

УДК 165+37+62

DOI 10.54835/18102883_2023_33_6

«УЗКИЕ МЕСТА» ОТЕЧЕСТВЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СВЕТЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАРАЩИВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА СТРАНЫ

Лихолетов Валерий Владимирович,

доктор педагогических наук, кандидат технических наук,
профессор кафедры экономической безопасности,
likholetov@yandex.ru

Южно-Уральский государственный университет (НИУ),
Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Предпринята попытка выявления «узких мест» подготовки будущих инженеров. Таковыми видятся: слабое воспитание и трудности целеполагания молодежи; недостаточность системной подготовки и ориентации на практику применения знаний; пробелы в «задачной» и экономической подготовке будущих инженеров; недостаточность у них навыков творческого мышления и защиты результатов интеллектуальной деятельности. Произведена оценка влияния угроз, порождаемых этими «узкими местами» на разных уровнях жизни общества: личности, семьи, предприятия и государства в целом. Обсуждаются пути преодоления выявленных проблем, предложены шаги их поэтапной «расшивки» посредством реализации программ «минимум» и «максимум». **Цель:** поиск путей и средств повышения качества подготовки будущих инженеров. **Новизна.** Выявлены «узкие места» отечественного инженерного образования; оценен уровень их влияния на нравственную и социально-экономическую ситуацию в стране в условиях необходимости решения проблемы наращивания её технологического суверенитета; выработаны предложения по их «расшивке» по аналогии с решением мини- и макси-задач в теории решения изобретательских задач. **Методология и методы исследования:** системный, диалектический, задачный и генетический подходы. Проблемы инженерии и инженерного образования рассматривались в свете полного жизненного цикла систем. Ориентирами выявления «узких мест» подготовки инженеров и мер по их «расшивке» служили принципы дидактики и развивающего обучения, включая «воспитывающее обучение» И.Ф. Гербарта и «народность воспитания» К.Д. Ушинского. Обсуждение перспектив инженерного образования потребовало выхода в надсистему социума. Использовались методы формальной и диалектической логик, концептуального синтеза, аналогии и инструменты теории решения изобретательских задач: идеальный конечный результат, способы разрешения противоречий в системах, анализ ресурсов как средств их разрешения. Понимание важности поэтапной «расшивки» «узких мест» подвигло нас к формулированию программ «минимум» и «максимум». **Результаты.** Повышение качества инженерного образования – ключевое условие решения проблемы наращивания технологического суверенитета страны. Оно требует согласованной работы властей страны и регионов, систем народного просвещения и высшего образования страны, бизнеса и всего общества. «Расшивку» «узких мест» подготовки инженерных кадров предлагается вести поэтапно с опорой на имеющийся в вузах страны опыт, кадровые и интеллектуальные ресурсы с использованием лучших отечественных и зарубежных практик.

Ключевые слова: инженерия и инженерное образование, развивающее обучение, «узкие места» подготовки инженеров и «цена» инженерных ошибок, прогнозирование и планирование развития науки и техники, технологический суверенитет.

Введение

В современном мире *реальным суверенитетом* (термин введен А.А. Кокошиным ещё в 1999 г.) обладает лишь небольшое число стран мира. Под ним понимается способность государства самостоятельно проводить внутреннюю, внешнюю и оборонную политику, заключать и расторгать договоры, вступать или не вступать в отношения стратегического партнерства и т. п. [1]. Развал СССР и последовавшая за ним деиндустриализация экономики привели к существенному снижению производственно-технологического потенци-

ала страны. Упала потребность в инженерных кадрах. Характеризуя образовательный потенциал оборонно-промышленного комплекса (ОПК) страны в «нулевые годы», исследователи отмечали, что многие вузы, ранее готовившие кадры для ОПК, в значительной мере утратили научно-техническую активность. Они не заинтересованы в развитии направлений, связанных с вооружением, военной техникой, и выживают в основном за счет «коммерческих» специальностей и платных образовательных услуг [2. С. 26].

События последнего времени обострили проблему «новой индустриализации» России, воссоздания и развития многих производств. Начало специальной военной операции (СВО) на Украине похоронило иллюзии «дружбы с Западом» и равноправия в техносфере. С марта 2022 г. Россия – мировой лидер по количеству санкций (число физ- и юрлиц страны, находящихся под санкциями, достигло 7116). Их цель – «покалечить» экономику страны, ущемить её суверенитет, особенно технологический [3]. Однако тщетность этих надежд уже осознается экспертным сообществом коллективного Запада [4].

Обозначенные руководством страны стратегические ориентиры технологического суверенитета связаны с пятью направлениями: базовыми отраслями промышленности; транспортной связностью; энергетической безопасностью; развитием инфраструктуры для жилищного строительства; промышленным обеспечением продовольственной безопасности [5]. Нарастание технологического суверенитета – огромная проблема, требующая для решения системной поэтапной работы по многим направлениям. Это невозможно без стимулирования науки, активизации опытно-конструкторской деятельности и развития инжиниринговых центров. Согласно «Перечню инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года» (утв. Распоряжением Правительства РФ от 6.10.2021 г. № 2816-р) в разделе V «Технологический рывок» за Минобрнауки России закреплена ответственность по реализации инициатив 40 и 41 («Платформа университетского технологического предпринимательства», «Передовые инженерные школы»). Реализация этих масштабных задач требует внимательного анализа состояния системы инженерного образования страны, выявления ключевых угроз и препятствий достижения поставленных целей и разработки предложений по их поэтапному устранению.

Анализ проблемного поля исследования

Разговор о программе передовых инженерных школ (ПИШ) начался в стране ещё в апреле 2021 г. По ней совместно с высокотехнологическими компаниями планируется подготовить до 2030 г. около 40 тыс. специалистов, причем реализация инициативы связана с работой ОЦ «Сириус» и вовлечением в обучение детей «инженерных классов в шко-

лах» (с 6–7 классов) в 60 регионах страны [6]. Весной 2022 г. вышло Постановление Правительства РФ от 8.04.2022 г. № 619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ», а уже в июле подведены итоги первой волны конкурса: отобрано 30 вузов (лишь 10 из них из Москвы и Санкт-Петербурга), которые получат на деятельность по развитию ПИШ до 6,3 млрд рублей [7].

В сфере хозяйствования после обострения внимания к методам «бережливого производства» (Lean production) принято говорить об «узких местах» как о проблемных зонах инженерии, начиная от сферы генерации идей до утилизации устаревших конструкций и различных отходов. Термин «узкое место» переводится как «горлышко бутылки» (англ. – bottleneck). Процесс их возникновения хорошо описан Э. Годраттом [8], а цикл выявления–управления–предотвращения в производствах включает: идентификацию (identify), оценку последствий (consequences), управление (manage), их предотвращение в будущем (prevent future bottlenecks).

Сегодня в отечественной инженерной подготовке также есть «узкие места». Часть из них унаследована ещё с советских времен, другие возникли в 1990-е гг., третьи – в «нулевые» и позже – при реализации «Болонского процесса». Обозначим их.

1. Проблему наращивания технологического суверенитета не решить без изменений идеолого-воспитательных основ общественной жизни. Выступая на X Съезде Российского Союза ректоров 30 октября 2014 г. Президент России В.В. Путин подчеркнул: «Если мы с вами не сможем сформировать, воспитать хорошего специалиста, у нас, конечно, не будет будущего. Это – очевидный факт. Нам нужны люди со специальными знаниями и навыками. Но если мы не сможем воспитать человека с широкими, глубокими, всеобъемлющими, объективными знаниями в гуманитарной сфере, если мы не воспитаем человека самодостаточного, но осознающего себя частью большой многонациональной и многоконфессиональной общности, если мы этого не сделаем, у нас с вами не будет страны» [9. С. 18–19].

Однако для принятия качественных решений в этой сфере требуется анализ публикаций, обобщение хороших практик и обоснование шагов по переводу системы в новое

состояние. Нами предлагается делать это по программам «минимум» и «максимум» (по аналогии с «мини» и «макси» задачами в теории решения изобретательских задач – ТРИЗ).

2. Сегодня в техносфере, экономике и социуме активно используется слово «проект» (от лат. *projectus* – «брошенный вперед»), означающее локализованную в пространстве–времени систему. Им описывают даже огромные по своим масштабам явления [10].

