

Проблемы инженерного образования

УДК 378.031.4
ББК Ч448.025

DOI: 10.14529/ped170210

ИСТОРИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ

А.Ю. Рожик

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Люди инженерных профессий играют важную роль в развитии экономики государства. Создание отечественных передовых технологий определяет рост экономики и безопасность государства. Предпосылками их создания являются развитие научного знания и подготовка выпускников инженерных специальностей, готовых и способных к конструированию и проектированию. Сфера образования выполняет важную функцию – образование и подготовку будущих специалистов, которые смогут нестандартно и творчески решать в будущем научные и практические проблемы, разрабатывая современные высокие технологии. Одним из путей реализации этой цели может стать формирование профессионального, инженерного мышления, которое включает в себя профессиональное сознание, готовность к будущей профессиональной деятельности и инновациям. Цель статьи – поиск в исторической ретроспективе путей, методов, технологий в российском и зарубежном инженерном образовании. Такие примеры и образцы могут помочь в создании новых педагогических техник и технологий, в разработке модели будущего инженера, в формировании нового, нестандартного, инженерного мышления в образовательном процессе. Для достижения поставленной цели был проведен аналитический обзор формирования инженерного мышления в исторической ретроспективе. Обзор позволил нам оценить взаимосвязь инженерного мышления, инженерной деятельности и инженерного образования.

Ключевые слова: развитие инженерного мышления, инженерная деятельность, инженерное образование, инженер, инженерное мышление, отечественные передовые технологии.

1. Актуальность проблемы. Техническая мысль древнего мира создавала технологии и изобретения, поражающие воображение современников. Как пример этих изобретений и технологий – Египетские пирамиды, которые указывают на высокий уровень знаний в области математики, астрономии, в инженерном деле. И в наше время эти огромные сооружения не перестают удивлять современного человека и являются до сих пор загадкой. Как были сложены большие каменные глыбы, как проведены точные расчеты, учитывая, что человечество находилось на заре развития и не имело большого запаса технических знаний [25, 46].

В историческом пути развития человечества мы можем найти и другие примеры чудес инженерной мысли. Сменяются эпохи, ведущие к изменению мышления человека, происходит обновление всех областей жизни, накопление и систематизация инженерных знаний,

необходимых для создания технических новшеств. Примеры таких новшеств существуют во всём мире, в том числе и в России. Исаакиевский собор в Санкт-Петербурге, представляющий собой памятник мировой и русской, православной культуры, является одновременно чудом архитектурной и инженерной мысли. В 1837 г. при его строительстве для установки верхних колонн собора применялись приспособления для их поворачивания (прообраз современных шарикоподшипников) [8]. Кроме этого, начало строительства памятника мы связываем с именем Петра I, являющимся не только основателем Исаакиевской церкви, но и основателем первой русской военной инженерной школы и инженерного образования в России.

Век XXI – время высоких технологий. Казалось бы, сделано множество открытий, человек побывал в космосе, автоматизированы и компьютеризированы многие процессы, лю-

бая страна в мире обладает техническими новшествами, наукоемкими технологиями и высококлассными специалистами. Лидирующие страны, например, США, Япония, Германия [6], выставляют свою продукцию на международный рынок. Любая страна, отстающая в отрасли или сфере технологий, может импортировать и применять передовые технологии или пригласить для разработки иностранных специалистов. Но время диктует свои законы. Преимущество государства в технологической сфере обеспечивает национальную безопасность и экономическую независимость [9, 10, 35]. Создание технических новшеств возможно благодаря инженерной мысли квалифицированных инженеров, а развитию инженерной мысли должна способствовать сфера образования. В настоящее время необходимы обучение и подготовка собственных, отечественных специалистов, способных создавать технологии и изобретения. Примером собственной разработки технологий в России является строительство в Крыму моста через Керченский пролив. Данное сооружение – уникальное инженерное чудо. Мост будет самым большим совмещенным мостовым переходом в Европе протяженностью 19 километров. Для его строительства российские ученые и инженеры разработали уникальные технологии для борьбы с природными трудностями – сильные штормы, дрейфующий лёд, сейсмически активный район. Была рассчитана нагрузка на опоры моста в случае замерзания воды вокруг опор и в случае прихода из Азовского моря ледовых полей [38].

Создание подобных и других технологий возможно при развитии научного знания и подготовке профессионалов, готовых и способных создавать такие технологии. Большую роль в этой подготовке играет сфера образования.

Модернизация системы образования, в частности научно-технической сферы, где приоритет отдаётся качеству подготовки технических специалистов, является важным вопросом и рассматривается на государственном уровне [12, 14, 19]. Например, в Москве, на заседаниях Совета при Президенте по науке и образованию. Президентом России В.В. Путиным указывается, что необходимо учитывать глобальные тенденции, гибко реагировать на запросы общества и экономики, и с учётом этих требований провести анализ образовательных компетенций, что позволит

определиваться с моделью будущего специалиста. Должны быть разработаны такие компетенции, которые будут актуальны и востребованы через 10 лет [12]. Также обращается внимание на важность и значение гуманитарных знаний в развитии общества и государства. В частности, на это значение и важность было указано директором «Государственного Эрмитажа» М.Б. Пиотровским, который подчеркнул, что гуманитарные науки всегда были интеллектуальным, политическим и конкурентным преимуществом страны и служили России во все времена [12].

Всё вышесказанное определяет актуальность подготовки будущих инженерных кадров, фундаментальность, профессионализацию, а также гуманизацию технического образования.

2. Понятийный аппарат и проблема формирования инженерного мышления. Обучение и подготовку будущих специалистов, которые смогут нестандартно и творчески решать в будущем научные и практические проблемы, выполняет сфера образования. Одним из путей реализации этой цели может стать формирование *инженерного мышления* [37, 49, 55], включающего в себя профессиональное сознание, готовность к будущей профессиональной деятельности, готовность к инновациям. Через формирование инженерного мышления, как указывают учёные и практики, происходит решение таких проблем, как повышение учебной мотивации и преодоление формализма в усвоении знаний [17, 18, 26]. Сформированное инженерное мышление способствует развитию способностей выпускников нестандартно и творчески решать научные и практические проблемы, действовать не по алгоритму, прогнозировать и адаптироваться к новым ситуациям, проектировать и реализовывать масштабные инновационные проекты. Формирование профессионального мышления начинает складываться сначала под воздействием профессионального образования, в вузе.

Каким должно быть сегодня современное инженерное профессиональное образование, какие пути и методы должны использоваться в процессе обучения, необходимо ли чётко следовать традициям, сложившимся в образовании или необходимо его модернизировать, что несут в себе инновации, в чём заключается связь образования и «инженерного мышления», какая должна быть «модель будущего

инженера». Ответами на эти и другие вопросы могут явиться анализ и оценка исторических этапов формирования инженерного мышления. Такой анализ позволит рассмотреть предпосылки и условия, определяющие формирование и развитие инженерного мышления, и на этой основе сделать выводы.

Прежде чем проводить оценку исторического пути и становления инженерного образования в России и за рубежом, необходимо обратиться к понятиям «инженер», «инженерная деятельность», «инженерное мышление».

