

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ КАК СИСТЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ И СОГЛАСОВАННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Чигиринская Н.В.

ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: nvtchi@yandex.ru

От качества подготовки инженеров зависят жизнеспособность общества, его потенциальные возможности в решении тактических и стратегических задач не только в технической, но и в социальной и нравственной сферах. Основная проблема инженерного образования в России состоит в рассогласовании принципов построения образовательных стандартов и проектирования содержания образования и форм обучения специалистов в области техники и технологий в соответствии с требованиями современного производства. Рассматривая проектирование содержания с позиций культурно-деятельностного и компетентностного подходов, а также анализируя современное состояние инженерного дела и инженерного образования, автор постулирует принципы проектирования содержания инновационного инженерного образования. Особо подчеркивается роль государственного регулирования стандартов образования на основе разумного сочетания теоретической (формальной) и компетентностной (практической) модели образования. Выявлены возможности системного нисходящего проектирования как соответствующей стохастической модели инженерной деятельности. Рассматриваются возможности проектного обучения, принципов CDIO. Обоснована необходимость формирования системы гарантий качества инженерного образования, включающей прежде всего качественный научно-педагогический состав технических университетов, государственную аккредитацию образовательных организаций, международную общественно-профессиональную аккредитацию инженерных образовательных программ и международную сертификацию инженеров, ведение национальных реестров аккредитующих организаций и инженеров-профессионалов.

Ключевые слова: принципы проектирования, модель инженерной деятельности, стохастический подход, профессиональные компетенции, стандарт образования

ENGINEERS TRAINING QUALITY AS CRUCIAL OF RUSSIA NATIONAL SAFETY

Chigirinskaya N.V.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: nvtchi@yandex.ru

The quality of training of engineers determines the viability of society, its potential in solving tactical and strategic tasks not only in technical, but also social and moral spheres. The main problem of engineering education in Russia is the mismatch of the principles of building educational standards and designing the content of education and forms of training of specialists in the field of technology and technology in accordance with the requirements of modern production. Considering the content design from the standpoint of cultural activity and competence approaches, as well as analyzing the current state of engineering and engineering education, the author postulates the principles of designing the content of innovative engineering education. The role of state regulation of education standards on the basis of a reasonable combination of theoretical(formal) and competence (practical) model of education is emphasized. The possibilities of system top-down design as corresponding to the stochastic model of engineering activity are revealed. Discusses the possibility of project-based learning, principles of CDIO. The necessity of formation of the quality system of engineering education, including first of all high-quality scientific and pedagogical staff of technical universities, state accreditation of educational organizations, international social and professional accreditation of engineering educational programs and international certification of engineers, maintenance of national registers of accrediting organizations and professional engineers.

Keywords: concept of design, model of engineering activity, stochastic approach, descriptive design, professional competences, educational standard

Инженерное проектирование и конструирование, опирающееся на знание фундаментальных научных дисциплин, всегда закладывало основу для безопасного и комфортного проживания человечества. Сказанное позволяет утверждать, что от качества

подготовки инженеров зависят жизнеспособность общества, его потенциальные возможности в решении тактических и стратегических задач не только в технической, но и социальной и нравственной сферах. В этом ее локальный смысл. Инженер как носитель инженерного замысла через профессиональную культуру и компетенции рефлексивует и критически предъявляет принципы рационального упорядочивания действительности. Поскольку предельным выражением инженерного замысла является *разумная* (курсив Н. Ч.) организация жизни, можно предположить, что она означает переход к новому типу цивилизационного развития – третьему по отношению к традиционалистскому и техногенному, к новому видению инженерии как феномена культуры [1].

Цель статьи – осмысление этого феномена и выделение в контексте проблем инженерного образования принципов построения содержания и возможных технологий обеспечения качества подготовки будущих инженеров.

