Авторами представлено обобщение и дополнение табличных данных.

Таблица 2

Организация проектной работы студентов

Компонент	Характеристика компонента организации проектной работы студентов
1	2
Астраханский государственный университет (АГУ)³	
Начало проектной деятельности	Как правило, ПО организуется для студентов с четвертого по седьмой семестры. Группы ПО (5–10 человек в каждой) формируются в конце семестра, предшествующего началу ПО. Формирование данных групп происходит для реализации конкретного проекта с конкретным руководителем из числа преподавателей

¹ Пакет учебно-методической документации для проведения научно-методических семинаров по основным направлениям модернизации образовательной деятельности ТПУ (8 блоков). – URL: https://portal.tpu.ru/departments/head/methodic/level/method_oop (дата обращения: 19.02.2020).

² Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе от 29.12.2018 г. – URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (дата обращения: 19.02.2020).

³ Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. – URL: <http://asu.edu.ru/images/File/АТТ00028.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

1	2
Организация работы проектных команд	Ученый совет факультета по ходатайству выпускающих кафедр определяет перечень проектов и назначает их руководителей. На кафедрах составляется и утверждается график работы проектных групп
Оформление, защита и оценка результатов	В конце семестра выпускающая кафедра организует защиту семестровых этапов проектов, на которой выступают все участники проектных групп и руководители проектов со своими отзывами. В конце работы над проектом группа принимает решение о дальнейшем коммерческом использовании результатов проектирования и составляет бизнес-план реализации проекта
Московский политехнический университет (МПУ)¹	
Начало проектной деятельности	В первом семестре (в рамках соревнования «Инженерный старт») разрабатывают первые проекты
Организация работы проектных команд	Команда проекта состоит из группы управления (куратор и руководитель из числа преподавателей, специалистов МПУ) и рабочей группы (работники МПУ, обучающиеся, сторонние лица). Инициация проекта начинается с отправки заявки в Экспертную комиссию. При положительных результатах экспертизы формируется команда проекта
Оформление, защита и оценка результатов	Группа управления осуществляет планирование проекта, по завершении которого издается приказ ректора о его реализации и утверждаются Паспорт проекта и план управления проекта (как составная часть Паспорта)
Томский политехнический университет (ТПУ)²	
Начало проектной деятельности	Для участников ЭТО проекты начинают разрабатываться с первого курса, для остальных студентов – как правило, с 3-го курса
Организация работы проектных команд	Обычно тематика проектов определяется преподавателями дисциплин или научными руководителями тем исследований. В общем виде состав участников проекта следующий: руководитель (преподаватель по дисциплине, в рамках которой выполняется проект); координатор (преподаватель), организующий проектную деятельность и контролирующей сроки исполнения проекта и его этапов; ответственные за разделы по блокам проекта (преподаватели смежных дисциплин, разделы которых являются проектными составляющими); исполнитель – студент / команда студентов
Оформление, защита и оценка результатов	Координатор проекта организует защиту результатов. Формируется комиссия по защите (в нее входят руководитель и координатор; сотрудники подразделений ТПУ, участвующие в организации проектной деятельности (преподаватели дисциплин, причастных к выполнению проекта); при необходимости (например, при защите практик или ВКР) представители предприятий заказчиков, специалисты, способные оценить сформированные у студентов компетенции)

¹ Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / под редакцией О. В. Лешукова, Н. В. Исаева, Е. А. Евстратова. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (дата обращения: 19.02.2020); Центр проектной деятельности. Московский политехнический университет. – URL: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=3247> (дата обращения: 19.02.2020).

² Инновационные образовательные технологии. – URL: <https://tusun.ru/ru/obrazovanie/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii> (дата обращения: 19.02.2020).

1	2
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)¹	
Начало проектной деятельности	Выпускающими кафедрами на 2 курсе формируются команды ГПО. Работа над проектами ГПО начинается с выбора тематики проектирования посредством поиска и конкурсного отбора идей и предложений
Организация работы проектных команд	Участники проектов группируются в творческие коллективы по 5–7 человек. За каждым проектом закрепляется руководитель, который поможет сформулировать и развить тему проекта, спланировать сроки и наметить индивидуальные задачи для каждого участника. В одном проекте могут принимать участие студенты разных курсов, разных специальностей, разных кафедр и факультетов и даже разных вузов города. Работа проектной группы организуется как составная часть учебного процесса студенческой подготовки
Оформление, защита и оценка результатов	Для защиты проектов ежегодно на кафедрах приказами по университету создаются аттестационно-экспертные комиссии. Лучшие проекты выдвигаются на участие в конкурсах на гранты и предлагаются для дальнейшей работы над ними в Студенческом бизнес-инкубаторе с перспективой создания собственного малого предприятия