Слово **«инженер»** латинского происхождения («ingenare» – «творить», «создавать», «изобретать», «внедрять»). Это специалист в какой-либо области техники с высшим техническим образованием [1, 57]. **Инженерная деятельность** – это область технической деятельности, которая предполагает регулярное применение научных знаний – знаний, полученных в научной деятельности для создания искусственных, технических систем: сооружений, устройств, механизмов, машин. В этом заключается отличие инженерной деятельности от технической деятельности, которая основывается больше на опыте, практических навыках, догадке [44, 45]. В связи с этим основной функцией инженера следует считать интеллектуальное обеспечение процесса создания техники, а специальное образование следует рассматривать как характеристику профессии [21]. К особенностям инженерной деятельности относят: 1) связь с техникой (так как это область технической деятельности); 2) получение специального образования (так в деятельности инженера применяются научные знания; 3) инновационный компонент в деятельности инженера (так как одной из целей, является изобретение, разработка и создание техники). Выделяют виды инженерно-технической деятельности: **научно-техническая, конструкторская (проектная), технологическая**. В связи с выделением видов инженерной деятельности, а также разделением инновационного процесса на 2 стадии, выделяются группы субъектов этой деятельности – разработчики и эксплуатационники. Функции первых – изобретение, разрушение сложившихся технологических традиций, функции вторых – установление традиций, соблюдение стандартов, тиражирование созданных изобретений. Инновационный конфликт между изобретательской деятельностью и стремлением к стандартизации приёмов труда обуславливает

особенности психологического склада инженеров [13, 20, 21, 22]. С одной стороны, инженер должен мыслить нестандартно, находить новые решения, с другой стороны, он должен стремиться к оптимальным и стабильным формам производства. Деятельность инженера, в отличие от деятельности других представителей профессий, таких как педагоги, врачи, актеры и др., по своей роли в общественном производстве является производительным трудом, непосредственно участвующим в создании национального дохода [27].

Так как инженер – это специалист, осуществляющий инженерную деятельность, в отличие от других видов деятельности, имеющую свои особенности, и обуславливающую особенности психологического склада инженера, то можно говорить об особом виде мышления – **инженерном мышлении**.

В целом **инженерное мышление** можно определить как процесс, связанный с научно-технической, конструкторской (проектной), технологической деятельностью. Существуют разные точки зрения о понятии «инженерное мышление». С позиций философии тема «инженерное мышление» была раскрыта в работе М.Л. Шубаса. Вопросы формирования инженерного мышления в процессе обучения рассматривались в работах Г.С. Альтшуллера, Т.В. Кудрявцева, Д.А. Мустафиной, З.С. Сазоновой, М.М. Зиновкиной, Г.А. Рахманкуловой, Н.В. Чечёткиной, Л.Д. Столяренко, А.П. Усольцева, Т.Н. Шамало. Из зарубежных исследователей по этой теме можно выделить: Х. Перси (США), Э. Крик (Англия), В. Lucas, J. Hanson (Англия).

В основе понятия **инженерное мышление** лежит родовое понятие **мышление** [24, 30, 36] – процесс, неразрывно связанный с деятельностью. Существуют различные классификации развития инженерного мышления (В.Г. Горохов, И.М. Орешников, Э. Крик, М.Л. Шубас, О.В. Крыштановская, С.И. Некрасов). Большинство исследователей инженерии выделяют трёхуровневую или трёхэтапную классификацию (В.Г. Горохов, И.М. Орешников, М.Л. Шубас, О.В. Крыштановская). Одни из исследователей в основу классификации ставят развитие инженерного мышления как смену его стилей в контексте исторического развития (М.Л. Шубас). Другие за основу берут понятие институционализации профессии, т. е. процесс возникновения и развития системы общественных механизмов,

обеспечивающих стандартизацию, регламентацию и контроль как самой деятельности, так и функционирования и социального воспроизводства профессиональной группы (О.В. Крыштановская). Понятие «деятельности», «инженерной деятельности» является основой классификации третьей группы исследователей (В.Г. Горохов, И.М. Орешников) [29, 44].

В разработанной нами периодизации развития и формирования инженерного мышления в историческом контексте за основу взяты два процесса – образование и инженерная деятельность.

3. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления. Рассмотрим исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления.

1-й этап – с XVII в. – этап технического мышления. Происходит становление инженерной профессии и формирование инженерного мышления.

Здесь можно выделить предэтап – *доинженерный, с 1-го по 2-е тысячелетие до н. э.* Уже в античном обществе инженерное дело впервые приобретает признаки профессии: регулярное воспроизводство, доход от занятия, определенную систему получения знаний. Древние цивилизации были бы невозможны без использования технических знаний, примитивные орудия сменялись орудиями труда и охоты, вместо примитивных жилищ стали строиться огромные города и большие сооружения. При проектировании орудий труда, охоты, зданий использовалась инженерная мысль. Можно назвать имена первых инженеров Древнего мира: Архимед, Герон Александрийский [7, 25]. Архимед (287 г. до н. э.) не только основоположник учения о центре тяжести, но и основатель гидростатики и первый разработчик конструкций военных машин. Оружие древности – «коготь Архимеда» – было супероружием древности, и до сих пор поражает воображение. Герон Александрийский (I в. н. э.) открыл эру механизации, создавал первые механизмы: автоматические ворота в храм, автомат для продажи воды. Подобные примеры говорят об аналитико-синтетической деятельности мышления, элементах технического творчества, зачатках инженерного мышления.

Период средневековья, сменивший период античности, стал *этапом преинженерно-*

го, технического мышления, так как в средние века ещё не существовала инженерная деятельность в современном понимании, а была техническая деятельность и ремесленная организация производства. Догмы и религиозное мировоззрение того времени долгое время сдерживали развитие инженерной мысли. Лишь в эпоху Возрождения начинается становление инженерного мышления. Это происходит благодаря сфере художественного мышления. Идеи из этой сферы распространились постепенно на техническое творчество. Первыми инженерами были учёные и ремесленники. Среди инженеров-изобретателей этого периода можно выделить таких, как Леон Батиста Альберти, Леонардо да Винчи, Никколо Тарталья.

В России зарождение и становление инженерного мышления и специального инженерного образования обусловлено историко-культурным развитием страны. Оно имело свои особенности. Во-первых, это принятие в 988 г. Русью христианства, на полторы тысячи лет позднее Европы. К этому времени Русь имела самобытные традиции. Сохранился родной, славянский язык. Вследствие этого сформировался особый менталитет, который отличался от западноевропейского. Эти исторические особенности развития России в дальнейшем обусловили характер развития образования как в целом, так и инженерного в частности в XVIII в., в Эпоху Петра I. Русских инженеров не существовало вплоть до XVIII в. Это звание давалось только иностранцам. Но отечественные мастера и ремесленники могли и делали инженерное дело высококлассно.

Развитие машинного производства, мореплавание, торговля в Европе и России положили начало научной и технической изобретательской деятельности. Формируется потребность в решении сложных технических задач, создаются условия для практического применения данных науки [51]. В XVII–XVIII вв. происходят перемены в науке, делается множество технических и инженерных изобретений. В России, например, в XVIII в. разработана, построена и испытана модель 300-метрового арочного моста через Неву, изобретён фонарь-прожектор, речное «машинное» судно с вододействующим двигателем (1772 г., И.П. Кулибин), изобретён паровой котёл (1764 г., И.И. Ползунов).

Вывод. В доинженерный этап технические знания формировались, шло их накопление, они фиксировались в книгах, нарабаты-

вался опыт, который передавался от мастеров другим поколениям. Были сделаны первые открытия и изобретения, что указывает на аналитико-синтетическую деятельность мышления. Формируются специальные умения и навыки. При решении технических задач и работ использовался ручной, ремесленный труд. Многие задачи решались или интуитивно, или методом проб и ошибок. Специального научно-технического, инженерного образования в классическом его понимании ещё не существовало. Вместе с техническим прогрессом меняется и мышление. В период Средневековья, на этапе «технического мышления», происходит становление технического творчества благодаря отмене средневековых религиозных догматов. Основными создателями технических нововведений были ремесленники. Инженерные знания передаются от поколения поколению, фиксируются. Запас научных фактов становится настолько велик, что требуется специальное техническое образование.