В известной мере жизнь каждого человека – тоже проект. Узловой момент любого проекта – процедура целеполагания, которая, на наш взгляд, также является «узким местом» для современной молодежи. Оценить уровень потерь страны из-за отсутствия у массы наших молодых соотечественников четких жизненных ориентиров, трудно. Ясно одно: потери колоссальны и допустить их эскалации нельзя. Однако выбор ориентиров многомерен. Вводя в психологию «принцип активности», Н.А. Бернштейн постулировал определяющую роль внутренней программы в актах жизнедеятельности организма так: «...задача действия есть (закодированное так или иначе в мозгу) отображение или модель потребного будущего; очевидно, что жизненно-полезное или значимое действие не может быть ни запрограммировано, ни осуществлено, если мозг не создал для этого направляющей предпосылки в виде названной сейчас модели потребного будущего» [11. С. 18]. По метафоре Бернштейна организм все время ведет игру с окружающей его природой – игру, правила которой не определены, а ходы, «задуманные» противником, неизвестны. Именно поэтому высокая значимость решения проблемы целеполагания, её связи с целедостижением и волей [12], а также другие аспекты этих «точек опоры» человеческой активности вызывают острый интерес у ведущих специалистов страны в сфере моделирования [13].

По А.С. Макаренку, категория цели самая загадочная и неразработанная в педагогике. Целеполагание человека тесно связано с уровнем сформированности его личности, что есть итог взаимодействия факторов его системного окружения, важнейшими из которых является семья и близкие люди, компании по месту жительства, группы по интересам в учреждениях образования (школе, вузе) и вне их, в том числе в социальных сетях. Вспомним: «Сунь огурец в рассол – он станет со-

ленным». Историей педагогики доказано, что важнейшую роль в воспитании человека играет его созидательная деятельность. В качестве врагов в деле воспитания К.Д. Ушинский называл жадность денег, неверие в добро, отсутствие правил, презрение к мысли, любовь к окольным тропинкам, равнодушие к нарушению законов чести [14]. Мы разделяем его мнение о том, что русская педагогика – неотъемлемая часть русской идеологии. Воспитание прямо связано с формированием «мягких навыков» будущих специалистов и представляет важное звено в деле подготовки будущих инженеров в стране. Его актуальность проявилась в России после начала СВО на Украине.

3. Другое «узкое место» в подготовке будущих инженеров – слабость технологий формирования их системного мышления как следствие «нарезки» учебных дисциплин, наследуемое организацией процесса учебы. Здесь можно перефразировать точную мысль академика АН СССР Н.Н. Семенова о возникновении наук («Явления природы ничего не знают о том, как люди поделили их на части при изучении») в отношении сложившегося способа изложения учебных материалов. Так, например, при изложении дисциплин проектирования конструкций преподаватели следуют привычной схеме, поэтапно рассматривая: 1) свойства используемых материалов; 2) типовые узлы соединения элементов; 3) формообразование конструкций (от простых конструкций до пространственных); 4) основные методы расчета конструкций в целом и их узлов (прочностные, жесткостные и проч.). Затем (порой сжато) обсуждаются вопросы по темам: 5–7) изготовления, транспортировки, сборки (монтажа) конструкций, и лишь в конце (часто ущербно) – 8) эксплуатации (ремонт, демонтаж) и 9) экономики.

При этом известно, что многие преподаватели технических дисциплин, будучи неплохими исследователями, педагогическими талантами, увы, не блещут. В итоге общения с такими преподавателями в головах будущих творцов объектов техники часто не складывается целостных представлений об исключительной важности учета полного жизненного цикла (ПЖЦ) создаваемых ими искусственных систем.

Однако проблема шире – речь идет о формировании у новых поколений граждан нашей страны целостной картины мира. Нами разде-

ляется мнение ряда парламентариев (в частности депутата Государственной Думы России А.А. Вассермана), что именно она является целью образования и должна быть включена в отечественный федеральный закон «Об образовании» № 273-ФЗ от 29.12.2012 г.). На сегодня в ст. 2 упомянутого закона данная цель вообще не прописана. Однако для достижения успеха в системной инженерии (как междисциплинарного подхода поэтапного создания эффективных систем [15. С. 10]) при создании целостных систем надо самим творцам быть целостными. «Расщепленность человека» – одно из негативных следствий грандиозных по своим позитивным эффектам процессов разделения человеческого труда. Не случайно проблему «сборки» целостного человека обсуждают многие философы [16]. Исследователями и преподавателями вузов в разные времена высказывалась мысль о необходимости перестройки содержания учебных дисциплин по проектированию конструкций. Предлагалось начинать изложение студентам этих дисциплин «с конца» (порой печального для людей), а конкретно – с анализа отказов конструкций, аварий и катастроф. Выход в надсистему очень полезен с позиций формирования навыков нравственно-социальной ответственности будущих инженеров за безопасную эксплуатацию запроектированных конструкций. Однако сегодня дисциплины оценки технического состояния конструкций (обследования, испытания, реконструкции зданий) часто читаются самостоятельно (или факультативно). На языке ТРИЗ процедура превращения задач «на изменение» в задачи «на обнаружение/измерение» получила имя «обращение задачи» и стало основой «диверсионного анализа». Поэтому в инженерной подготовке нужно наращивать использование системного подхода в самом широком смысле слова.

4. Одним из достоинств технического образования в СССР была его фундаментальность (упор на теорию, а не на практику) [17]. В результате выпускники вузов часто могли услышать от руководителей предприятий слова из известной юморески А.И. Райкина: «Забудьте то, чему вас учили в институте! Забудьте индукцию и дедукцию, давайте заводу продукцию!». Справедливости ради заметим, что проблема смещения ориентации образования на практику характерна не только для нашей страны. Она плане-

тарная. Подтвердим это ссылкой на исследования, посвященные проблеме отрыва инженерного образования от современных реалий и завтрашних инноваций в техносфере [18]. Подчеркнем, что сам смысл одобренной мировым научно-педагогическим сообществом инициативы CDIO состоит в устранении противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании [19].

«Расшивка» рассмотренного выше узкого места тесно связана с усилением проблемно-ориентированного обучения («задачным подходом»). Слабость «задачной» подготовки будущих инженеров не вызывает сомнений. В школах, а затем в вузах доминируют изнуряющие психику обучающихся каскады рутинных (и неинтересных) упражнений и нетворческих задач. Включение России в Болонский процесс (которому умные педагоги сразу дали имя «болванский») и введение ЕГЭ лишь усугубило ситуацию в отечественном образовании, повысив спрос на услуги репетиторов всех мастей. Олимпиадные проекты современной России не стали «волшебной палочкой» спасения образования. Поэтому воспоминания о времени, проведенном за решением задач советских олимпиад [20, 21], вызывают у «рожденных в СССР» особую ностальгию. Благоприятную среду «задачного окружения» молодежи в Советском союзе задавала совокупность журналов («Знание – сила», «Техника – молодежи», «Наука и жизнь», «Радио», «Юный техник», «Моделист-конструктор», «Изобретатель и рационализатор»), газет типа «Пионерская правда» и телепередач типа «Это вы можете» (1973–1991). Здесь важно вспомнить подвижничество автора ТРИЗ Г.С. Альтшуллера. Он под псевдонимом Г. Альтов в течение 12 лет (с 1974 по 1986 г.) регулярно вел рубрику «Изобретать? Это так сложно! Это – так просто!» в газете «Пионерская правда», которая выходила 2–3 раза в неделю при тираже до 10 млн экземпляров. После развала СССР наследниками популярных советских передач «Умелые руки» и «Это вы можете» в 1992–2010 гг. на телевидении стала, например, изобретательская рубрика «Очумелые ручки» (А. Бахметьева) в передаче «Пока все дома» (Т. Кизякова).

Сегодня бурное развитие сети Интернет породило массу доступных разным категориям людей информационных ресурсов, ориентированных на обучение решению ряда

задач, включая полезные советы-примеры. Множество из них посвящено методам проектирования и конструирования, изготовления устройств или выявлению неожиданной пользы от эксплуатации технических приспособлений и поделок.

С легкой руки Д. О'Брайена то, что раньше попадало в печатных изданиях в рубрики типа «Маленькие хитрости», обрело в современной социально-информационной реальности имя лайфхаков (от англ. слов life («жизнь») и hack («взломать»). Игнорировать эту полезную компоненту сетевого мира нельзя, ведь она представляет собой новую форму развития интеллектуальной активности обучающихся [22].

5. Казалось бы, переход к модели рыночно-ориентированной экономики в России в 1990-х гг. должен был сказаться на уровне экономической компетентности будущих инженеров, однако этого не случилось. Сначала выявились лишь некоторые слабые звенья экономической подготовки: 1) несовместимость марксистской политэкономии с инновационным мышлением (в теории Маркса не нашлось места творчеству предпринимателя); 2) использование устаревших методов обучения («индустриальных», пассивных), не соответствующих информационному обществу; 3) излишняя теоретизация традиционного курса экономики [23, 24]. Позже, анализируя опыт подготовки студентов в филиалах Уфимского ГНТУ [25], исследователи назвали в качестве новых «узких мест»: 1) сокращение в 2 раза часов на изучение экономических дисциплин по ФГОС третьего поколения при свертке числа часов на самостоятельную работу студентов; 2) перенос в обучении внимания с системного видения экономики на поиск правильных ответов тестов, а не развитие творчества студента; 3) отсутствие в образовательном процессе стратегии экономического воспитания будущих инженеров как класса креативных людей, настроенных на поиск нового.