Таблица 3

Организация проектно-инновационной деятельности в вузе

Компонент	Характеристика компонента организации проектной работы студентов
1	2
Астраханский государственный университет (АГУ)²	
Инициация инновационных проектов	Инициаторами инновационных проектов могут быть кафедры, Технопарк, другие подразделения АГУ, отдельные преподаватели и студенты, а также внешние заказчики. Инженерный проектный офис осуществляет поиск внешних заказчиков, выполняет роль генподрядчика проектных работ
Взаимодействие с инвесторами	Взаимодействие с инвесторами и заказчиками осуществляется через Инженерный проектный офис.
Коммерциализация инновационных проектов	Технопарк осуществляет техническое и инжиниринговое сопровождение инновационных проектов, разработку экспериментальных образцов; производство мелких серий инновационных продуктов; реализацию внешних заказов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и опытно-конструкторские работы от индустриальных партнеров

¹ Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе от 29.12.2018 г. – URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (дата обращения: 19.02.2020).

² Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. – URL: <http://asu.edu.ru/images/File/АТТ00028.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

1	2
Московский политехнический университет (МПУ)¹	
Инициация инновационных проектов	Инициаторами инновационных проектов могут быть кафедры, Студенческий технологический центр, Центр развития инжиниринга, Бизнес-инкубатор, другие подразделения МПУ, отдельные преподаватели и студенты, а также внешние заказчики
Взаимодействие с инвесторами	Взаимодействие с инвесторами и заказчиками осуществляется через Центр проектной деятельности (ЦПД), Центр развития инжиниринга, Технопарк, Бизнес-инкубатор
Коммерциализация инновационных проектов	Технопарк осуществляет создание технической документации, 3D-моделирование, аналитические работы, консультирование; оказывает производственные услуги и т. д. Бизнес-инкубатор осуществляет выявление и коммерциализацию проектов с инновационным потенциалом в сотрудничестве с промышленными партнерами МПУ
Томский политехнический университет (ТПУ)²	
Инициация инновационных проектов	Инициаторами инновационных проектов могут быть инженерные школы, центры, лаборатории, Опытное производство, Бизнес-инкубатор, другие подразделения ТПУ, отдельные преподаватели и студенты, а также внешние заказчики
Взаимодействие с инвесторами	Взаимодействие с инвесторами и заказчиками осуществляется через структуры проректора по научной работе и инновациям, Бизнес-инкубатор, малые инвестиционные предприятия (МИП)
Коммерциализация инновационных проектов	Опытное производство осуществляет изготовление экспериментальных изделий, оснащает студенческие конструкторские бюро необходимым оборудованием. Через Бизнес-инкубатор и МИП реализуются инновационные проекты полного жизненного цикла в сотрудничестве с промышленными партнерами ТПУ
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)³	
Инициация инновационных проектов	В конкурсе без ограничений участвуют преподаватели, инженерный персонал вуза, студенты, а также организации, заинтересованные в разработке и выпуске новой наукоемкой продукции. Особая роль принадлежит Бизнес-инкубаторам и малым инновационным предприятиям
Взаимодействие с инвесторами	Взаимодействие с бизнесом в ТУСУРе строится на базе учебно-научно-инновационного комплекса (УНИК). Большая часть фирм, входящих в комплекс, создана выпускниками ТУСУРа. Сейчас насчитывается более 210 предприятий УНИК, которые в совокупности производят до 80 % наукоемкой продукции области
Коммерциализация инновационных проектов	Коммерциализацией результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ студентов, аспирантов и сотрудников ТУСУРа занимается Офис коммерциализации разработок (ОКР). В задачи ОКР входит и содействие в привлечении средств для вывода результатов разработок на рынки

¹ Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / под редакцией О. В. Лешукова, Н. В. Исаева, Е. А. Евстратова. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (дата обращения: 19.02.2020); Центр проектной деятельности. Московский политехнический университет. – URL: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=3247> (дата обращения: 19.02.2020).