2-й этап – XVIII–XIX вв. – этап механистического типа мышления, этап классического инженерного образования. Данный период характеризуется возникновением специального инженерного образования, инженерной деятельности как профессии и формированием инженерного мышления. Начало становления инженерной профессии и формирование инженерного мышления связано с эпохой машинного производства и постоянного использования в нём научных знаний. Промышленный переворот, начавшийся с XVIII в., даёт толчок для развития механики. Потребовалось значительное количество инженеров, поэтому стали открываться технические школы. Механика начинает входить в число университетских дисциплин. В Лондоне в 1660 г. создается Королевское научное общество, во Франции в 1666 г. Французская Академия наук, их создание имело большое значение для инженерного дела. С этого времени инженерное дело основывается и становится зависимым от целенаправленного обучения.

Родиной современного инженерного образования считается **Франция**. Первые учебные заведения, которые готовили инженеров, были созданы в 1747–1748 гг. Главной чертой французской научно-инженерной школы были глубокие знания в области математики и аналитической механики. В XVIII в. возник

ает система среднего специального технического образования в **Германии** и новая форма учебного заведения – техникум, курс обучения в котором был от 2,5 до 4 лет. Выпускникам присваивалось звание инженера. В 20–30-е гг. XIX в. возникает сеть технических заведений, технические школы в Берлине (1821), Карлсруэ (1825), Мюнхене (1825), Дрездене (1828). После преобразования технических учебных заведений в высшие технические школы в 70–80-х гг. XIX в., возникает немецкая инженерная школа, которая стала сильнейшей в мире и оказала свое влияние на образование в других странах. В **Англии** долгое время не существовало системы инженерного образования. Первые и небольшие высшие инженерные учебные заведения – Королевская школа горного дела, Королевская школа кораблестроения и Королевский химический колледж – появились только в 40–50-е гг. XIX в. Инженерные вузы Великобритании стали активно развиваться только после всемирных промышленных выставок (в Лондоне в 1851 г. и в Париже в 1867 г.), которые показали, что Британская империя проигрывает в качестве и технологическом уровне своих промышленных товаров. Инженерные и сельскохозяйственные вузы в **Америке** стали возникать сравнительно поздно, но их рост был сразу поддержан всей элитой, заинтересованной в быстром экономическом развитии. Быстрый рост американской системы технического образования привел к тому, что к началу Первой мировой войны США в количественном отношении догнали и перегнали Европу. В качественном отношении инженерное образование в американских вузах (Массачусетский и Калифорнийский технологические институты, Мичиганский, Стэнфордский и Калифорнийский университеты) долгое время испытывало сильнейшее европейское влияние, большую роль в нем играли европейские иммигранты из Германии и России [39, 40].

Традиция государственного инженерного образования в **России** является одной из **старейших и сильнейших в мире** [47]. Зарождение инженерного образования в России связано с реформами Петра I (1682–1725). Строительство заводов, городов, развитие промышленности, усиление армии, создание флота потребовало наличие профессиональных офицеров, моряков, артиллеристов, инженеров. Чтобы распространить инженерные знания среди

русских, молодых дворян сначала отправляли за границу в целях изучения инженерного дела. А позже начинает формироваться собственное отечественное профессиональное инженерное образование. В 1701 г. Петром I была создана в Москве (в Сухаревой башне) Школа математических и навигацких наук, которая стала предшественником Николаевской морской академии и Морского инженерного училища императора Николая I, до настоящего времени готовящих квалифицированных кораблестроителей, морских инженеров, гидрографов [53]. **Первая инженерная школа** была основана Петром I 16 января 1712 г. в Москве (нынешний Военный инженерно-космический университет им. А.Ф. Можайского), **вторая инженерная школа** в Петербурге в 1719 г. Образование в этот период стало служить интересам государства. Воспитание сохраняло христианские традиции, а государство поддерживало это как христианско-православное, но придавало ему светский характер. Для развития мышления характерно возникновение нового идеала человека: светски образованного, обладающего широким взглядом на мир, сохраняющего национальные традиции, готового на подвиг ради Отечества [15].

Подъем промышленного производства во второй четверти XIX в. вызвал необходимость расширения технического образования. Строительство новых фабрик, заводов, железных дорог, переоснащение машинной техникой старых фабрик требовало профессиональных знаний и профессиональной инженерной подготовки. К этому времени сформировался русский преподавательский корпус и были открыты новые технические учебные заведения: Технологический институт в Санкт-Петербурге (1828 г.), Императорское Московское техническое училище (ИМТУ) в 1868 г. ИМТУ (в настоящее время МГТУ им. Н.Э. Баумана) было одним из первых в мире, где началось преподавание аэродинамики. Специфика российской инженерной школы состояла в том, что по заданию промышленности и государства профессора выполняли научные разработки. С этого времени стали формироваться такие черты высшего отечественного образования, как глубокая фундаментальная подготовка по математике, инженерным специальностям и обучение нескольким иностранным языкам. Основной вклад в создание системы производственного обучения при-

надлежит инженеру и педагогу, деятелю технического образования Д.К. Советкину, который является одним из создателей операционной системы производственного обучения «механическим искусствам», или «русской системы». Эта система была известна и в России, и за рубежом. В основе системы был **принцип «от простого к сложному»**. Система предполагала теоретическую и практическую подготовку техников. Обучение отличалось универсальностью, формировало умение творчески применять навыки в производстве [4]. «Русская система» производственного обучения была высоко оценена за рубежом и широко применялась в технических школах всего мира [4, 6].

Вывод. Возникновение инженерной деятельности в XVIII–XIX вв. как одного из видов трудовой деятельности связано с появлением мануфактурного и машинного производства. Возникновение инженерной деятельности как профессии связано с регулярным применением научных знаний в технической практике. А формирование классического инженерного образования связано с решением основных государственных задач – развитием транспортной инфраструктуры, военного и морского дела, горной промышленности. В России главным достижением становления инженерного дела было возникновение системы высшего технического образования во времена Петра I, выделение инженеров в особый род войск, появление гражданской инженерной специальности.

На этом историческом этапе «инженерное мышление» меняется и формируется под влиянием изобретений. Это возникает в связи с тем, что с XVII в. вводятся патенты на изобретения, юридически закрепляются права для пользования новыми разработками в сфере промышленности. Законы о патентах появляются сначала в Англии (1623 г.), а затем во Франции (1791 г.). Новые технические идеи становятся товаром и приносят доход. Формируется новый взгляд на авторские права изобретателя, заинтересованность инженеров в активной инновационной деятельности. Всё это влияет на дальнейшее становление, формирование инженерного мышления и активизирует инновационную деятельность. Характер инженерного труда, основанный на расчетах, анализе, алгоритмизации, обуславливает формирование особого мировоззрения. Особенно высокая самооценка была присуща во-

енным инженерам. Складывается культура профессии, для мышления характерен технизм, философия техники [21, 44, 45, 56]. Появляются первые инженерные учебные заведения. Складывается и развивается классическая государственная система инженерного образования, имеющая свои особенности в каждой стране. Формируются отличительные черты научно-инженерных школ каждой страны, некоторые из которых дошли и сохранились до настоящего времени.

3-й этап – 1901–2000 гг. Данный этап можно назвать **этапом системного инженерного мышления**.

К началу XX столетия инженерная деятельность включает сложный комплекс различных видов деятельности: изобретательская, конструкторская, проектировочная, технологическая. Эта деятельность обслуживает разнообразные сферы техники: машиностроение, электротехнику, химическую технологию. Формируется особый вид инженерной деятельности – *проектирование*. Первоначально оно связано с деятельностью чертежников, чтобы те точно графически изобразили замысел инженера для его дальнейшей передачи на производство. В дальнейшем проектирование связано с научно-техническими расчетами на чертеже для основных параметров будущей технической системы [27, 44, 45, 54].