Ещё позже в интервью журналисту «Санкт-Петербургских ведомостей» [26] заведующий кафедрой «Экономика и управление предприятиями и производственными комплексами» СПбГЭУ А.Е. Карлик отметил важность возрождения специальности «инженер-экономист» в стране. Их первый выпуск произошел в ЛИНХ им. Ф. Энгельса ещё в

1927 г., затем в СССР их готовили во многих политехнических институтах. По сравнению с современными (так называемыми «эффективными менеджерами») инженеры-экономисты были более компетентны в низовом звене экономики: отраслевых технологиях, решении задач снижения себестоимости продукции и технико-экономическом обосновании внедрения новшеств.

6. Ещё одним из «узких мест» при подготовке будущих инженеров является их слабая вовлеченность в производство знаний на мировом уровне. Речь идет об организации системы научно-технического творчества в вузах [27–29]. Даже ведущие вузы страны не могут назвать эту важную для будущего деятельность как ведущий стиль обучения (во многих вузах за год получают не более 5–7 патентов на изобретения со студентами [28]). Число студентов, ведущих изобретательскую деятельность и имеющих патенты на изобретения, полезные модели в университетах страны, не превышает 3–5 человек.

Известно, что «яблоко от яблони недалеко падает». Молодых людей должны вовлекать в изобретательское творчество педагоги-наставники. Есть данные: с 2010 по 2019 гг. доля университетов в защите изобретений по стране упала с 17 до 4 % (причина: в эти годы научные коллективы вузов «яростно писали статьи») [30]. В 2012–2021 гг. высшей школой России было получено порядка 54 тыс. патентов с интенсивностью 4,7–6,3 тыс. патентов/год. Основной потенциал изобретательства сконцентрирован в вузах-участниках программы «Приоритет 2030» и ведущих университетах (МГУ, СПбГУ, Сколтехе). Вершину последнего рейтинга, подготовленного АЦ «Эксперт», формируют МГУ, МИСиС и УрФУ. Первую пятерку замыкают ИТМО, который постепенно продвигается к первым строчкам рейтинга, и МГТУ им. Н.Э. Баумана [31].

Покажем вклад отдельных вузов на примере Комсомольского-на-Амуре технического университета и Южно-Уральского государственного университета. В конце 1990-х гг. первый был лидером изобретательства среди вузов Дальневосточного региона. С преобразованием его патентного отдела в 2010 г. начался рост изобретательской активности сотрудников, студентов и аспирантов (сегодня втуз регистрирует в год более 100 объектов интеллектуальной собственности). В другом вузе – Юр-

ГУ (НИУ) – за 2012–2016 гг. было получено свыше 400 патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы и более 450 свидетельств на программы для ЭВМ [32].

Активизация изобретательства видится нам в освоении молодежью инструментария ТРИЗ [33–36]. Этому способствуют конкурсы по решению изобретательских задач (типа «Мастер устранения противоречий»), организуемых в рамках конференций «Практика внедрения ТРИЗ на предприятиях Российской Федерации» [37] и т. п.

Таким образом, в качестве «узких мест» отечественного инженерного образования выявлены следующие его аспекты: 1) слабая воспитательная работа; 2) отсутствие у молодежи навыков целеполагания (следствие деидеологизации общества и пробелов воспитания); 3) слабая системная подготовка студентов; 4) избыточная теоретизация (в ущерб практикоориентированности); 5) слабая «задачная» подготовка молодых людей; 6) экономическая некомпетентность будущих инженеров; 7) слабое вовлечение молодежи в творчество.

Методология и методы исследования

Использовались системный, диалектический, задачный и генетический (исторический) подходы. Проблемы инженерии и инженерного образования рассматривались в свете ПЖЦ систем. Ориентирами для выявления-расширки «узких мест» системной подготовки будущих инженеров служили принципы дидактики и развивающего обучения, включая идеи «воспитывающего обучения» И.Ф. Гербарта и «народности воспитания» К.Д. Ушинского. Мысль о перспективах инженерного образования вывела нас в надсистему социума и обсуждения не только актуальных технико-технологических, социально-идеологических аспектов подготовки будущих инженеров (включающих грани ответственности за безопасность для людей плодов инженерного дела), но и инженерного патриотизма. В работе использовались методы формальной и диалектической логик, концептуального синтеза, аналогии, а также инструментарий ТРИЗ, предусматривающий ориентацию на идеальный конечный результат, опору на способы разрешения противоречий в системах и анализ ресурсов как средств их разрешения. Понимание поэтапности «расширки» «узких мест» подвигло нас к формулированию программ «минимум» и «максимум». Если суть мини-задачи в ТРИЗ

состоит в «очистке» исходной ситуации от неприятностей без изменений системы, то в случае макси-задачи возможны любые (без ограничений) изменения исходной системы [38. С. 44]. (в нашем случае – подготовки инженерных кадров).

Результаты исследования и их обсуждение

После признания Россией независимости ДНР и ЛНР, а затем начала СВО по защите жизни жителей Донбасса и решения задач демилитаризации и денацификации на Украине стало ясно, что наша страна встала на путь наращивания реального суверенитета. Проблема сложна и требует сплочения граждан страны и концентрации здоровых сил общества на всех фронтах – от зоны СВО и надежной работы ОПК страны до бесперебойного функционирования её транспортной инфраструктуры, промышленности, сельского хозяйства, ЖКХ и других подсистем экономики. В свете этого важно системное обсуждение выявленных «узких мест» инженерного образования. При этом нам видится важным «выход в надсистему» и анализ последствий негативного влияния этих «узких мест» (как угроз жизни общества на всех его психо-социо-политических уровнях), а именно: личности, семьи, работодателя (предприятия) и общества (государства). Результаты оценки влияния «узких мест» как угроз приведены нами в табл. 1.

Обсудим подробнее выявленные ранее «узкие места» подготовки инженеров.

1. Проблема воспитанности инженера. Обсуждая недуги отечественного образования представители кафедры технических средств судовождения ГУМРФ им. Адмирала С.О. Макарова отмечают, что лишь благодаря подвижничеству кадров «родом из СССР» институту репетиторства (хотя и он на пределе) в стране ещё есть «островки подлинного образования, которым мы обязаны успехами в сфере обороноспособности, и они обеспечивают победы российских учащихся на международных олимпиадах» [39]. Парадоксальность современного образования в России, по мнению Н. Григорьева и В. Сигиды, состоит в том, что после сдачи ЕГЭ препятствий к получению диплома о высшем образовании практически нет. Вариантов получения высшего образования много (от легального до криминального), а между полюсами – множество вариаций, которые и не учесть.

Таблица 1. Прогноз оценки влияния угроз, порождаемых «узкими местами» инженерной подготовки, на разные уровни жизни общества

Table 1. Forecast of assessment of the impact of threats generated by «bottlenecks» of engineering training on different levels of society