² Инновационные образовательные технологии. – URL: <https://tusur.ru/ru/obrazovanie/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii> (дата обращения: 19.02.2020).

³ Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе от 29.12.2018 г. – URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (дата обращения: 19.02.2020).

В результате исследования авторами выявлены следующие элементы, черты успешно преобразованных и эффективно функционирующих систем инженерного образования, построенных на основе проектного подхода и позволяющих готовить творчески мыслящих, инновационно-активных инженеров:

1. Каждый университет определяет для себя цели и содержание проектного обучения, формулирует и закрепляет в локальных нормативных актах систему понятий в области проектирования и проектного обучения. Несмотря на незначительные терминологические различия под *проектом* понимается комплекс взаимосвязанных мероприятий, направленных на создание уникального продукта (услуги, научно-технического задела) в условиях временных и ресурсных ограничений. В свою очередь *проектное обучение* определяется как вид специально организованной деятельности студентов, нацеленной на решение определенной проблемы; результатом данной деятельности является конечный продукт. В качестве учебной цели внедрения ПО в образовательный процесс заявлено практическое закрепление знаний и навыков проектной, научно-исследовательской и организационно-управленческой деятельности на примере разработки инновационного проекта. При этом предполагается, что данный проект может стать основой для написания квалификационной работы и / или создания стартапа.

2. На основании принятых решений в области внедрения ПО модернизируются основные образовательные программы, подвергается реконструкции весь процесс обучения в университете. Как правило, уже на 1–2 курсах вводятся специальные дисциплины «Проектная деятельность» и / или «Введение в инженерную специальность» или аналогичные им в целях приобщения студентов к ПО, к проектной деятельности.

3. Образовательные программы и технологии их реализации строятся в соответствии с концепцией CDIO. Она была разработана в конце 1990-х гг. в США как ответ на недовольство работодателей тем, что университетское инженерное образование слишком отдалилось от практики. По этой причине концепция CDIO нацелена на подготовку инженеров, способных обеспечивать успешное сопровождение инженерных продуктов и процессов в современных условиях на протяжении всего жизненного цикла («планировать (Conceive) – проектировать (Design) – производить (Implement) – применять (Operate)») и осознавать ответственность за экономические, экологические и технологические последствия своих действий. Концепция CDIO представляет собой комплексный интегративный подход к организации образовательного процесса в области инженерного образования¹.

4. В ПО университетами практикуется многообразие видов проектов, методов их инициации и отбора, способов формирования проектных команд и обеспечения их деятельности, способов оформления, защиты и оценки результатов проектирования. Проекты по форме организации могут быть индивидуальными и командными (групповыми); отличаться по уровню сложности, по виду конечного результата, по уров-

¹ Долженко Р. А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – Вып. 2 (46). – С. 104–108. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-cdio-kak-osnova-inzhenernogo-obrazovaniya-promezhutochnye-itogi-i-napravleniya-dalneyshego-ispolzovaniya-v-rossii> (дата обращения: 19.02.2020).

ню междисциплинарности (в рамках одной или нескольких дисциплин); проекты могут быть межкафедральными, межинститутскими и даже межвузовскими. В процесс генерации идей и инициации проектов может быть вовлечен широкий круг людей (студентов, преподавателей и специалистов вуза, представителей заказчиков – индустриальных партнеров). Для отбора идей и инициации проектов часто применяется конкурсный принцип. Принятие проекта к исполнению производится, как правило, по решению администрации университета на основании заключения экспертных комиссий, выпускающих кафедр или других ответственных лиц и структур. После принятия проекта к исполнению, определения видов и объемов необходимых ресурсов вступает в силу установленный порядок деятельности проектных команд, поэтапной защиты промежуточных (по итогам семестра) и конечного результатов.

5. Существенно меняется порядок и содержание учебной работы. Проектная деятельность студентов осуществляется «от простого к сложному», происходит дифференциация обучающихся по степени загруженности проектной работой, по уровню сложности, междисциплинарности проектной деятельности. Студенты естественным путем выходят на индивидуальные траектории обучения. Наиболее способные, трудолюбивые обучающиеся в составе команд выполняют инновационные проекты, решающие реальные проблемы регионального, в том числе высокотехнологического, бизнеса, становятся основателями малых инновационных предприятий (МИП), вносят существенный вклад в развитие региона.