В инженерном мышлении происходит кризис в связи с выделением проектирования в самостоятельную область инженерной деятельности. Раньше оно ориентировалось на создание простых технических систем. Теперь начинает формироваться системотехническая деятельность и системное мышление, направленное на создание сложных технических систем. Связано это было со структурой системотехнической деятельности, которая включает в себя шесть стадий: предпроектную стадию – подготовку технического задания, затем разработку эскизного проекта, третью – изготовление, четвертую – внедрение, пятую – эксплуатацию, шестую – оценку. На каждой фазе инженер начинает выполнять одни и те же последовательные операции: *анализ проблемной ситуации, синтез решений, оценку и выбор альтернатив, моделирование, корректировку и реализацию решения* [27, 44, 45]. Инженерное образование к этому времени в разных странах имеет уже свои четкие особенности и специфику. В **Америке**

техническое образование было типично рыночным институтом, ориентированным на удовлетворение запросов промышленности и коммерческих организаций. В **Европе** техническое образование ориентировалось сначала на государство, а потом уже на рынок. В **России** дореволюционная система технических вузов сохранилась и продолжала развиваться, хотя и подверглась серьезной ломке в 1929–1930 гг., когда инженеры подверглись репрессиям [39, 40].

В годы Великой отечественной войны советские инженеры внесли вклад в победу СССР. Были разработаны самолёты боевой авиации, разработанные А.Н. Туполевым. Инженеры-конструкторы А.М. Юновидов, Я.А. Копержинский, Н.Г. Лощинский в 1940 г. создали и построили боевые корабли, подводные лодки и эскадренные миноносцы [16, 25, 48]. Послевоенные годы во всём мире – это время НТР и автоматизации производства. Интересы ученых и инженеров заключаются в решении практических технических задач, в исследованиях космоса. Яркие представители инженеров-конструкторов СССР – С.П. Королев, В.П. Мишин, М.Т. Калашников [16, 25, 48].

В 1940-е гг. в мире развитие военной техники и новых форм автоматизации производства привели к созданию особой научной дисциплины – кибернетики. Она явилась следствием ускоряющегося процесса интеграции научного знания и возникла на стыке наук физики, математики, биологии, технических и социально-экономических дисциплин. К возникновению кибернетики привело развитие радиотехники, электроники, появление электронно-вычислительных машин. Основой развития идей кибернетики явилась статистическая физика – труды Л. Больцмана и Д. Гиббса в конце XIX в. и теория вероятностей, а в XX в. работы отечественных учёных А.Я. Колмогорова и А.Я. Хинчина [32].

С развитием кибернетики в СССР в 1960–1970-е гг. разрабатываются методы программированного обучения (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина, Д.Б. Эльконин). В 1970–1980-е гг. – методы проблемного обучения (И.Я. Лернер, М.И. Махмутов, А.М. Матюшкин) [2, 23, 31].

В 1950–1960-е гг. во всём мире происходят качественные изменения в орудиях труда, появляется ЭВМ, искусственные виды сырья, новые материалы (пластмассы, синтетические

волокна, смолы), происходит осуществление новых видов и источников энергии (атомная). На производстве появляется новое оборудование, станки. В результате данных изменений уменьшается доля ручного труда. Новая техника требует изменений организации производства, квалификации рабочей силы, условий труда, уровня инженерного дела. Техника морально устаревает через каждые 5–10 лет, за это же время увеличивается объем знаний в два раза. Это ведет к появлению и исчезновению многих новых профессий и специальностей, к необходимости непрерывного расширения и обновления знаний, к опережающей профессиональной подготовке инженерно-технических кадров [6, 25].

НТР приводит к тому, что мир задумывается о социально-экономических последствиях НТР, и в 1950–1960-е гг. начинается бум «технологических прогнозов». В *Америке* после реализации разрабатывавшейся в конце 1950-х – начале 1960-х гг. программы «Аполлон», предусматривавшей высадку американских космонавтов на Луну, а фактически закладывавшей основу превосходства ракетного потенциала США в космосе, американским экспертам было поручено разработать прогноз-предсказание, какими станут США и мир через 15 лет после реализации этой программы [3]. Во второй половине 1960-х гг. технологические прогнозы дошли до СССР. Сначала прогнозирование и программирование отождествлялись с капитализмом, рассматривались как диверсия против социалистического планирования, но уже в 1968 г. было принято решение о создании в Институте международного рабочего движения сектора, а потом отдела прогнозирования социально-экономических последствий научно-технического прогресса. Это явилось важным шагом, так как прогнозирование в технической сфере играет важную роль. Главная задача технического прогнозирования заключается в возможности предвидеть и осуществить предупреждение отказов в работе. Целью научно-технического прогнозирования является выявление и анализ основных тенденций научно-технического развития технических систем. Прогнозирование, как правило, осуществляется на трёх стадиях: проектирования, производства и эксплуатации [11].

Ускорение темпов развития общества вело к необходимости подготовки специалистов инженерного профиля к жизни в быстро ме-

няющихся условиях. Стали рассматриваться вопросы совершенствования высшего образования, политехнической и профессионально-технической подготовки учащихся. Например, в СССР уже в 1960–1970-х гг. важное место в научно-педагогической деятельности занимали вопросы совершенствования политехнической и профессионально-технической подготовки учащихся [31]. А научные поиски в области теории и практики политехнического обучения, профессионально-технического образования и трудовой подготовки учащихся, велись еще с 1950-х гг. Были опубликованы работы С.М. Шабалова, С.Т. Шаповаленко, А.А. Шибанова. Под редакцией К.А. Ивановича издана книга «Соединение обучения с производительным трудом в сельской школе» и ряд сборников об опыте передовых школ. При этом одни ученые выдвигали идею профессионализации общеобразовательной школы; другие считали, что подготовку молодежи к практической деятельности следует осуществлять в рамках общего политехнического образования. Создание в АПН СССР отделения педагогики и психологии профессионально-технического образования значительно расширило научные разработки в сфере профессионально-технического образования. Опубликованы труды: «Основы профессиональной педагогики», «Производственная педагогика», «Очерки истории профтехобразования» и др. (С.Я. Батышев, Н.И. Думченко, Е.Г. Осовский, Н.Н. Кузьмин, Н.В. Кузьмина). Определены основные направления и принципы взаимосвязи общего и профессионально-технического образования [2].

В странах Европы с 1999 г. стала происходить модернизация профессионального образования. Она основывалась на нормативно-законодательных актах, обусловленных Болонским процессом [5], направленным на создание к 2010 г. европейской системы высшего профессионального образования, которая позволила бы гражданам *Европы* свободно выбирать учебные заведения, работу, сферу деятельности и страну. Болонский процесс предусматривал построение Зоны европейского высшего образования. Для этого предлагалось принятие системы легко понимаемых и сопоставимых степеней образования для обеспечения возможности трудоустройства европейских граждан в любой европейской стране; внедрения системы кредитов по типу ECTS – европейской системы перезачётов од-

ним учебным заведением дисциплин, сданных в другом учебном заведении; содействие мобильности студентов и обеспечение доступности образования и практической подготовки; сотрудничество в разработке сопоставимых критериев оценки знаний и методологий, совместных программ обучения [5]. Введение же реформ в сфере высшего образования в *России* [33, 43, 50] оказало не только положительное влияние, но и создало новые проблемы. Например, неоднозначность введения Болонской системы образования, где помимо плюсов системы существовало и много минусов, компетентностного подхода [41], который не всегда соответствует традициям отечественной системы инженерного образования, основанной на фундаментальной подготовке. Несмотря на эти меры, с 1990-х и по 2000-е гг. во всём мире в сфере инженерно-технического образования и выпуска ИТР констатируется затянувшаяся стагнация [6, 42, 52]. Учёными и практиками выявлен ряд причин, оказавших негативное влияние на научно-техническую сферу, уровень выпускников, развитие и внедрение инноваций. Например, в *СССР* распад государства и плановой экономики, долгое становление рыночной экономики, реформы в 1990-е гг. привели к отставанию отечественных технологий от мирового уровня, к снижению числа промышленных предприятий, рабочих мест, к падению престижа инженерных профессий [6, 28]. В странах *Европы* также существует проблема нехватки инженеров, растёт спрос на эффективных специалистов инженерного профиля. Так как падает популярность инженерных специальностей среди молодёжи, снижается доля студентов технических университетов. Например, в *Великобритании* в период с 1994 по 2004 г. число выпускников инженерных специальностей в университетах сохранялось на уровне 24,5 тыс. человек за год. По окончании учебы менее половины этих выпускников продолжили работать по специальности [6, 42].