«Узкие места» «Bottlenecks»	Перечень «потерь» на уровнях;/List of «losses» at the levels of:			
	личности personality	семьи family	предприятия enterprise	государства state
Слабый уровень воспитанности инженера Weak level of education of an engineer	Неуверенность человека, повышенная внушаемость Human insecurity, increased suggestibility	Деформация семейных ролей, конфликты и ссоры, неврозы у детей Deformation of family roles, conflicts and quarrels, neuroses in children	Склонность к угодливости, «лакейству», безынициативность Tendency to servility, lack of initiative	Аморальность («одичание» общества), рост коррупции и преступности Immorality («savagery» of society), growth of corruption and crime
Слабое целеполагание Weak goal setting	Неуверенность в действиях и поступках Uncertainty in actions and deeds	Безответственность, отсутствие примера-образца отца (матери) Irresponsibility, lack of an example-model of the father (mother)	Склонность к соглашательству, исполнительству, подчиненности Tendency to agree performance, subordination	Отсутствие лидеров, дезориентация, «социальное болото» Lack of leaders, disorientation, «social swamp»
Несистемность мышления Non-systematic thinking	Узость мышления, фрагментарная картина мира Narrowness of thinking, fragmented picture of the world	Упущения в воспитании детей, «маргинализация семьи» Omissions in the upbringing of children, «marginalization of the family»	Ущерб от просчетов, ошибок, итог – упущенная выгода Damage from miscalculations, mistakes, the result – lost profits	Снижение социальной активности людей Decline of social activity of people
Слабая «задачная» Подготовка Weak «task» preparation	Неуверенность в себе и боязнь ошибок Self-doubt and fear of making mistakes	Тиражирование в детях «скудости» мыслей и чувств Replication in children of «poverty» of thoughts and feelings	Большое число ошибок, сбоев и брака в работе Large number of errors, failures and defects in work	Снижение темпов общественного развития Decline in the pace of social development
Избыток теоретизации и недостаток навыков практики Too much theorizing and lack of practical skills	Формирование фобий, комплекса неполноценности (синдром «неудачника») ormation of phobias, inferiority complex (loser syndrome)	Неумение «зарабатывать» для семьи, проблемы у детей (травля семьи «неудачника») Inability to «earn money» for the family, problems for children (baiting the family of the «loser»)	Низкая квалификация, риски потери работы, «прозябание» на бирже труда Low qualification, risks of job loss, «vegetation» at the labor market	Безработица со всеми её негативными последствиями для общества Unemployment with all of her negative consequences for society
Незнание основ экономики Ignorance of the basics of economics	Ущербная картина мира, повышенная осторожность Defective picture of the world, increased caution	Недостаток денег, неблагополучие, неразвитость детей Lack of money, trouble, underdevelopment of children	Сужение поля трудовых притязаний работника Narrowing the field of labor of employee's claims	Снижение темпов социально-экономического развития Slowdown in socio-economic development
Незнание основ творчества и защиты результатов интеллектуальной деятельности Ignorance of the basics of creativity and protection of the results of intellectual activity	Повышенная тревожность и разочарование (вплоть до отчаяния) Increased anxiety and frustration (to the point of desperation)	Трудности воспитания детей, неумение разрешать ссоры и конфликты Difficulties in raising children, inability to resolve quarrels and conflicts	«Беды» обновления технологий, внедрения новой техники, в итоге – упущенная выгода компаний «Troubles» of updating technologies, introducing new technology, as a result – lost profits for companies	Задержка темпов развития общества и обретения технологического суверенитета Страны Delay in the rate of development of society and the acquisition of technological sovereignty Countries

По мнению авторов, сегодня подушевое финансирование (в соответствии с Федеральным законом РФ № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»), по сути, толкает все бюджетные вузы страны на путь подлога.

В сфере образования страны накопились «авгиевы конюшни». СВО на Украине стала индикатором масштабов разложения в ряде вузов, как, например, в НИИ ВШЭ, пропитанном русофобией и распространяющем яд пораженчества среди молодежи. Братья-белорусы работу по «зачистке» таких вузов уже начали. Так, например, ЕГУ – кузница белорусского национализма («выкормыш» Дж. Сороса и своеобразный «клон» ВШЭ) волевым решением белорусских властей был изгнан из страны ещё в 2004 г. [40].

Известно, что правители и чиновники приходят и уходят, а народ остается. В законе «Об образовании» прямо записано, что «Образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения...», т. е. слово «воспитание» стоит впереди слова «обучение». По мнению социолога Б.Ф. Усманова, закон дает понять, что воспитание – не просто солидарный с обучением процесс, он задает целевую установку: готовить будущих специалистов к деятельности в интересах своей страны. Подход диктует выбрать в качестве

основных направлений воспитания формирование у воспитанников трех обязательных качеств: гражданственности, патриотизма и нравственности. Однако данные социологических анализов по стране показывают, что установки, обусловленные семьей, порой противоречат задачам социализации и гражданского воспитания студентов. Усиливают противоречия вузы, желая учесть разновекторные интересы семьи, потребности работодателей и приоритеты государства [41].

Известно, что измерение уровня воспитанности человека – непростая, но важная задача. Поэтому можно считать удачей предложенную Б.В. Усмановым (в процитированной выше работе) несложную, но дающую объективную картину модель диагностики действенности процессов воспитательной работы в вузе (табл. 2).

В свете обсуждения «пробелов» воспитания, вызванных попытками деидеологизации общественной жизни, важно обращение к бессмертным идеям К.Д. Ушинского о «народности воспитания» [42]. Конспективно их можно представить так: 1) общей системы народного воспитания нет ни на практике, ни в теории. Опыт иных народов в деле воспитания полезен, как полезен опыт всемирной истории, однако жить по образцу другого народа нельзя; 2) наука не должна быть смешиваема

Таблица 2. Модель индикаторов действенности воспитательной работы в вузе
Table 2. Model of indicators of the effectiveness of educational work at the university

Наличие (или проявления)/Presence (or manifestations) of		
гражданственности/citizenship	патриотизма/patriotism	нравственности/morality
что оценивается/what is assessed:		
оценки по общественным наукам (право, история, экология) through assessments in the social sciences (law, history, ecology)	факты защиты интересов Родины в неординарных ситуациях facts of protecting the interests of the Motherland in extraordinary situations	статистика нарушений дисциплины, норм права, правил общежития statistics of violations of discipline, norms of law, rules of the hostel
мера участия студента в гражданских акциях, проводимых вузом measure of student participation in civil actions held by the university	факты участия в безвозмездных акциях, жизни студотрядов, донорстве, благотворительности и волонтерстве facts of participation in gratuitous events, the life of student teams, donation, charity and volunteering	характеристики от общественных организаций и от лица руководителей вуза by characteristics on behalf of public organizations and on behalf of university leaders
соблюдение студентом паспортного, визового и туристического режимов observance by the student of passport, visa and tourist regimes	выполнение тех или иных форм воинской повинности performance of certain forms of military service	отсутствие судебных дел, общественных порицаний в студенческой группе ack of court cases, public censure in the student group
	готовность по окончании вуза работать в России readiness to work in Russia after graduation	

с воспитанием, она обща для всех народов, но не для всех людей составляет цель жизни; 3) общественное воспитание не решает само вопросов жизни и не ведёт за собой истории, а следует за ней. Не педагогика и педагоги, а сам народ и его великие люди прокладывают дорогу в будущее: воспитание идёт по этой дороге и, действуя заодно со всеми общественными силами, помогает идти по ней личностям и новым поколениям; 4) общественное воспитание лишь тогда действительно, когда его вопросы становятся общественными вопросами для всех и семейными вопросами для каждого. Таким образом, Ушинский подчеркивал, что «возбуждение общественного мнения в деле воспитания – единственная основа всяких улучшений: где нет общественного мнения о воспитании, там нет и воспитания» [42. С. 170]. По этим строкам, написанным более полутора веков назад, можно понять, насколько сильно «реформаторы» образования в недавнем прошлом страны «отклонились» от великого отечественного педагогического опыта.

Воспитание в высшей школе не может замыкаться рамками общественных наук, оно должно пронизывать весь учебный процесс, всю внеучебную деятельность с опорой на студенческое самоуправление [9]. На это указывает принцип «воспитывающего обучения», раскрытый И.Ф. Гербартом в книге «Общая педагогика, выведенная из цели воспитания», изданной ещё в 1806 г. Однако ряд молодых преподавателей вузов, не искушенных в педагогике, сегодня слабо представляют, что можно воспитывать студентов средствами преподаваемых дисциплин. Одно из таких средств – историко-генетический подход, позволяющий соединить системность и фундаментальность с практикоориентированностью. Вполне реально в рамках существующих учебных планов показать в свернутом виде успешность/ошибочность тех или иных проектных решений, сделанных конкретными значимыми специалистами [43–45]. По сути, это совмещение курса типа «История техники» с конкретной специальной дисциплиной, например, «Металлические конструкции» или шире – «Строительные конструкции». На языке ТРИЗ это переход к би-системе. Совмещение можно продолжить, переходя к полисистеме (единству курсов «История техники», «Аварии в строительстве», «Анализ риска аварий на опасных производственных объектах»,

«Эксплуатационная надежность объектов техники», «Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений» и т. п. с упомянутыми выше спецдисциплинами). Приведем на этот счет уместный пример, связанный со сферой проектирования, возведения и эксплуатации металлических конструкций.