6. Меняется роль преподавателя университета, особенно выпускающих кафедр. Преподаватели выступают в роли инициатора, руководителя, куратора, координатора или тьютора проекта; в связи с этим они должны понимать потребности и проблемы бизнеса региона, хорошо владеть технологией проектной деятельности. Для этих целей преподавателям выделяется дополнительная нагрузка. Например, в ТУ-СУРе на руководство одной группой проектного обучения отведено 4 часа в неделю, на руководство индивидуальным обучением студентов по индивидуальному плану, связанному с целевой подготовкой, – 50 часов на каждого студента.

7. В университетах формируется инфраструктура ПО, которая представляет собой комплекс ориентированных на ПО, а нередко и специализированных структурных подразделений. Можно выделить следующие группы:

- подразделения, осуществляющие функции управления (проектные офисы, выпускающие кафедры, экспертные комиссии);
- подразделения, обеспечивающие рабочее пространство для проектной и научной деятельности студентов (лаборатории, инжиниринговые центры, студенческие конструкторские бюро);
- подразделения, осуществляющие материально-техническое и информационное обеспечение ПО (технопарки, центры информационного обеспечения);
- подразделения, организующие инновационную деятельность студентов (бизнес-инкубаторы).

Важную роль играет организация доступа студентов к ресурсам, необходимым для проектной деятельности: приборам и оборудованию, информационным базам и компьютерным программам. Создаются *центры коллективного доступа* к ресурсам. Устанавливается оптимальный режим доступа к ресурсам как в целях повышения

эффективности использования оборудования, приборов и установок, так и для оптимизации затрат времени на осуществление командами проектных работ.

8. В процессе развития практико-ориентированной и инновационно-ориентированной проектной деятельности формируется инновационный пояс университета, образованный малыми инновационными предприятиями (МИП), нередко созданными выпускниками вуза. Например, на сайте ТУСУР приведена информация о 19 МИП, на сайте ТПУ – о 47 МИП. Совместно с другими вузами и / или промышленными партнерами создаются структуры для эффективного взаимодействия с бизнесом и коммерциализации проектных разработок. Ярким примером такой структуры служит учебно-научно-инновационный комплекс (УНИК) в ТУСУРе. На сегодняшний день УНИК объединяет более 210 предприятий, которые в совокупности производят до 80 % наукоемкой продукции Томской области. Коммерциализацией результатов научных исследований и опытно-конструкторских работ студентов, аспирантов и сотрудников ТУСУРа занимается Офис коммерциализации разработок (ОКР). В задачи ОКР входит и содействие в привлечении средств для вывода результатов разработок на рынки.

9. Каждый университет, практикующий проектный подход в обучении, формирует локальную нормативно-правовую базу, регламентирующую ПО. Примерами локальных нормативных документов в области ПО являются:

- Руководство по организации проектного обучения (АГУ)¹;
- Положение об организации группового проектного обучения (ТУСУР)²;
- Положение о проектном офисе (АГУ);
- положения о технопарке, инжиниринговых центрах, СКБ, лабораториях и других проектно-ориентированных структурных подразделениях (АГУ, ТПУ, МПУ, ТУСУР);
- локальные нормативные акты, регулирующие отдельные аспекты организации ПО: нагрузку преподавателей, их контактную работу, проведение конкурсов, формирование электронных портфолио (ТУСУР) и многое другое.

Кроме создания дополнительных структурных подразделений для организации ПО в ряде университетов были существенно преобразованы классические структуры: кафедры, факультеты, институты.

Например, в ТУСУРе кафедры имеют статус базовых, обеспечивающих или выпускающих и функционируют на основе соответствующих статусу типовых положений. Примерами базовых являются кафедры «Функциональная радиоэлектроника», «Полупроводниковые приборы», «Конструирование радиоэлектронных средств». Базовые кафедры связаны с конкретными предприятиями региона; их главная цель – обеспечение кадрового и научно-технического превосходства базового предприятия путем целевой подготовки выпускников вуза. Для отдельных направлений инженерной подготовки базовые кафедры могут быть обеспечивающими. Основное назначение обеспечивающих кафедр – создание образовательной, научной, инновационной

¹ Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. – URL: <http://asu.edu.ru/images/File/АТТ00028.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

² Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе от 29.12.2018 г. – URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (дата обращения: 19.02.2020).