Вывод. В данный исторический период уже выработана классическая система инженерного образования во всем мире, инженерное дело теперь в самом расцвете и основывается на научной базе. Развиваются инженерные способности, изобретательство, созданы передовые технологии, на смену ручного труда пришло машинное производство. Инженерное мышление усложняется и становится системным. Но 1990-е и 2000-е гг. характери-

зуются снижением интереса к инженерным специальностям, невостребованностью инженеров, кризисом в инженерном образовании. Данный период в развитии инженерного мышления можно назвать противоречивым: с одной стороны, это период системного инженерного мышления, а с другой стороны, конец этого периода характеризуется кризисом в инженерном образовании и инженерном деле.

Заключение. Развитие инженерного мышления имеет важное стратегическое значение для любого государства и связано с развитием инженерного дела и с образованием. Это развитие также обуславливается историко-культурным развитием государства. Анализ и оценка проблемы формирования инженерного мышления в исторической ретроспективе позволяет сделать вывод о неразрывности развития мышления с конкретным временем, эпохой, развитием государства и национальным менталитетом. Кроме этого, рассмотрение проблемы формирования инженерного мышления в историческом контексте, как в процессе образования, так и в процессе собственно самой инженерной деятельности, имеет важное практическое значение. Изучение собственного педагогического наследия, традиций, методологии и методов обучения [39, 40, 47] а также изучение наилучших примеров из зарубежного опыта [15, 58, 59] могут помочь в восстановлении научно-технической сферы. Инженер в современном мире должен уметь создать технологии как для производства товаров и техники бытового потребления, так и для создания передовых технологий для суверенитета и безопасности страны. Насколько эти технологии будут передовыми, настолько будет увеличиваться экономическая независимость и оборонный потенциал любого государства. И как обратное – суверенитет и будущее любого государства определяется научно-техническим образованием и качественными специалистами. Поэтому сегодня Россия должна использовать эффективно не только инновации других стран в технологиях и образовании, но и начать применять собственный наработанный годами и веками передовой опыт в образовании и производстве. Необходимо вернуться к наставничеству, к классическому пятилетнему циклу обучения [34], формировать умение работать в коллективе. Необходимо поднять престиж инженерных специальностей, престиж рос-

сийского образования, ведь когда-то «русский метод» подготовки инженеров был высоко оценен за рубежом и применялся в технических школах всего мира, так же, как и система образования в области математики и физики занимала лидирующее положение в мире и была признана качественной. Инженерная подготовка осуществлялась так, что инженер должен был быть одновременно и ученым, и техническим специалистом, и организатором промышленного производства. «Неформальные знания» давались не только в рамках вуза, но и в семье. Большую роль здесь играла семейная традиция образования. В России существовали семейные инженерные династии.

Приняв во внимание отечественные традиции и наследие, а также зарубежный опыт и инновации, можно будет говорить не о подготовке элитных специалистов-инженеров, а о качественной подготовке российского инженера, исследователя или линейного инженера.

Литература

1. Автономова, А.С. Энциклопедия эпистемологии и философии науки / Н.С. Автономова и др. – М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2009. – С. 537–549.
2. Батышев, С.Я. Профессиональная педагогика: учеб. для студентов, обучающихся по пед. специальностям и направлениям / С.Я. Батышев, А.М. Новиков. – Изд. 3-е, перераб. – М.: Изд-во ЭГВЕС, 2009. – 456 с.
3. Бестужев-Лада, И.В. Социальное прогнозирование. Курс лекций / И.В. Бестужев-Лада. – М.: Пед. о-во России, 2002. – 392 с.
4. Богуславский, М.В. История педагогики: учебник для аспирантов и соискателей системы послевузовского образования по дисциплине «История и философия науки» / М.В. Богуславский [и др.]; под ред. Н.Д. Никандрова. – М.: Гардарики, 2007. – 413 с.
5. Болонский процесс и качество образования. Ч. 1. Документы. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. – 138 с.
6. Боровков, А.И. Современное инженерное образование: учеб. пособие / А.И. Боровков. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.
7. Будник, В.А. История инженерного образования и энергетической техники с древнейших времен до начала XX века. Курс лекций / В.А. Будник. – Иваново: Иванов. гос. энергет. ун-т им. В.И. Ленина, 2011. – 140 с.
8. Бутиков, Г.П. Государственный музей «Исакиевский собор» / Г.П. Бутиков // Культурное наследие Санкт-Петербурга: прил. к журналу «Музеи России». – СПб., 1998. – 145 с.
9. Ваулин, С.Д. Развитие компетенций проектно-конструкторской деятельности будущих инженеров ракетно-космического комплекса в национальном исследовательском университете / С.Д. Ваулин, И.О. Котлярова, Е.В. Сафонов // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: материалы междунар. науч.-метод. конф. – СПб., 2014. – С. 6–15.
10. Гершунский, Б.С. Готово ли современное образование ответить на вызовы XXI века? / Б.С. Гершунский // Педагогика. – 2001. – № 10. – С. 3–12.
11. Глуценко, В.В. Прогнозирование / В.В. Глуценко. – 3-изд. – М.: Вузов. кн., 2000. – 208 с.
12. Доклад президента России В.В. Путина // Заседание Совета при Президенте по науке и образованию 21 янв. 2016 г. – <http://www.kremlin.ru/events/president/news/51190> (дата обращения: 06.02.2016).
13. Зиновкина, М.М. Теоретические основы целенаправленного формирования творческого технического мышления и инженерных умений студентов: учеб. пособие / М.М. Зиновкина. – М.: Завод-вуз, 1987. – 83 с.
14. Информационно-аналитические материалы Государственной Думы. «О концепции доктрины подготовки инженерных кадров в России». – <http://www.duma.gov.ru> (дата обращения: 04.03.2017).
15. История педагогики и образования: учеб. пособие для пед. учеб. заведений / под ред. А.И. Пискунова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ТЦ «Сфера», 2001. – 512 с.
16. Калашиников Михаил Тимофеевич. Биография // Инженеры России. – <http://rus-eng.org/eng/Kalashnikov%20Mikhail%20Timofeevich.htm> (дата обращения: 14.02.2017).
17. Котлярова, И.О. Информальное образование в системе непрерывного образования научно-педагогических работников / И.О. Котлярова, М. Прохазка // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 16–22.
18. Котлярова, И.О. Непрерывная подготовка студентов технических направлений к инновационной деятельности / И.О. Котля-

рова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование и педагогические науки». – 2012. – № 26 (285) – Вып. 17. – С. 15–19.

19. Кочелягин, Н. Импортзамещение требует модернизации образования / Н. Кочелягин // Босс. – 2015. – № 03. – <http://www.bossmag.ru> (дата обращения: 18.03.2017).

20. Крик, Э. Введение в инженерное дело: пер. с англ. / Э. Крик. – М.: Энергия, 1970. – 176 с.