Ещё в 1980-е гг. К.А. Шишовым было показано, что запроектированные великим В.Г. Шуховым промышленные здания (в гг. Верхняя Салда, Выкса, Златоуст, Лысьва, Серов и др.) практически не нуждаются в затратах ремонтно-эксплуатационного металла [46]. Их реальная долговечность кратно превысила нормативную за счет реализации разделения строительной и технологической частей производства. Шухов попросту разделил зоны высоких динамических нагрузок (крановое хозяйство) и строительных «одежд» промышленных цехов («любящих» статику). Выявлено, что тиражирование в XX в. по всему миру совмещенных «жестких» каркасов промышленных зданий – пример несистемного мышления. Экономия материалов на изготовление конструкций, их быстрый монтаж – вот причины популярности схемы Мориса Диона, представленной во Дворце промышленности Всемирной выставки в Париже в 1878 г. С позиций ТРИЗ это пример массовой реализации в строительстве приема разрешения противоречий «Дешевая недолговечность взамен дорогой долговечности». Сегодня он хорошо виден в распространении вредного для человека американского фастфуда.

Эти пути улучшения воспитательной работы – лишь эскиз ряда возможностей. Во всех вузах есть «залежи» воспитательного потенциала, связанного с достижениями их местных научно-инженерных школ (в годы Великой отечественной войны и мирное время). Студентам надо показывать «пророков отечества», вызывая чувства гордости за «малую Родину» (задействование принципов «Местное качество» и «Объединение», известных в ТРИЗ). Ведь даже изречения великих инженеров нашей страны несут в себе большой воспитательный потенциал (табл. 3).

Однако важно действовать поэтапно, наращивая системную базу воспитательной работы. По аналогии с оазисами в пустыне решение программы «минимум» видится в работе малых групп талантливых студентов, опекаемых конкретными наставниками (плюс

Таблица 3. Некоторые изречения ряда великих инженеров России
Table 3. Some sayings of a number of great engineers of Russia

Изречение/эпитафия /saying/epitaph	Автор/Author
Мы должны работать и работать независимо от политики. Башни, котлы и стропила нужны, и мы будем нужны... We must work and work regardless of politics. Towers, boilers and rafters are needed, and we will be needed ...	В.Г. Шухов V.G. Shukhov
В стране Советов он сдержал свою клятву, посвятив всю жизнь тому, чтобы красные самолеты летали быстрее черных In the country of the Soviets, he kept his oath, devoting his whole life to making red planes fly faster than black ones.	Надпись на могиле Р.Л. ди Бартини The inscription on the grave of R.L. di Bartini
Если бы не было войны, я бы, наверное, был конструктором сельскохозяйственной техники. Немцы виноваты в том, что я стал конструктором оружия If there had been no war, I would probably have been a designer of agricultural machinery. The Germans are to blame for the fact that I became a weapons designer	М.Т. Калашников М.Т. Kalashnikov
Советский народ вооружил свою армию всеми необходимыми видами атомного и термоядерного оружия. Всякий, кто осмелится поднять атомный меч против него, от атомного меча и погибнет The Soviet people armed their army with all the necessary types of atomic and thermonuclear weapons. Anyone who dares to raise the atomic sword against him will die from the atomic sword	И.В. Курчатов I.V. Kurchatov
Он был мал, этот самый первый искусственный спутник нашей старой планеты, но его звонкие позывные разнеслись по всем материкам и среди всех народов как воплощение дерзновенной мечты человечества. Патриотизм, отвага, скромность, трезвость мгновенного расчёта, железная воля, знания, любовь к людям – вот определяющие черты, без которых не может быть космонавта It was small, this very first artificial satellite of our old planet, but its ringing call signs spread throughout all continents and among all peoples as the embodiment of the bold dream of mankind. Patriotism, courage, modesty, sobriety of instant calculation, iron will, knowledge, love for people – these are the defining features, without which there can be no astronaut	С.П. Королев S.P. Korolev
Я всегда старался оправдывать свою фамилию... I have always tried to justify my name ...	С.П. Непобедимый S.P. Nepobedimy

лично ректорами вузов). Лишь так, по нашему мнению, можно сформировать, в терминах А.И. Рудского (СПбГПУ), нужный стране «инженерный спецназ» (табл. 4).

2. Проблема целеполагания, обозначенная нами выше, тесно связана с культурно-историческим базисом государственности и господствующей идеологией, состоянием системы народного образования и воспитания страны. Подтвердим эту мысль ссылкой на интервью президента Ассоциации инженерного образования страны Ю.П. Похолкова, где он заявил о необходимости формирования у будущих специалистов мировоззрения целеполагания (заряженности на победу, патриотизм) и социальной ответственности за принимаемые решения [47].

Проведенный учеными Приамурского государственного университета (г. Биробиджан) анализ мнений студентов 2–3 курсов в возрасте 18–25 лет показал (по убывающей) следующий ряд предпочтений современной студенческой молодежи: семья, образование, работа,

саморазвитие, карьера [48]. Таким образом, в современных социально-экономических условиях именно институт семьи, школы и ближайшего окружения для каждого молодого человека является ключевым в формировании его жизненных ориентиров и целеполагания. Приведем уместные здесь результаты исследований, выполненных в ЮУрГУ(НИУ), в ходе которых удалось выявить спектры проблем-угроз первого, а также второго уровня иерархии в деле самоопределения и самореализации молодежи страны [49]. В первом спектре угроз оказались: «утечка мозгов», нарушение принципа социальной справедливости в стране, идеологический фактор (отсутствие идеологического единства общества из-за запрета на государственную идеологию), низкая религиозность общества. Во второй спектр вошли три проблемы-угрозы: отсутствие целостной государственной молодежной политики, неэффективность существующей модели этой политики и «плюсом» – ЕГЭ как одна из ключевых причин случайного выбора профессиональной подготовки молодежи.

В последнее время руководство страны стало уделять больше внимания молодежной политике, но многое в «расшивке» «узкого места» целеполагания молодежи можно сделать на уровне вузов, сообществ работодателей и властей регионов (табл. 4).

3. Проблема системной подготовки. Во все времена инженерная подготовка была стихийно системна в силу объекта своего внимания – техники и технологий. Однако закономерно неравномерное (по частям) развитие техники привело к бурному росту знаний и разделению многих инженерных специальностей по фазам жизненного цикла. Из-за невозможности «объять необъятное» появились инженеры-проектировщики (компоновщики, конструкторы), технологи, метрологи, ремонтники, инженеры по охране труда, «эксплуатационщики» и т. п. Сфера образования при структурировании научного знания в циклы учебных дисциплин «подлила масла в огонь» нарушения целостности картины мира будущих специалистов. Целостный, по своей сути, человек подвергся «расщеплению». Его «сборка» стала проблемой не только для философов, но, прежде всего, для самих специалистов. Два десятилетия назад В.Н. Спицнадель привел данные из доклада «Кто мыслит системно?», сделанного в ЛГУ, из которого следует, что таковыми являются лишь 8 % руководителей Северо-Запада (!) [50. С. 16].

Взглянув на востребованные студентами источники по системному анализу [50–55], нетрудно прийти к выводу о большей привлекательности для инженерной молодежи пособий по функционально-стоимостному анализу систем в единстве с ТРИЗ (из-за их большей инструментальности и тесной связи с объектами техники) [56–61].

4. Двуединство «фундаментальность (+) – практикоориентированность (–)» будущего инженерного образования логично рассмотреть в свете отечественных достижений по прогнозированию и проектированию будущего. Сегодня ясно, что реализация проекта создания-развития СССР кардинально изменила ход социально-экономической жизни планеты. Помимо «невидимой руки рынка», известной со времен А. Смита, в хозяйственной жизни появилась «видимая рука», под которой понимается активное вмешательство государства в экономику.

Успехи СССР, связанные с плановым ведением народного хозяйства, подвигли мир к признанию эффективности сочетания рыночных факторов со своевременным вмешательством государства в жизнь общества [62]. Так, скандинавскими странами, тесно связанными экономически с СССР, были сделаны правильные для себя выводы на базе анализа наших ошибок. Достаточно вспомнить лозунг: «План – закон, выполнение – долг, перевыполнение – честь!», чтобы понять, к каким потерям в стране вело упорство выполнения плана в случаях ошибок в планировании (или ненужности ряда действий из-за объективных причин). Однако в условиях административно-командной системы обсуждать это было нельзя. При «работе над ошибками СССР» появилась модели «управления по результатам» («отклонениям»), «скользящего планирования» [63], суть которых состоит в своевременном пересмотре прогнозных показателей и корректировке планов по мере накопления фактических данных (либо изменения ситуации на рынке). Будущим инженерам надо осваивать эти модели с учетом отечественной специфики.