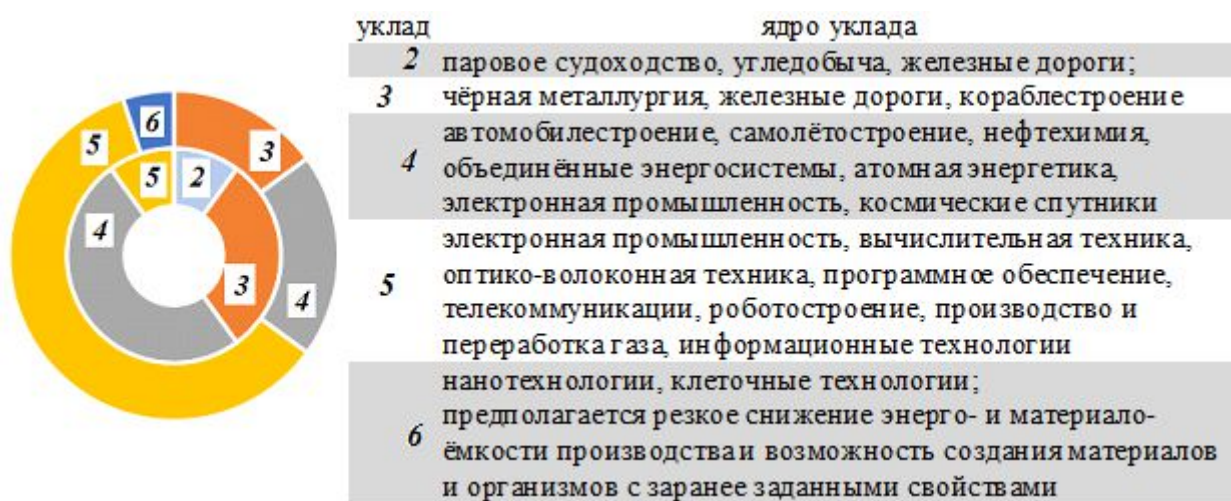
Материал и методы исследования

В настоящем исследовании используются следующие методы: контент-анализ, обобщение, сравнение данных, стохастическое и дескриптивное моделирование. Большое значение имеют труды А.П. Платонова, А.М. Михайлова, Г.И. Гослау, В.П. Маркова, Д.К. Советкина, С.А. Владимирского, М.М. Рубинштейна, А.И. Соколовского, Э.Ф. Зеера, Ю.Г. Татура [2]. Особо выделим исследования на тему инженерии как пространства материальной культуры Э. Крика [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Какие же проблемы сейчас стоят перед инженерным образованием, и что влияет, прямо или косвенно, на формирование качества подготовки будущих инженеров? Нам видятся следующие проблемы.

Основной проблемой российской экономики является ее многоукладность (рисунок).



Технологическая многоукладность современной экономики [4]

(Россия – внутреннее кольцо; США – внешнее кольцо)

Общественная организация «Ассоциация инженерного образования России» (АИОР) провела экспертизу [5] состояния инженерного дела в российской промышленности и пришла к выводу о крайне низком профессиональном уровне (таблица) специалистов, работающих в промышленном секторе: примерно по 30% экспертов говорят о системном кризисе или о критическом состоянии инженерного дела, около 27% экспертов считают, что развитие промышленности остановилось. Как результат технологический уровень промышленности не соответствует потребностям общества.

Данные экспертного анализа АИОР (2015 г.) [5]

Критерий	Россия	Другие страны	
Доля машин, оборудования и технологий в структуре экспорта	2,9–5,0 %	37,0 %	США
		42,0 %	Япония
Уровень производительности труда (производство продукции за 1 человеко-час)	25,9 USD	68,3 USD	США
Доля продукции «низкой сложности» и низкой кастомизации [6] в структуре экспорта	более 82 %		
Доля высокотехнологичной продукции в структуре экспорта (по отношению к Китаю)		1 / 57	

Экономики развитых стран в свое время решали подобные проблемы. Известно, например, что в странах «Большой семерки» для ликвидации технологического отставания были предприняты меры по увеличению темпов роста производительности за счет так называемых прорывных технологий, позволяющих достичь нового качества производственно-технологических процессов, а также перейти к выпуску высокотехнологичной продукции, «открывающей» новые сектора и отрасли [7, 8] в экономике.