21. Крыштановская, О.В. Инженеры: Становление и развитие профессиональной группы / О.В. Крыштановская. – М.: Наука, 1989. – 144 с.

22. Кудрявцев, Т.В. Психология технического мышления: процесс и способы решения технических задач / Т.В. Кудрявцев. – М.: Педагогика, 1975. – 304 с.

23. Кузнецов, В.В. Ведущие ученые России в области теории и методики профессионального образования: учеб. пособие для магистров и аспирантов, докторантов / авт.-сост. В.В. Кузнецов. – М.: Эгвес, 2015. – 94 с.

24. Мещеряков, Б.Г. Современный психологический словарь / под ред. Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. – СПб.: Прайм-ЕВРО-ЗНАК, 2007. – С. 232.

25. Морозов, В.В. История инженерной деятельности: курс лекций / В.В. Морозов, В.И. Николаенко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 336 с.

26. Мустафина, Д.А. Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формировании инженерного мышления / Д.А. Мустафина // Инженер. образование. – 2011. – № 7. – С. 10–15.

27. Некрасова, Н.А. Философия техники: учеб. / Н.А. Некрасов, С.И. Некрасов. – М.: МИИТ, 2010. – 164 с.

28. Новиков, А.М. Развитие отечественного образования / А.М. Новиков // Полеми. размышления. – М.: Изд-во «Эгвес», 2005. – 176 с.

29. Орешников, И.М. Философия техники и инженерной деятельности: учеб. пособие / И.М. Орешников. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2008. – 109 с.

30. Петухов, В.В. Психология мышления: учеб.-метод. пособие для студентов факультетов психологии гос. ун-тов / В.В. Петухов. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 89 с.

31. Поздняков, А.Н. История педагогики и образования за рубежом и в России: учеб.

пособие / А.Н. Поздняков. – Саратов: Издат. центр «Наука», 2009. – 143 с.

32. Поносов, Ф.Н. Современные философские проблемы техники и технических наук: учеб. пособие / Ф.Н. Поносов. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2013. – 262 с.

33. Приказ Минобрнауки РФ от 15 февраля 2005 г. № 40 «О реализации положений болонской декларации в системе высшего профессионального образования российской федерации». – <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 04.03.2017).

34. Ректор МГУ предложил вернуться к пятилетнему обучению в вузах. ТАСС, информационное агентство России. – <http://tass.ru/obschestvo/3848533> (дата обращения: 10.12.2016).

35. Rogozin, D. Прыжок в шестое поколение / Д. Rogozin // Рос. газ. – Федер. вып. № 6343 (71). – <https://rg.ru/2014/03/28/rogozin.html> (дата обращения: апр. 2016).

36. Рубинштейн, С.Л. О мышлении и путях его исследования / С.Л. Рубинштейн. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – 147 с.

37. Рудской, А.И. NBIC-конвергентное инженерное образование / А.И. Рудской // Партнёрство цивилизаций. – 2013. – № 3. – С. 48–53.

38. Самофалова, О. Керченский мост должен стать уникальным инженерным чудом / О. Самофалова // Деловая газета «Взгляд». – <http://www.vz.ru> (дата обращения: 17.03.2017).

39. Сапрыкин, Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы / Д.Л. Сапрыкин // Высш. образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125–137.

40. Сапрыкин, Д.Л. История инженерного образования в России, Европе, и США: развитие институтов и количественные оценки / Д.Л. Сапрыкин // ВИЕТ. – 2012. – № 4. – С. 51–90.

41. Сенашенко, В.С. Компетентностный подход в высшем образовании: миф или реальность / В.С. Сенашенко, Т.Б. Медникова // Высшее образование в России. – 2014. – № 5. – С. 34–45.

42. Симоньянц, Р.П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности / Р.П. Симоньянц // Наука и образование. – 2014. – № 3. – С. 394–418.

43. Становление и развитие системы университетского технического образования

- в России / под ред. И.Б. Фёдорова и В.К. Балтяна. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 187 с.
44. Степин, В.С. Философия науки и техники: учеб. пособие / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – М.: Контакт – Альфа, 1995. – 384 с.
45. Степин, В.С. Философия науки. Общие проблемы: учеб. для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук / В.С. Степин. – М.: Гардарики, 2006. – 384 с.
46. Технологии строительства египетских пирамид. – <http://egyptopedia.info> (дата обращения: 18.03.2017).
47. Тимошенко, С.П. Инженерное образование в России / С.П. Тимошенко // пер. с англ. В.И. Иванова-Дятлова, под ред. Н.И. Шапошникова, предисл. В.Н. Луканина. – Люберцы: ПИК ВИНТИ, 1997. – 84 с.
48. Туполев Андрей Николаевич. Биография // Сайт «Инженеры России». – <http://rus-eng.org/eng/Typolev%20Andrej%20Nikolaevich.htm> (дата обращения: 14.02.2017).
49. Усольцев, А.П. О понятии «инженерное мышление» / А.П. Усольцев, Т.П. Шамало // Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы Международ. науч.-практ. конф., 7–8 апр. 2015 г., г. Екатеринбург / отв. ред. Т.Н. Шамало. – Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2015. – С. 3–9.
50. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) // Система ГАРАНТ. – <http://base.garant.ru/70291362/#ixzz4ZhlE8h6B> (дата обращения: 04.03.2017).
51. Философия для аспирантов: учеб. пособие / В.П. Кохановский, Е.В. Золотухина, Т.Г. Лешкевич, Т.Б. Фатхи. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 448 с.
52. Хроленко, А. Ракета или зарплата: почему падают «Протоны?» / А. Хроленко // Сайт РИА новости. – <https://ria.ru/analytics/20170201/1486970136.html> (дата обращения: 14.02.2017).
53. Чайковская, А. Академия героев. Как Петр I основал первую Военную инженерную школу / А. Чайковская. – <http://www.spb.aif.ru/society/education/1425988> (дата обращения: 16.02.2016).
54. Чешев, В.В. Техническое знание: моногр. / В.В. Чешев. – Томск: Изд-во Томского гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 267 с.
55. Чони, Ю.И. Инженерный стиль мышления и педагогические приемы его формирования в процессе обучения в техническом вузе / Ю.И. Чони // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2013. – № 2. – С. 256–259.
56. Шубас, М.Л. Инженерное мышление и научно-технический прогресс. Стиль мышления, картина мира, мировоззрение / М.Л. Шубас. – Вильнюс: Минтис, 1982. – 173 с.
57. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона. Т. XIII / С.-Петербургъ.: Типо-Литография И.А. Ефрона, 1894 // Сайт Российской государственной библиотеки. – dlib.rsl.ru (дата обращения: нояб. 2015).
58. Johri, A. Situated Engineering Learning: Bridging Engineering Education Research and the Learning Sciences / A. Johri, B.M. Olds // Journal of Engineering Education. – 2011. – Vol. 100, no. 1. – P. 151–185. – <http://www.jee.org>.
59. Lucas, B. Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering / B. Lucas, J. Hanson // iJEP. – 2016. – Vol. 6, Iss. 2. – P. 4–13.
60. A multidisciplinary engineering summer school in an industrial setting / P.G. Larsen, J.M. Fernandesb, J. Habelc et al. // European Journal of Engineering Education. – 2009. – Vol. 34. – No. 6. – P. 511–526.

Рожик Алла Юрьевна, аспирант кафедры безопасности жизнедеятельности, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, rozhikai@susu.ru.

Поступила в редакцию 20 февраля 2017 г.