Нельзя избегать достижений школы прогнозирования в СССР (В.А. Александров, Г.М. Добров, И.В. Бестужев-Лада, В.Г. Гмошинский, В.А. Лисичкин и др.), особенно в сфере научно-технического прогресса (НТП). Известно, что все методы прогнозирования делятся на нормативные и исследовательские, где первые, по сути, – методы планирования. Вторые включают методы экспертизы, экстраполяции тенденций и аналогий. Однако даже лучшие из них (типа Дельфи) не дают точного дальнего прогноза (из-за банального «профессионального снобизма», хотя в работе используют методы, снижающие субъективизм оценок). Экстраполяция дает верные результаты лишь в пределах спрямленных участков S-образной эволюционной кривой, характерной как для биологии, так и для техники [64]. Метод хорош для прогноза количественного роста показателей систем, но плох для переломных моментов их развития (качественных скачков). Ведущие разработчики ТРИЗ отмечают, что в качестве эффективного метода прогнозирования следует рассматривать научную фантастику, ведь у Ж. Верна, Г. Уэллса, Э. Гамильтона, А. Беляева, Дж. Кэмпбелла и других авторов процент точных технических прогнозов очень высок [65].

Сегодня научно-технологические прогнозы – профессиональная деятельность. В ЕС ею занято более 20 тыс. исследователей, а в США прогнозы выполняют тысячи ученых всех университетов. В прикладной сфере преобладают коллективные прогнозы на базе методики Дельфи либо технологии Форсайт (как модификации Дельфи) [66].

Методы патентной экспертизы и сканирования научного задела относятся к опережающим. Они использовались в СССР ведущими НИИ, КБ и НПО [67, 68]. В советское время во втузах, особенно на специальностях, связанных с созданием вооружений, авиационно-ракетной техники, колесных и гусеничных машин (как, например, в ЧПИ им. Ленинского комсомола), патентные исследования были обязательным условием выполнения студентами не только дипломных, но и курсовых работ. Сегодня эта практика свернута, но сохранилась в ведущих втузах [69, 70]. Патентной информации присуща новизна, концентрированность, достоверность, формализованность и полнота больше, чем у других видов информации, хотя в ряде источников отмечено преувеличенное значение патентов для прогнозирования (среди них есть «бумажные», «заградительные», «дезинформирующие») [71]. Несмотря на это понятно, что именно в патентном заделе надо искать контуры будущей техники, а вслед за ними и экономики. Известна мысль нобелевского лауреата Д. Габора: «Будущее нельзя предвидеть, но можно изобрести». Согласно исследованиям В.Г. Березиной сама логика развития рубрики МКИ (ныне МПК), по сути, отражает линии развития обобщенных в ТРИЗ законов развития технических систем) [72].

В настоящее время расширился доступ к источникам патентной информации [73],кратно выросли возможности их машинной обработки [74]. Поэтому в условиях необходимости наращивания технологического суверенитета страны важно активизировать эту работу. На наш взгляд, если в программе «минимум» можно ещё опираться на апробированные временем традиционные методики [75, 76], то для программы «максимум» (табл. 4) перспективны продвинутые инструменты, опирающиеся на систему обобщенных в ТРИЗ законов организации, функционирования и развития технических систем [36, 61, 77]. К их числу относятся имеющие патентную защиту методики, например, функционально-ориентированный информаци-

онный поиск (ФОИП) [78], его используют в ходе реализации проектов ТРИЗ-консультанты компаний GEN3 (США) и «Алгоритм» (Россия). К группе «продвинутых» инструментов следует отнести разработки компании Ideation International Inc. (ранее Кишиневской, ныне Детройтской школы ТРИЗ). Методология «Ideation/TRIZ» и линейка продуктов «TRIZ-Soft» включает подсистемы: решения проблем «Innovation Workbench», прогнозирования «Directed Evolution», преданализа будущих проблем «Anticipatory Failure Determination». Эти наработки знаменуют этап управляемой эволюции и контроля интеллектуальной собственности [79].

Так как важнейшей функцией образования является предвосхищение будущего, задействование развитого инструментария ТРИЗ+ФСА отвечает целям опережающего обучения [36] и должно занять достойное место в программе «максимум» (табл. 4).

5. «Задачный подход». Каждый человек «обречен» на решение массы задач в своей личной и профессиональной жизни, однако общим методам решения задач практически нигде не учат. Стихийно со школы и позже молодежь усваивает методы решения задач в рамках базовых наук: математики, физики, химии и т. п. Сегодня, пожалуй, лишь в рамках «большой» ТРИЗ идет активное осмысление феномена задачи и типизации широкого круга задач. С каждым годом все больше исследователей обращают внимание на «задачный» потенциал ТРИЗ. Диапазон внимания широк – от области космической медицины и сфер развития интеллекта с помощью активизации резервных возможностей головного мозга до сферы системной инженерии и управления [80–83]. Нами давно обращено внимание на важность преодоления существующего (в головах обучающихся) разрыва между учебными и реальными (производственными) задачами [84]. Предложена модель поэтапного формирования системной инженерной компетентности, предусматривающая восхождение от предметного на научный, а затем метанаучный (философский) уровень [85]. Она базируется на уникальной концепции – своеобразном завещании Г.С. Альтшуллера потомкам («Идеальной творческой стратегии: концепции «максимального движения вверх») [86. С. 453–468].

Таблица 4. Организационно-методические шаги по «расшивке» «узких мест» подготовки будущих инженеров
Table 4. Organizational and methodological steps to expand the «bottlenecks» of training future engineers

«Узкие места» «Bottlenecks»	«минимум»/«minimum»	Контурные мероприятий программ Outlines of program activities
Слабая работа по воспитанию будущих инженеров Weak work on the education of future engineers	На примерах «служения Отечеству» ветеранов инженерных школ своих вузов («малой Родины»), задействование передового опыта преподавания технических дисциплин с элементами гуманитаризации. Вне учебы: работа в лабораториях, на полигонах кафедр, волонтерство и работа в стройотрядах, участие в гражданских акциях On the examples of «service to the Fatherland» of veterans of engineering schools of their technical universities («small Motherlands»), the use of advanced experience in teaching technical disciplines with elements of humanitarianism. Outside of studies: work in laboratories, at the ranges of departments, volunteering and work in construction teams, participation in civil actions	Разработка перспективных интегрированных, но компактных дисциплин «воспитывающего обучения», отражающих единство природы, человека и техники, способствующих формированию целостной картины мира (с опорой на разработки по: истории и философии техники, ТРИЗ+ФСА+ТРА). Вне учебы: максимальное расширение системы студенческого самоуправления и молодежных инициатив, инженерное предпринимательство Development of promising integrated, but compact disciplines of «nurturing education», reflecting the unity of nature, man and technology, contributing to the formation of a holistic picture of the world (based on developments in: the history and philosophy of technology, TRIZ + FSA + TRTL). Outside of studies: the maximum expansion of the system of student self-government and youth initiatives, engineering entrepreneurship
Проблемы выбора жизненных ориентиров и целеполагания молодежи Problems of choosing life guidelines and goal setting of youth	В учебе: система встреч с представителями местных инженерной и рабочей элит: изобретателями, рационализаторами и предпринимателями; развитая проектная деятельность в рамках учебных дисциплин. Вне учебы: трудовая занятость на рабочих местах, контакты с представителями ВОИР (Всесоюзное общество изобретателей и рационализаторов) In studies: a system of meetings with representatives of local engineering and working elites: inventors, innovators and entrepreneurs; developed project activities within the framework of academic disciplines. Outside of studies: employment in the workplace, contacts with representatives of VOIR (All-Union Society of Inventors and Innovators)	В учебе: восстановление работы филиалов кафедр на ведущих предприятиях, НИИ, НПО, в инжиниринговых компаниях и т. п.; формирование при вузах (с участием работодателей и властей регионов) систем грантовой поддержки студенческой науки и изобретательства. Вне учебы: развитая система дополнительного обучения (офлайн и онлайн) технологиям творчества, сети молодежных инициатив, различных (в т. ч. сетевых) инженерных сообществ In studies: restoration of the work of branches of departments at leading enterprises, research institutes, NGOs, engineering companies, etc.; formation at universities (with the participation of employers and regional authorities) of systems of grant support for student science and invention. Outside of studies: developed system of additional teaching (offline and online) technologies of creativity, a network of youth initiatives, various (including network) engineering communities
Недостатки системной подготовки кадров Disadvantages of system training	Опора на ресурсы вузов и опыт для усиления системной подготовки студентов в учебной и внеучебной работе. Возрождение наставничества, прямая поддержка ректорами работы малых групп талантливых студентов Reliance on the resources of universities and experience to enhance the systematic training of students in academic and extracurricular activities. Revival of mentoring, direct support by rectors for the work of small groups of talented students	Насыщение подготовки инженеров курсами системного анализа и синтеза, основанными на ТРИЗ+ФСА. Выпуск на курсах повышения квалификации преподавателей системы связанных на базе ПЖЦ учебных пособий кафедр; чтение блоков универсальных курсов (типа «Майнор ТРИЗ» в ЮУрГУ) студентам разных специальностей, а позже их сопровождением конкретными наставниками Saturation of the training of engineers with courses in system analysis and synthesis, the basics of TRIZ + FSA. Issue at the advanced training courses for teachers of the system of PZhTs-based teaching aids of the departments; reading blocks of universal courses (such as «Minor TRIZ» at SUSU) to students of various specialties, and later they are accompanied by specific mentors

Окончание таблицы 4.
Table 4.