Одновременно те же эксперты АИОР [5], оценивая качество подготовки специалистов в технических университетах, отмечают (более 80% экспертов) «удовлетворительный», а по некоторым направлениям подготовки – даже «хороший» уровень российского инженерного образования. Гипотеза о вероятном несоответствии декларируемых принципов, реального содержания и форм подготовки [5, 6] специалистов в области техники и технологии требованиям современного производства и гипотеза о несоответствии требований потенциальных работодателей к компетенциям выпускников, содержанию и формам образования могут служить объяснением этого противоречия. Не останавливаясь на всех этапах развития образования, отметим постиндустриальный этап. Наиболее востребованными становятся преподаватели, создающие авторские образовательные курсы. Наряду с регламентированными формами присутствуют индивидуальная и эмпирико-теоретическая формы (самообразование) [9]. Поэтому очевидным является вывод о

необходимости разумного сочетания дисциплинарно-ориентированной системы обучения и проектно-исследовательской.

Выделим принципы построения инженерного образования, способного обеспечить качественную подготовку в вузе. Нам видятся (подробно – в нашей работе [10]) следующие.

Принцип системности

Содержание инженерного образования должно рассматриваться как открытая подсистема синергетически взаимосвязанных и взаимодействующих *избирательно* вовлеченных компонентов. Открытые образовательные системы предусматривают динамическое взаимодействие внутренней среды с окружающим миром. Применительно к системе инженерного образования сказанное указывает на необходимость пересмотра образовательного контента с одновременным закреплением очагов организованности во временно-пространственном потоке социально-экономической среды.

Принцип саморазвития

Вытекает из особенности социальных систем. Субъекты образовательного процесса, реализующие право на свободу выбора обучающего контента, методов обучения, стиля преподавания и исследований, являются основой для самовоспроизведения. Деятельность субъектов образовательного процесса должна происходить сообразно с известными из практики данными, методами и способами. Согласование каждого последующего этапа проектирования с предыдущим состоянием является неотъемлемым атрибутом педагогического проектирования, а проведение изменений по объективной необходимости происходит с учетом запросов всех сторон образовательного процесса и с имеющимся личным опытом. Что означает этот принцип на практике? Всякая проектная документация (федеральный образовательный стандарт, основная образовательная программа, учебный план) есть стратегическое решение, опирающееся на законодательную (Закон об образовании) базу и обеспечивающее всем участникам образовательного процесса мотивированную возможность участвовать в его разработке, осуществлении и модернизации.

Принцип фундаментализации образования

На основе возрастающего интереса промышленности к фундаментальной стороне научных и технических знаний резко возросло количество разнообразных форм сотрудничества центров академической науки и промышленности; изменилась география таких центров (феномен научных парков) [5]. Превращение знаний в главный фактор экономического развития происходит через фундаментальные исследования, прогнозирующие возможные результаты нововведений.

Принцип качества (квалиметрии) образования

«Качество образования» как философская категория отражает уровень познания

человеком объективной технической и социально-экономической [10] реальности. Наряду с определенностью качественной (однородностью), отражающей содержание, все предметы обладают также определенностью количественной, которая может быть отделена от содержания в процессе изучения фундаментальных дисциплин естественно-научного цикла – математики, статистики. Исключительная применимость математических теорий в инженерии объясняется высоким уровнем абстракции последней. Известно, что создание новой технологии, программы, промышленного образца невозможно без выдвижения предположений, гипотез, их теоретического (преимущественно математическими методами) обоснования и экспериментальной проверки. Получающиеся при этом выводы позволяют смоделировать с заданной вероятностью интересующий инженера процесс, прогнозировать результаты этого процесса. В современных инженерных образовательных стандартах (ФГОС ВО версий 3+, 3++), так же как и в предшествующих, стохастическая линия прописана в таких базовых дисциплинах, как теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов. Если говорить о содержании этих курсов, то оно уже прошло проверку временем. Однако учебная программа по теории случайных процессов требует доработки, поскольку не дает глубокого представления о разнообразных направлениях данной теории и ее применениях. Если попытаться соотнести объемы и содержание математической и прикладной статистик, становится очевидным вывод о недостаточности для инженера только теоретической базы. Формулируя соотношение математической и прикладной статистики, А. И. Орлов [11] – и мы с ним согласны – отмечает особенности методологии статистики прикладной, включающей специальные, «внематематические» области знаний. Во-первых, это методология организации и проведения экспериментальных исследований стохастических процессов – планирование экспериментов, сбор данных, первичная оценка погрешностей и отбраковка «промахов», оценка репрезентативности статистических выборок, общий анализ и представление результатов. Во-вторых, организация математической и обязательно компьютерной обработки данных с использованием статистических программных продуктов, систематизация [12] и перманентный статистический анализ информации, накапливаемой в ходе исследований. Здесь же [11] обращается внимание на существенное несоответствие между прикладной и теоретической статистикой: теоретики, изучая и моделируя случайные процессы, продолжают ориентироваться на нормальное, гауссово, распределение. В то же время публикуемые «прикладниками» материалы и результаты экспериментальных исследований показывают, что распределения реально наблюдаемых случайных величин, в частности ошибок измерения, как правило, отличаются от нормальных. Педагогические исследования не являются исключением. Поэтому сейчас, как никогда прежде, необходим