среды, способствующей подготовке специалистов для высокотехнологичных отраслей экономики. Примерами типичных обеспечивающих кафедр являются кафедры математики, физики, иностранных языков, технологий электронного обучения. Главная задача выпускающих кафедр – подготовка высокопрофессиональных инновационно-активных специалистов по существующим в вузе направлениям подготовки.

В ТПУ, как уже отмечалось в табл. 1, институты, факультеты, выпускающие кафедры упразднены. Вместо них образованы инженерные школы, лаборатории и укрупненные отделения, нацеленные одновременно и на подготовку кадров для высокотехнологичных производств, и на выполнение инновационных проектов, востребованных реальным сектором экономики, индустриальными партнерами вуза.

Практика показывает, что на пути внедрения и развития ПО имеются определенные трудности: хроническая нехватка денежных средств, низкий уровень подготовки выпускников школ, отставание уровня подготовки и степени готовности к ПО профессорско-преподавательского состава, необходимость коренных преобразований в сфере отношений между структурными подразделениями университета, потребность в формировании оптимальных межличностных отношений среди участников проектной деятельности в вузе. Кроме того, требуется продумать и реализовать оценку образовательного результата каждого проекта, оценку конкретного вклада в проектирование каждого участника команды. Особое место в организации ПО занимает подготовка руководителей проектов. Управление проектами целесообразно осуществлять на основе «Руководства к своду знаний по управлению проектами» (PMI PMBoK). Это дает возможность выбрать наиболее подходящий проектный формат в зависимости от сложности, срочности, важности, технологий, числа участников. PMBoK – общее руководство, в котором формализуются, стандартизируются и структурируются форматы проектной деятельности; описываются подходы к организации и концепции управления проектами; закрепляется терминология и понятия; называются «входы» и «выходы», а также рекомендованные методы, которые можно применить в той или иной фазе.

В последние годы условия для внедрения проектного подхода в обучение существенно улучшились. Стало более доступным получение дополнительного финансирования, взаимодействие с другими вузами, обучение преподавателей основам ПО и управления проектами. Например, российские университеты, которые создали на своих площадках пространства коллективной работы «Точка кипения», получили приглашение в стартовавшую в 2019 г. акселерационную программу Национальной технологической инициативы (НТИ); данные вузы смогут рассчитывать на компенсацию расходов при реализации своих проектов. В эту программу был включен ТПУ. ЧГУ также вошел в программу со специализациями: «Искусственный интеллект», «Производственные технологии», «Сенсорика», «Технет» (направление, обеспечивающее технологическую поддержку развития цифровой экономики), «Нейронет» (рынок средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых

разработках в нейротехнологиях), «Фуднет» (рынок производства и реализации питательных веществ и конечных видов пищевых продуктов)¹.

В 2018 г. начал образовательную деятельность Университет «20.35», который готовит кадры для цифровой экономики и Национальной технологической инициативы. В настоящее время в ЧГУ проходит образовательный интенсив Университета национальной технологической инициативы «Фабрика разработок ЧГУ 2.0». Цель данного интенсива – внедрить новую модель образования, основанного на проектировании разработок. В 2019–2020 учебном году в интенсиве приняли участие более 600 студентов, которые под руководством проектных наставников решили около 70 задач, поставленных индустриальными партнерами.

Выводы

Обобщение авторами практики модернизации инженерного образования в четырех региональных университетах с широко представленными инженерными направлениями подготовки (АГУ, МПУ, ТПУ и ТУСУР) показало, что главный путь становления регионального университета в качестве центра инновационного, технологического и социального развития региона – внедрение и совершенствование проектного обучения с полным жизненным циклом проектов. Вместе с тем университеты должны выстроить эффективные процессы:

- выявления проблем в экономике региона, потребностей высокотехнологичного бизнеса;
- вовлечения преподавателей, обучающихся и специалистов вуза в активную и результативную проектную деятельность;
- организационной, информационной, финансовой и материально-технической поддержки деятельности проектных команд;
- взаимодействия участников проектной деятельности, структур университета и индустриальных партнеров;
- создания и коммерциализации инноваций.

Наука об управлении (менеджмент) утверждает, что правильные процессы рождаются правильно сформированной, полностью соответствующей поставленным целям системой. Этот тезис подтверждает многолетняя практика проектной деятельности вышеназванных университетов. В каждом из них преобразованы существовавшие ранее структуры, создан целый комплекс новых: проектные офисы, технопарки, научно-образовательные центры и научные лаборатории, инжиниринговые центры, студенческие конструкторские бюро, бизнес-инкубаторы. Вокруг университетов организуется инновационный пояс, образованный малыми инновационными предприятиями (нередко разработанный бывшими выпускниками вуза).