<p>Слабая ориентация студентов на практику применения знаний Weak orientation of students to the practice of applying knowledge</p>	<p>Восстановление традиций патентного поиска в работах студентов, формирование ими личных инфорфондов (карточек) по интересной тематике, задействование лайфхаков и другой доступной информации. Развитие разных видов проектной деятельности, поощрение публикационной активности Restoration of the traditions of patent search in the works of students, the formation of personal information funds (file cabinets) by them on interesting topics, the use of life hacks and other available information. Development of various types of project activities, encouragement of publication activity</p>	<p>Задействование по максимуму инструментария ТРИЗ+ФСА по дальнейшему прогнозированию техники (построение «деревьев эволюции», линий развития технических систем). Введение (как обязательного) требования для выпускных квалификационных работ: оформления заявки на изобретение, полезную модель (или публикация научной статьи по теме работы) Maximum use of TRIZ+FSA tools for long-range forecasting of technology (construction of «evolution trees», development lines of technical systems). Introduction (as a mandatory requirement for final qualification works: registration of an invention, utility model (or publication scientific article on the topic of work)</p>
<p>Слабость «задачной» подготовки будущих инженеров Weakness of «task» training of future engineers</p>	<p>Побуждение с поощрением студентов к решению не только типовых, но и нестандартных задач. Формирование тематических сборников задач, включение кейсов с анализом процессов их решения в программы дисциплин. Вне учебы: дополнительные занятия, кружки, факультативы по методам инженерного творчества, ТРИЗ. Работа руками в лабораториях кафедр: моделирование, конструирование, компоновка и дизайн изделий Encouragement of students to solve not only typical, but also non-standard tasks. Formation of thematic collections of tasks, inclusion of cases with an analysis of the processes of their solution in the programs of disciplines. Outside of studies: additional classes, circles, electives on the methods of engineering creativity, TRIZ. Work with hands in the laboratories of the departments: modeling, design, layout and product design</p>	<p>Знакомство обучающихся с «Идеальной творческой стратегией» Г.С. Альтшуллера-И.М. Верткина (о переходе в надсистему (с яруса на ярус) по мере обретения навыков решения задач). Освоение концепции бесприродного технического мира (БТМ) Г.С. Альтшуллера-И.М. Верткина, выход на решение комплексных проблем (экология–техника–социум–космос), формирование основ ноосферного мышления, обсуждение научно-этических проблем человечества в эпоху цифровизации, высоких технологий (нано, био, нейро) и когнитивных исследований Acquaintance of students with the «Ideal Creative Strategy» of G.S. Altshuller-I.M. Vertkin (about the transition to the supersystem (from tier to tier) as you acquire the skills to solve problems). Mastering the concept of the natural technical world of G.S. Altshuller-I.M. Vertkin, reaching out to solve complex problems (ecology–technology–society–space), forming the foundations of noospheric thinking, discussing the scientific and ethical problems of mankind in the era of digitalization, high technologies (nano, bio, neuro) and cognitive research</p>
<p>Низкая компетентность по экономике Low competence in economics</p>	<p>В учебе и самостоятельно: обретение знаний об инновационных процессах и превращении идей в инновации; устойчивых навыков снижения: себестоимости изделий, издержек на всех стадиях ПЖЦ систем. Освоение основ ФСА и ТРИЗ. Приобретение к инженерному предпринимательству In studies and independently: gaining knowledge about innovation processes and turning ideas into innovations; sustainable skills to reduce the cost of products, costs at all stages of the life cycle systems. Mastering the basics of FSA and TRIZ. Introduction to engineering entrepreneurship</p>	<p>Освоение современных «продвинутых» методик ФСА+ТРИЗ, включая методики «свертывания» (тримминга) конструкций и технологий. Развитие на базе идей «открытых инноваций» новых способов ускорения обновления производства, продвижения новых продуктов с использованием возможностей Интернет и цифровых сред. Развитие форм инженерного предпринимательства Mastering modern «advanced» methods of FSA+TRIZ, including methods of «folding» (trimming) structures and technologies. Based on the ideas of «open innovations», development of new ways to accelerate the renewal of production, promote new products using the possibilities of the Internet and digital environments. Development of forms of engineering entrepreneurship</p>
<p>Слабость подготовки к самостоятельному творчеству и защите результатов интеллектуальной деятельности Weak preparation for independent creativity and protection of intellectual property</p>	<p>Восстановление практики элементарных патентных исследований в рамках учебно-исследовательской и научно-исследовательской работ студентов. Приобретение студентов на кафедрах к изобретательству и защите полученных результатов интеллектуальной деятельности Restoration of the practice of elementary patent research within the framework of teaching and research work of students. Involving students in the departments to invent and protect the results of intellectual activity</p>	<p>Освоение студентами «продвинутых» технологий ФСА+ТРИЗ: объединения альтернативных систем, обхода патентов и т. п. Освоение комплексной, в т. ч. «зонтичной», защиты разнообразных объектов интеллектуальной собственности Mastering the «advanced» FSA+TRIZ technologies by students: combining alternative systems, bypassing patents, etc. Development of complex, incl. «umbrella», protection of various intellectual property objects</p>

Если в ходе реализации программы «минимум» (табл. 4) предлагается наращивать «решательную мощь» студентов путем их побуждения (естественно, с поощрением) к решению не только типовых, но и нестандартных задач (например, на базе простых инструментов ТРИЗ типа приемов разрешения технических противоречий), то в рамках программы «максимум» надо идти дальше. Речь идет об освоении будущими инженерами более полной картины мира, где они должны видеть нравственные, деонтологические грани инженерного дела (деонтология, от греч. – этика долга), зоны ответственности создателей техники за последствия их творений.

Философы-культурологи отмечают: уже сегодня, учитывая распространенность в среде молодежи тяги к лайфхакам, надо думать о последствиях появления в их мышлении цифровых виртуальных пространств при сингулярном взаимодействии с вещным миром [87]. В будущем сложных проблем на стыке реального и виртуального будет намного больше, поэтому к встрече с ними молодежь надо готовить (табл. 4).

6. Решение проблемы «расширения» экономического мышления будущих инженеров видится в освоении ими в рамках программы «минимум» вечных ориентиров: 1) знаний резервов снижения себестоимости изделий (создаваемых технических систем), причем лучше всего на ранних стадиях их ЖЦ; 2) знаний способов снижения издержек на всех стадиях ПЖЦ, вплоть до утилизации систем (особенно вредных и опасных: трудно разлагающихся химических веществ, радиоактивных материалов и т. п.). Здесь важно привлечь внимание студентов к смыслам понятий эффективности и экономичности, уточненным видным ученым страны – д-ром юр. наук, д-ром эконом. наук, канд. техн. наук., полковником А.В. Птушенко, служившем на Северном Флоте, работавшем компоновщиком СКГ авиации ВМФ с В.М. Мясишевым, Р.Л. Бартини, А.Н. Туполевым. По нему, любая система с одной стороны характеризуется эффективностью и совершенно с другой – экономичностью. Эффективность в общем случае в деньгах не выражается (она показатель степени приспособленности системы к решению определенной задачи в определенной ситуации). В деньгах выражается экономичность системы (она тем выше, чем ниже (при заданной эффек-

тивности) суммарные затраты на создание и эксплуатацию системы) [88. С. 26–27].

На достижение целей снижения себестоимости продукции хорошо «работает» поэтапный анализ Ю.М. Соболева [57] и «продвинутой» современной ФСА+ТРИЗ [58–60]. Для разработки более совершенных технологических процессов в рамках отечественной ФСА+ТРИЗ будущим инженерам необходимо освоить эффективную методику «функционально-идеальное моделирование» («свертывания») технологий.

В рамках программы «максимум» студентам важно раскрыть идеи: формирования стратегии предприятия с учетом ПЖЦ изделия, экономики инновационных процессов, повышения конкурентоспособности предприятия. Полезно показать особенности ФСА на разных стадиях ЖЦ продукта (проектирования ФСП; изготовления – ФСА ТП; производства – ФСА ПС), причем различных версий (корректирующей/инверсной, творческой) [89]. Логично в рамках программы «максимум» пояснить студентам выгоду для предприятий использования современного формата «открытых инноваций» [90] по сравнению с традиционным, более дорогим и часто неуспешным «творением» новшеств внутри компаний. Хорошо известно соотношение 3000:1, отражающее коммерческий успех лишь одной идеи из 3 тысяч «сырых идей» [91]. Поэтому в условиях сетевого мира компании часто дешевле и надежнее приобрести извне апробированную технологию. Дополнительно студентам могут быть озвучены идеи функционального маркетинга на базе разработок ФСА+ТРИЗ [92] (табл. 4).