HISTORICAL STAGES OF ENGINEERING THINKING FORMATION

A.Ju. Rozhik, rogik30@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

Engineers need to create new technologies for their country, to manufacture commodities, to develop economy, and to provide national security. This requires the development of scientific knowledge and the training of graduate engineers able to create such technologies. The system of higher education performs an important task that is educating future professionals using problem-solving approach. One of the ways to realize this goal may be the development of professional engineering thinking, which includes professional consciousness, readiness for future professional activities and innovations. The article analyzes the historically perspective ways, methods, and technologies of Russian and foreign engineering education. Such examples can help in creating new pedagogical techniques and technologies to create the model of the future engineer and the formation of a new, innovative, engineering thinking. To achieve this goal the analytical review of the historical stages of formation of engineering thinking was made. The review allowed us to assess the relationship of engineering thinking, engineering activity and engineering education. In addition, we developed a classification, which includes the historical periods of the formation of engineering thinking.

Keywords: development of engineering thinking, engineering activity, engineering education, engineer, engineering thinking, new technologies.

References

1. Avtonomova N.S. *Entsiklopediya epistemologii i filosofii nauki* [Encyclopedia of Epistemology and Philosophy of Science]. Moscow, Canon+ Publ., Reabilitatsiya Publ., 2009, pp. 537–549. (in Russ.)
2. Batsyshev S.Ya., Novikov A.M. *Professional'naya pedagogika* [Professional Pedagogy]. Moscow, EGVES Publ., 2009. 456 p.
3. Bestuzhev-Lada I.V. *Sotsial'noe prognozirovanie* [Social Forecasting]. Moscow, Pedagogicheskoe Obshchestvo Rossii Publ., 2002. 392 p.
4. Boguslavskiy M.V. *Istoriya pedagogiki* [History of Pedagogy]. Moscow, Gardariki Publ., 2007. 413 p.
5. *Bolonskiy protsess i kachestvo obrazovaniya. Chast' 1. Dokumenty* [The Bologna Process and the Quality of Education. Part 1. Documents]. N. Novgorod, NNGU Publ., 2005. 138 p.
6. Borovkov A.I. *Sovremennoe inzhenernoe obrazovanie* [Modern Engineering Education]. St. Petersburg, PU Publ., 2012. 80 p.
7. Budnik V.A. *Istoriya inzhenerenogo obrazovaniya i energeticheskoy tekhniki s drevneyshikh vremen do nachala XX veka* [The History of Engineering Education and Energy Technology from Ancient Times to the Early Twentieth Century]. Ivanovo, ISPU im. V.I. Lenina Publ., 2011. 140 p.
8. Butikov G.P. [The State Museum “Saint Isaac's Cathedral”]. Cultural Heritage of St. Petersburg: Supplement to the Magazine “Museums of Russia”. St. Petersburg, 1998. 145 p. (in Russ.)
9. Vaulin S.D., Kotlyarova I.O., Safonov E.V. [Development of Competencies of Design Activity of Future Engineers of the Space Rocket Complex at the National Research University]. *Vysokie intellektual'nye tekhnologii i innovatsii v natsional'nykh issledovatel'skikh universitetakh. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [High Intellectual Technologies and Innovations in National Research Universities. Materials of the International Scientific and Methodological Conference]. St. Petersburg, 2014, pp. 6–15. (in Russ.)
10. Gershunskiy B.S. [Ready Modern Education to Meet the Challenges of the XXI Century?]. *Pedagogy*, 2001, no. 10, pp. 3–12. (in Russ.)
11. Gluhcshenko V.V. *Prognozirovanie* [Forecasting]. Moscow, Vuzovskaya Kniga Publ., 2000. 208 p.

12. *Doklad prezidenta Rossii V.V. Putina na Zasedanii Soveta pri Prezidente po nauke i obrazovaniyu, 21 yanvarya 2016* [Report of the President of Russia Vladimir Putin at the Meeting of the Presidential Council for Science and Education, January 21, 2016]. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/51190> (accessed 06.02.2016).
13. Zinovkina M.M. *Teoreticheskie osnovy tselenapravlennoy formirovaniya tvorcheskogo tekhnicheskogo myshleniya i inzhenernykh umeniy studentov* [The Theoretical Basis for Purposeful Development of Creative Technical Thinking and Engineering Skills of Students]. Moscow, Zavod-vtuz Publ., 1987. 83 p.
14. *Informatsionno-analiticheskie materialy Gosudarstvennoy Dumy "O kontseptsii doktriny podgotovki inzhenernykh kadrov v Rossii"* [Information and Analytical Materials of the State Duma "On the Concept of the Doctrine of Engineering Education in Russia"]. Available at: <http://www.duma.gov.ru> (accessed 4.03.2017).
15. Piskunov A.I. *Istoriya pedagogiki i obrazovaniya* [History of Pedagogy and Education]. Moscow, Sfera Publ., 2001. 512 p.
16. *Kalashnikov Mikhail Timofeevich. Biografiya* [Kalashnikov Mikhail Timofeevich. Biography]. Available at: <http://rus-eng.org/eng/Kalashnikov%20Mixail%20Timofeevich.htm> (accessed 14.02.2017).
17. Kotlyarova I.O., Prochazka M. [Informal Learning in Continuing Education of Scientific-pedagogical Employees]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 16–22. (in Russ.) DOI: 10.14529/ped160402.
18. Kotlyarova I.O. [Continuous Training of Students to Innovative Activity]. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*, 2012, vol. 17, no. 26 (285), pp. 15–19. (in Russ.)
19. Kochelyagin N. [Import Substitution Requires the Modernization of Education]. *Boss*, 2015, iss. 3. (in Russ.)
20. Krik E.V. *Vvedenie v inzhenernoe delo* [An Introduction to Engineering and Engineering Design]. Moscow, Energiya Publ., 1970. 176 p.
21. Kryshantovskaya O.V. *Inzhenery: stanovlenie i razvitie professional'noy gruppy* [Engineers: Formation and Development of Professional Group]. Moscow, Nauka Publ., 1989. 144 p.
22. Kudryavtsev T.V. *Psikhologiya tekhnicheskogo myshleniya. (Protsess i sposoby resheniya tekhnicheskikh zadach)* [The Psychology of Technical Thinking (The Process and Methods of Solving Technical Problems)]. Moscow, Pedagogika Publ., 1975. 304 p.
23. Kuznetsov V.V. *Vedushchie uchenye Rossii v oblasti teorii i metodiki professional'nogo obrazovaniya* [Leading Scientists of Russia in the Field of Theory and Methodology of Professional Education]. Moscow, Egves Publ., 2015. 94 p.
24. Meshcheryakov B.G., Zinchenko V.P. (Eds.) *Sovremennyy psikhologicheskiy slovar'* [Modern Psychological Dictionary]. St. Petersburg, Praym-EVRO-ZNAK Publ., 2007. 232 p.
25. Morozov V.V., Nikolaenko V.I. *Istoriya inzhenernoy deyatelnosti* [History of Engineering Activity]. Khar'kov, KhPI Publ., 2007. 336 p.
26. Mustafina D.A. [The Negative Impact of Formalism in Students' Knowledge in the Formation of Engineering Thinking]. *Engineering Education*, 2011, no. 7, pp. 10–15. (in Russ.)
27. Nekrasova N.A., Nekrasov S.I. *Filosofiya tekhniki* [The Philosophy of Technology]. Moscow, MIIT Publ., 2010. 164 p.
28. Novikov A.M. *Razvitie otechestvennogo obrazovaniya. Polemicheskie razmyshleniya* [The Development of Domestic Education. Polemical Reflections]. Moscow, Egves Publ., 2005. 176 p.
29. Oreshnikov I.M. *Filosofiya tekhniki i inzhenernoy deyatelnosti* [Philosophy of Technology and Engineering Activities]. Ufa, 2008. 109 p.
30. Petukhov V.V. *Psikhologiya myshleniya* [Psychology of Thinking]. Moscow, MGU Publ., 1987. 89 p.
31. Pozdnyakov A.N. *Istoriya pedagogiki i obrazovaniya za rubezhom i v Rossii* [History of Pedagogy and Education abroad and in Russia]. Saratov, Nauka Publ., 2009. 143 p.
32. Ponosov F.N. *Sovremennye filosofskie problemy tekhniki i tekhnicheskikh nauk* [Modern Philosophical Problems of Technology and the Technical Sciences]. Izhevsk, ISAA Publ., 2013. 262 p.