Таким образом, переход на полноценное, инновационное и практико-ориентированное проектное обучение полностью соответствует целям становления регионального университета в качестве центра инновационного, технологического и социального развития региона, но требует реконструкции всей системы инженерного образования в вузе. Образовательный процесс (начиная с первых курсов обуче-

¹ Национальная технологическая инициатива. – URL: <https://nti2035.ru/nti/> (дата обращения: 19.02.2020).

ния) должен быть модернизирован соответствующим образом. В преобразовании нуждаются все элементы системы обучения; необходимо создать принципиально новые структурные подразделения, управляющие, обеспечивающие и поддерживающие проектную деятельность в университете. Особого внимания требует разработка структур для запуска постоянно и эффективно действующего процесса генерации инноваций и их коммерциализации.

Очевидно, что полученная система отношений, структур в области проектного обучения в университете должна быть основательно институализирована, т. е. закреплена в форме определенной организации отношений с установленными правилами, нормами, механизмами их саморегуляции.

Литература

База нормативных документов ТУСУРа. – URL: <https://regulations.tusur.ru/> (дата обращения: 19.02.2020).

Долженко Р. А. Концепция CDIO как основа инженерного образования: промежуточные итоги и направления дальнейшего использования в России // Известия Уральского государственного горного университета. – 2017. – Вып. 2 (46). – С. 104–108. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-cdio-kak-osnova-inzhenerenogo-obrazovaniya-promezhtochnyye-itogi-i-napravleniya-dalneyshego-ispolzovaniya-v-rossii> (дата обращения: 19.02.2020).

Инновационные образовательные технологии. – URL: <https://tusur.ru/ru/obrazovanie/innovatsionnye-obrazovatelnye-tehnologii> (дата обращения: 19.02.2020).

Как сделать образование двигателем социально-экономического развития? / под редакцией Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина, П. С. Сорокина. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2019. – 284 с. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/287219693> (дата обращения: 19.02.2020).

Кроули Э. Ф., Малмквист Й., Остлунд С., Бродер Д. Р., Эдстрем К. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. – Москва: Издательский дом Высшей школы экономики, 2015. – 504 с.

Национальная технологическая инициатива. – URL: <https://nti2035.ru/nti/> (дата обращения: 19.02.2020).

Пакет учебно-методической документации для проведения научно-методических семинаров по основным направлениям модернизации образовательной деятельности ТПУ (8 блоков). – URL: https://portal.tpu.ru/departments/head/methodic/level/method_oop (дата обращения: 19.02.2020).

Положение об организации группового проектного обучения в ТУСУРе от 29.12.2018 г. – URL: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (дата обращения: 19.02.2020).

Проблемы инженерного образования. – URL: <https://www.csr.ru/ru/news/1867/> (дата обращения: 19.02.2020).

Программа развития ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет» на период 2017–2021 гг. – URL: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiya_Opomiy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a449-3313c1103d98 (дата обращения: 19.02.2020).

Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / под редакцией О. В. Лешукова, Н. В. Исаева, Е. А. Евстратова. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. – URL: <http://asu.edu.ru/images/File/ATT00028.pdf> (дата обращения: 19.02.2020).

Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 19.02.2020).

Центр проектной деятельности. Московский политехнический университет. – URL: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=3247> (дата обращения: 19.02.2020).

References

Baza normativnykh dokumentov TUSURa [TUSUR database of regulatory documents]. Available at: <https://regulations.tusur.ru/> (accessed: 19.02.2020).

Dolzhenko R. A. Kontsepsiia CDIO kak osnova inzhenerного obrazovaniia: promezhutochnye itogi i napravleniia dal'neishego ispol'zovaniia v Rossii [CDIO concept as the basis of engineering education: interim results and directions for further use in Russia]. *Izvestiia Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta* [News of the Ural State Mining University], 2017, iss. 2 (46), pp. 104–108. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontsepsiya-cdio-kak-osnova-inzhenerного-obrazovaniya-promezhutochnye-itogi-i-napravleniya-dalneyshego-ispolzovaniya-v-rossii> (accessed: 19.02.2020).