переход на стохастические модели проектирования содержания инженерного образования [13].

Принцип стандартософии и преемственности

Основной тезис стандартософии заключен в следующем положении: «повторяющиеся и познаваемые явления природы, техники и производства должны устанавливать в стандартах и любого рода эталонах разумные ограничения и требования с целью обеспечения заданного качества жизни» [12]. Основные, по нашему мнению, принципы разработки образовательных стандартов, которые должны найти отражение в примерных основных образовательных программах: учет образовательных потребностей и возможностей заинтересованных сторон (субъектов образовательного рынка и рынка труда) на основе системного анализа состояния техно- и социокультурной среды; снижение структурной сложности объектов стандартизации при обязательном сохранении целостности, системности и функциональной полноты содержания инженерного образования; согласованность и преемственность стандартов для различных уровней образования с учетом установленных в паспортах специальностей «смежности» и «родственности» областей инженерных знаний; динамичность и вариативность образовательного стандарта, возможность его совершенствования; возможность высокотехнологичной инструментальной проверки стандарта образования [10]. В этой связи особую важность приобретает изучение предметов цикла «Стандартизация и метрология», поскольку учет различных ритмических процессов и связанных с ними требований придает особую дидактическую ценность при обучении системному мышлению.

Принцип коэволюции инженерной культуры, экономической среды и инженерного образования на основе принципов CDIO

Анализ современного состояния образования и возможных эффективных методов сокращения разрыва между теорией и практикой показывает, что принцип коэволюции нашел свое выражение в инициативе *CDIO* (*Conceive, Design, Implement, Operate* – Замысел, Разработка, Внедрение, Использование). Декларируемая цель *CDIO* [14]: инженер – выпускник вуза должен обладать компетенциями не только техническими (создание проекта на уровне идеи, конструкторско-технологическая проработка проекта), но и социальными (работа в проектной команде и, при необходимости, руководство командой проекта), и организационно-экономическими (внедренческая деятельность).

Отметим, что практическое выражение принципы *CDIO* нашли свое отражение в международном движении *WorldSkills*, в котором в последние годы начали принимать активное участие российские студенты. Главные задачи инженерного образования, как нам представляется, состоят в этом контексте в выработке современных технологий

эффективного усвоения знаний и развитии профессиональных навыков, превращении их в личностные знания (М. Полани), в уникальные для каждого инженера компетенции [15];

Моделью, дающей наиболее полное воплощение этого принципа, является проектное обучение. Однако подчеркнем, что в нашем понимании проектное обучение не должно внедряться на младших курсах – до того, как студенты получают фундаментальные знания, необходимые для специализации. На ранних стадиях обучения массовое активное вовлечение студентов в реализацию проектов вряд ли может привести к положительным результатам. Отметим также, что для освоения передовых технологий было бы целесообразно обеспечить избирательную возможность выбора: для «сильных» студентов – индивидуальная траектория обучения, т. е. возможность свободно переходить на другие кафедры, предлагающие более высокий уровень образования. Таким способом была бы обеспечена гибкая коррекция обучения и отбора для разных категорий инженеров.

Выводы

Обеспечение качества подготовки будущих инженеров, рассматриваемое как системно-ориентированная и согласованная образовательная деятельность преподавателей инженерных вузов и их научных и промышленных партнеров при постоянном внимании государства, должно происходить в следующих основных направлениях:

- видение стохастического характера объективных процессов, образующих единую социосистему;
- учет актуальных и прогнозных потребностей общества на основе интеллектуальной реиндустриализации;
- направленность образования на формирование общества с высоким уровнем технологической культуры, стимулирование участия бизнес-сообщества в поддержке перспективных научных разработок; на формирование генерации предпринимателей в сфере наукоемкого бизнеса;
- формирование целостной системы гарантий качества инженерного образования;
- создание и ведение национальных реестров аккредитующих организаций инженеров-профессионалов;
- развитие практико-ориентированных образовательных технологий путем создания профессиональных кадровых центров на базе крупных промышленных предприятий и базовых кафедр;
- глобальное переосмысление работы образовательных систем, переход к количественной оценке образовательного процесса.