33. *Prikaz Minobrnauki RF ot 15 fevralya 2005 g. № 40 "O realizatsii polozheniy bolonskoy deklaratsii v sisteme vysshego professional'nogo obrazovaniya rossiyskoy federatsii"* [Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation from February 15, 2005 No. 40. "On Implementation of Provisions in Bologna Declaration in System of Higher Professional Education of the Russian Federation"]. Available at: <http://www.consultant.ru> (accessed 4.03.2017).
34. *Rektor MGU predlozhit vernut'sya k pyatiletnemu obucheniyu v vuzakh* [Rector of Moscow State University Suggested a Return to a Five-year Training at Universities]. Available at: <http://tass.ru/obschestvo/3848533> (accessed 10.12.2016).
35. Rogozin D. [Jump to the Sixth Generation]. *Russian Newspaper*, 2014, iss. 6343 (71). (in Russ.)
36. Rubinshteyn S.L. *O myshlenii i putyakh ego issledovaniya* [Of Thinking and Ways of its Study]. Moscow, Akademiya nauk SSSR Publ., 1958. 147 p.
37. Rudskoy A.I. [NBIC-convergent Engineering Education]. *Partnership of Civilizations*, 2013, no. 3, pp. 48–53. (in Russ.)
38. Samofalova O. *Kerchenskiy most dolzhen stat' unikal'nym inzhenernym chudom* [Kerch Bridge will be a Unique Engineering Marvel]. Available at: <http://www.vz.ru> (accessed 17.03.2017).
39. Saprykin D.L. [Engineering Education in Russia: History, Concept, Prospects]. *Higher Education in Russia*, 2012, no. 1, pp. 125–137. (in Russ.)
40. Saprykin D.L. [The History of Engineering Education in Russia, Europe and the United States: the Development of Institutions and Quantitative Assessment]. *VIET*, 2012, no. 4, pp. 51–90. (in Russ.)
41. Senashenko V.S., Mednikova T.B. [Competence Approach in Higher Education: Myth or Reality]. *Higher Education in Russia*, 2014, no. 5, pp. 34–45. (in Russ.)
42. Simon'yants R.P. [Problems of Engineering Education and their Solutions Involving Industry]. *Science and Education*, 2014, iss. 3 (4). (in Russ.) DOI: 10.7463/0314.0699795
43. Fedorov I.B., Baltyan V.K. *Stanovlenie i razvitie sistemy uni-versitetskogo tekhnicheskogo obrazovaniya v Rossii* [The Formation and Development of the System of University Technical Education in Russia]. Moscow, MSTU im. N.E. Bauman Publ., 2007. 187 p.
44. Stepin V.S., Gorokhov V.G., Rozov M.A. *Filosofiya nauki i tekhniki* [Philosophy of Science and Technics]. Moscow, Gardariki Publ., 2006. 384 p.
45. Stepin V.S. *Filosofiya nauki. Obshchie problemy* [Philosophy of Technics. Common Problems]. Moscow, Kontakt Al'fa Publ., 1995. 384 p.
46. *Tekhnologii stroitel'stva egipetskikh piramid* [Technologies of Construction of the Egyptian Pyramids]. Available at: <http://egyptopedia.info> (accessed 18.03.2017).
47. Timoshenko S.P. *Inzhenernoe obrazovanie v Rossii* [Engineering Education in Russia]. Lyubertsy, PIK VINITI Publ., 1997. 84 p.
48. *Tupolev Andrey Nikolaevich. Biografiya* [Tupolev Andrey Nikolayevich. Biography]. Available at: <http://rus-eng.org/eng/Tupolev%20Andrey%20Nikolaevich.htm> (accessed 14.02.2017).
49. Usol'tsev A.P., Shamalo T.P. [About the Concept of "Engineering Thinking"]. *Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 7–8 aprelya 2015 g., Ekaterinburg* [Formation of Engineering Thinking in the Learning Process: Proceedings of the International Internal Scientific-practical Conference, April 7–8, 2015 Yekaterinburg]. Ekaterinburg, 2015. pp. 3–9. (in Russ.)
50. *Federal'nyy zakon ot 29 dekabrya 2012 g. № 273-FZ "Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii"* [Federal Law of 29 December 2012 No. 273-FZ "On Education in Russian Federation"]. Available at: <http://base.garant.ru/70291362/#ixzz4ZhIE8h6B> (accessed 4.03.2017).
51. Kokhanovskiy V.P., Zolotukhina E.V., Leshkevich T.G., Fatkhi T.B. *Filosofiya dlya aspirantov* [Philosophy for Graduate Students]. Rostov-na-Donu, Feniks Publ., 2003. 448 p.
52. Khrolenko A. *Raketa ili zarplata: pochemu padayut "Protony?"* [Rocket or Wages: why the Fall of "Protons?"]. Available at: <https://ria.ru/analytics/20170201/1486970136.html> (accessed 14.02.2017).
53. Chaykovskaya A. *Akademiya geroev. Kak Petr I osnoval pervuyu Voennuyu inzhenernuyu shkolu* [Academy of Heroes. As Peter I Founded the First Military Engineering School]. Available at: <http://www.spb.aif.ru/society/education/1425988> (accessed 16.02.2016).
54. Cheshev V.V. *Tekhnicheskoe znanie* [Technical Knowledge]. Tomsk, 2006. 267 p.

55. Choni Yu.I. [Engineering Style of Thinking and Pedagogical Methods of its Formation in the Learning Process in a Technical University]. *Bulletin of Kazan Technological University*, 2013, no. 3, pp. 256–259. (in Russ.) DOI: 10.1109/ICATT.2015.7136800
56. Shubas M.L. *Inzhenernoe myshlenie i nauchno-tekhnicheskiy progress. Stil' myshleniya, kartina mira, mirovozzrenie* [Engineering Mindset and Technological Progress. The Style of Thinking, View World, Worldview]. Vilnius, Mintis Publ., 1982. 173 p.
57. *Entsiklopedicheskiy slovar' F.A. Brokgauza i I.A. Efrona. T. XIII* [Encyclopedic Dictionary of F.A. Brockhaus and I.A. Efron. T. XIII]. Available at: dlib.rsl.ru (accessed 16.02.2017).
58. Johri A., Olds B.M. Situated Engineering Learning: Bridging Engineering Education Research and the Learning Sciences. *Journal of Engineering Education*, 2011, vol. 100, no. 1, pp. 151–185. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2011.tb00007.x
59. Lucas B., Hanson J. Thinking Like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering. *iJEP*, 2016, vol. 6, iss. 2, pp. 4–13. DOI: 10.3991/ijep.v6i2.5366
60. Larsen P.G., Fernandes J.M., Habel J., Lehrskov H., Vos R.J.C., Wallington O., Zidek J. A Multidisciplinary Engineering Summer School in an Industrial Setting. *European Journal of Engineering Education*, 2009, vol. 34, no. 6, pp. 511–526. DOI: 10.1080/03043790903150687

Received 20 February 2017

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Рожик, А.Ю. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления / А.Ю. Рожик // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 98–113. DOI: 10.14529/ped170210

FOR CITATION

Rozhik A.Ju. Historical Stages of Engineering Thinking Formation. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*. 2017, vol. 9, no. 2, pp. 98–113. (in Russ.) DOI: 10.14529/ped170210