Innovatsionnye obrazovatel'nye tekhnologii [Innovative educational technologies]. Available at: <https://tusur.ru/ru/obrazovanie/innovatsionnye-obrazovatel'nye-tehnologii> (accessed: 19.02.2020).

Kak sdelat' obrazovanie dvigatelem sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiia [How to make education an engine of socio-economic development?; ed. by I. I. Kuzminov, I. D. Frumin, P. S. Sorokin]. Moscow: Izdatel'skii dom Vysshei shkoly ekonomiki, 2019. 284 p. Available at: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/287219693> (accessed: 19.02.2020).

Krouli E. F., Malmkvist I., Ostlund S., Broder D. R., Edstrem K. *Pereosmyslenie inzhenerного obrazovaniia. Podkhod CDIO* [Rethinking Engineering Education. The CDIO Approach]. Moscow: Izdatel'skii dom Vysshei shkoly ekonomiki, 2015. 504 p.

Natsional'naia tekhnologicheskaiia initsiativa [National technology initiative]. Available at: <https://nti2035.ru/nti/> (accessed: 19.02.2020).

Paket uchebno-metodicheskoi dokumentatsii dlia provedeniia nauchno-metodicheskikh seminarov po osnovnym napravleniiam modernizatsii obrazovatel'noi deiatel'nosti TPU (8 blokov) [A package of educational and methodical documentation (modules) for scientific and methodological seminars on the main areas of modernization of educational activities in TPU (8 modules)]. Available at: https://portal.tpu.ru/departments/head/methodic/level/method_ooop (accessed: 19.02.2020).

Polozhenie ob organizatsii gruppovogo proektnogo obucheniiia v TUSURe ot 29.12.2018 g [Regulations on the organization of group project training in TUSUR of 29.12.2018]. Available at: <https://regulations.tusur.ru/documents/868> (accessed: 19.02.2020).

Problemy inzhenerного obrazovaniia [Engineering education problems]. Available at: <https://www.csr.ru/ru/news/1867/> (accessed: 19.02.2020).

Programma razvitiia FGBOU VO "Cherepovetskii gosudarstvennyi universitet" na period 2017–2021 gg. [The development program of the FSBEI of Higher Education "Cherepovets State University" for the period 2017–2021]. Available at: https://www.chsu.ru/documents/10157/205176503/Programma_pazvitiia_Oporniy_vuz_2017-2021/cd7acd71-a934-4352-a449-3313c11-03d98 (accessed: 19.02.2020).

Proektnoe obuchenie. Praktiki vnedreniia v universitetakh [Project training, University implementation practices; ed. by O. V. Leshukov, N. V. Isaev, E. A. Evstratov]. Available at: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/376211321.pdf> (accessed: 19.02.2020).

Rukovodstvo po organizatsii proektnogo obucheniiia v Astrakhanskom gosudarstvennom universitete [Guidelines for organizing project learning in Astrakhan State University]. Available at: <http://asu.edu.ru/images/File/ATT00028.pdf> (accessed: 19.02.2020).

Ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 07.05.2018 g. № 204 "O natsional'nykh tseliakh i strategicheskikh zadachakh razvitiia Rossiiskoi Federatsii na period do 2024 goda" [Decree of the President of the RF dated 07.05.2018 № 204 "On national objectives and strategic tasks of the Russian Federation development in the period to 2024"]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (accessed: 19.02.2020).

Tsentr proektnoi deiatel'nosti. Moskovskii politekhnicheskii universitet [The center for project activities. Moscow Polytechnic University]. Available at: <https://old.mospolytech.ru/index.php?id=3247> (accessed: 19.02.2020).

Для цитирования: *Егоренкова С. В., Ермилов В. В., Кочнев А. О.* Модернизация инженерного образования в региональном университете в условиях его становления в качестве университетского центра инновационного, технологического и социального развития региона: вызовы и возможности // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2020. – № 5 (98). – С. 136–152. DOI: 10.23859/1994-0637-2020-5-98-11

For citation: *Egorenkova S. V., Ermilov V. V., Kochnev A. O.* Modernization of engineering education in a regional university in the conditions of its establishment as a university center for innovative, technological and social development of the region: challenges and opportunities. *Bulletin of the Cherepovets State University*, 2020, no. 5 (98), pp. 136–152. DOI: 10.23859/1994-0637-2020-5-98-11