Список литературы

1. Степин В.С. Кризис современной цивилизации и проблема объединяющих ценностей // Национальная философия в глобальном мире: тезисы Первого белорусского философского конгресса / НАН Беларуси, Институт философии; редкол.: В.Г. Гусаков (пред.) [и др.]. Минск: Беларуская навука, 2017. 765 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://philosophy.by/wp-content/store/event-2018-10-18.pdf> (дата обращения: 09.07.2019).
2. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход: учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 0305.00 - Проф. обучение (по отраслям). М.: Изд-во Московского психолого-социального ин-та, 2005. 215 с.
3. Крик Э. Введение в инженерное дело / Пер. с англ. М.: «Энергия», 1970. 176 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rema44.ru/resurs/conspcts/all2014/krik.doc>, (дата обращения : 09.07.2019).
4. Каблов Е.Н. Российская наука – источник знаний и технологий для шестого технологического уклада // Поиск. 2017. № 37. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poisknews.ru/magazine/28668/> (дата обращения: 28.06.2019).
5. Подлесный С. А., Масальский Г.Б. О некоторых подходах к формированию доктрины технологического развития России: инжиниринговые центры и кадровое обеспечение // Форум технологического лидерства России «Технодоктрина». 2013. [Электронный ресурс]. URL: https://vpk.name/news/124601_o_nekotoryih_podhodah_k_formirovaniyu_doktrinyi_tehnologicheskogo_razvitiya_rossii_inzhiniringovyie_centryi_i_kadrovoe_obespechenie.html (дата обращения: 09.07.2019).
6. Национальный доклад об инновациях в России 2015. [Электронный ресурс]. URL: http://www.i-regions.org/files/file_34.pdf (дата обращения: 09.07.2019).
7. Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. Экспертно-аналитический доклад / Под науч. рук. В.Н. Княгинина. М.: Центр стратегических разработок. 2017. С. 136. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/novaya-tehnologicheskaya-revolutsiya.pdf> (дата обращения: 09.07.2019).
8. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://minsvyaz.ru/common/upload/2227-pril.pdf> (дата обращения: 09.07.2019).
9. Денисова О.В. Трансформация системы высшего образования России в условиях

- формирования «Экономики знаний»: автореф. дис. ... канд экон. наук. Волгоград, 2013. 26 с.
10. Чигиринская Н.В. Новые цели и принципы отбора содержания инженерного образования: от профессиональной компетентности к экономической культуре инженера // Известия ВолгГТУ. 2013. № 9 (112). С. 122-125.
 11. Орлов А.И. Статистические методы и модели в социально-экономических исследованиях (тридцать лет спустя) // Прогнозы и прогнозирование. [Электронный ресурс]. URL: <http://prognoz.org/lib/statisticheskie-metody-i-modeli-v-sotsialno-ekonomicheskikh-issledovaniyakh-tridtsat-let-spustya> (дата обращения: 09.07.2019).
 12. Мынбаева Г.У., Фролов Г.Г. Система компетенций в проектировании научных исследований с применением стохастического моделирования // Вестник ЯГУ. 2009. Т. 6. № 1. С. 66-70.
 13. Богатырев А.И. Теоретические основы педагогического моделирования (сущность и эффективность) // ИД «Образование и наука». [Электронный ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/SND/Pedagogica/2_bogatyrev%20a.i..doc.htm (дата обращения: 09.07.2019).
 14. Проектное обучение. Практики внедрения в университетах / Под ред. Л.А. Евстратовой, Н.В. Исаевой, О.В. Лешукова. М.: Открытый университет. Сколково, 2018. 154 с.
 15. Некрасов С.И., Некрасова Н.А. Философия науки и техники: тематический словарь справочник: учебное пособие. Орёл: ОГУ, 2010. 289 с.