7. Студенческое творчество. Развитие единства «нормативность (+) – инновационность (–)» в будущем инженерном образовании неизбежно. Трудно считать специалистом человека, не знающего комплекса стандартов и руководящих документов по всем стадиям ПЖЦ технических систем в его профессиональной области. Однако статус любых нормативов относителен («заморожен» на некий период времени). Но реку времени никто не в силах остановить: создаются новые материалы, идеи новых решений, совершенствуются методы расчета и изготовления техники. Поэтому у будущих инженеров должны быть сформированы основы мышления, основанные на философском понимании единства устойчивости-изменчивости и

консерватизма-прогрессивности мироздания, должно возникнуть чувство понимания подвижного и гармоничного сочетания этих противоположностей.

Патентное дело тесно связано с философией, формальной и диалектической логикой. Структура легальной формулы изобретения, принятой в России (как стране романо-германской правовой семьи), единством своих ограничительной и отличительной частей создает новое качество. Первая наследует признаки «старой» системы (прототипа), а вторая, дополняя первую новыми признаками, завершает постройку неочевидной для специалистов новой целостности (она квалифицируется как «изобретательский уровень»). Конструкция многозвенной формулы изобретения – хороший пример известного в ТРИЗ принципа «вынесение».

Изобретение – это всегда разрешение технического противоречия, момент проявления качественного скачка в диалектическом законе качественно-количественных переходов, тогда как инженерные решения – компромиссные варианты (моменты количественных изменений упомянутого закона). Инженерное дело формирует баланс разноуровневых решений – изобретательских и неизобретательских. Однако решение проблемы наращивания технологического суверенитета страны требует повышенного внимания к обучению студентов методам создания именно «прорывных» решений, поэтому без обучения инструментам ТРИЗ в этом деле не обойтись (табл. 4).

Программа «минимум» предусматривает восстановление и развитие традиций проведения студентами элементарных патентных исследований в рамках УИРС и НИРС, совершенствования существующей во многих вузах дисциплины «Основы инженерного творчества» на базе достижений современной ТРИЗ.

В программе «максимум» должен быть сделан переход к качественно новому уровню преподавания инструментария «большой» ТРИЗ, включающего современные версии ФСА+ТРИЗ, теории развития творческой личности (ТРТА), а также мощный аппарат развития мышления будущих инженеров – разработки Регистра научно-фантастических идей (РНФИ), созданного Г.С. Альтшуллером, коллегами и учениками. В составе этих технологий можно назвать аналогичную методам выведения «породистых» растений и животных методику объединения альтернативных техни-

ческих систем [93], методик «обхода патентов» [94, 95]. Также в программе «максимум» важно раскрыть обучающимся спектр возможностей комплексной защиты различных объектов интеллектуальной собственности, включая «ноу-хау» и единую технологию [96].

Заключение

1. Повышение качества образования будущих инженеров – ключевое условие решения проблемы наращивания технологического суверенитета России. Оно требует выхода в социум, согласованной работы властей страны и регионов, систем народного просвещения и высшего образования, бизнеса и всего общества. Однако многие «узкие места» существующей инженерной подготовки могут быть «расшиты» вузами на базе большого опыта, кадрового и интеллектуального потенциала их инженерных школ, а также использования лучших отечественных и зарубежных практик.
2. Современная смешанная реальность диктует необходимость конструирования новых видов развивающих и воспитывающих студентов образовательных сред, где есть место идеям «народного воспитания». Пришло время подготовки преподавателями свернутых междисциплинарных курсов высокой системности, задачности и ориентации на практику, «стартовым» блоком которых видится анализ инженерных ошибок в профессиональной области. Теоретико-технологической базой системных изменений подготовки инженеров может служить «большая» ТРИЗ, включающая современные версии ФСА, продвинутые методики решения нестандартных задач, наработки по ТРТА и Регистру научно-фантастических идей. Она опирается на традиции отечественной прогнозной школы и современных технологий проектирования будущего на базе законов организации, функционирования и развития систем, включающих методики: дальнего прогнозирования технических систем, построения «деревьев эволюции», объединения альтернативных систем и т. п.
3. «Расшивку» «узких мест» существующей подготовки инженерных кадров предлагается вести поэтапно по программам «минимум» и «максимум» по аналогии с мини- и макси-задачами в ТРИЗ на основе имеющихся в каждом конкретном вузе местных кадровых и интеллектуальных ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокошин А.А. Реальный суверенитет в современной мирополитической системе. – М.: Европа, 2006. – 173 с.
2. Фельдман О.А. Образовательный потенциал системы национальной безопасности России: автореф. дис... д-ра полит. наук. – М.: РГСУ, 2011. – 45 с.
3. Business retreats and sanctions are crippling the russian economy / J. Sonnenfeld, S. Tian, F. Sokolowski, Wyrebkowski, M. Kasproicz. – Rochester, NY: Social Science Research Network, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4167193>. URL: <https://ssrn.com/abstract=4167193> (дата обращения: 15.03.2022).
4. Ramon M. No matter who wins Ukraine, America has already lost. URL: <https://nationalinterest.org/feature/no-matter-who-wins-ukraine-america-has-already-lost-204288> (дата обращения: 15.03.2022).
5. Денис Мантуров: тотального отказа от принципов рыночной экономики не будет. URL: <https://www.interfax.ru/russia/856544> (дата обращения: 15.08.2022).
6. Лапина А. В России появятся передовые инженерные школы. URL: <https://skillbox.ru/media/education/v-rossii-royavyatsya-peredovye-inzhenernye-shkoly/> (дата обращения: 15.08.2022).
7. Лапина А. Стало известно, где откроют передовые инженерные школы. URL: <https://skillbox.ru/media/education/stalo-izvestno-gde-otkroyut-peredovye-inzhenernye-shkoly/> (дата обращения: 15.08.2022).
8. Goldratt E.M., Cox J. The goal: a process of ongoing improvement. – North River Press, 1984. – 384 p.
9. Воспитательная среда университета: традиции и инновации: монография / А.В. Пономарев, О.В. Гушин, Е.В. Осипчукова, Т.И. Гречухина, В.В. Голубина, М.А. Кузьмин, А.А. Фокин, А.В. Алешкин, Е.В. Витюк, А.Н. Калинина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 408 с.
10. Стебляк В.В. Советский проект как уникальное явление в мировой культуре // Омский научный вестник. – 2014. – № 4 (131). – С. 194–197.
11. Бернштейн Н.А. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой. – М.: ИФ АН СССР, 1962. – 44 с.
12. Глазунов Ю.Т., Сидоров К.Р. Целеполагание, целедостижение и волевая регуляция // Сибирский психологический журнал. – 2017. – № 64. – С. 6–23.
13. Глазунов Ю.Т. Моделирование целеустремленности. – М.; Ижевск: Изд-во Институт компьютерных исследований, 2017. – 360 с.
14. Олейникова Л.Т. Воспитание и воспитанность: реалии современности // Молодой ученый. – 2009. – № 12 (12). – С. 390–393.
15. Николенко В.Ю. Базовый курс системной инженерии. – М.: МФТИ, 2018. – 330 с.
16. Гуревич П.С. Проблема целостности человека. – М.: ИФ РАН, 2004. – 178 с.
17. Чжан Синь. Наследие образования в СССР (философская оценка) // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество: материалы XVIII Международной научной конференции. Вып. 2. Ч. 2. – М.: ИНИОН РАН, 2019. – С. 948–950.
18. Беляев А., Лившиц В. Educational gap: Технологическое образование на пороге XXI века. – Томск: STT, 2003. – 504 с.
19. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.
20. Задачи московских физических олимпиад / под ред. С.С. Кротова. – М.: Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 192 с.
21. Гальперин Г.А., Толпыго А.К. Московские математические олимпиады – М.: Просвещение, 1986. – 303 с.
22. Мусийчук М.В., Павлов А.П. «Лайфхак» как форма интеллектуальной активности в современных интеллектуальных системах // Мир науки. Педагогика и психология. – 2016. – Т. 4. – № 1. URL: <http://mir-nauki.com/PDF/22PDMN116.pdf> (дата обращения: 15.03.2022).
23. Корнейчук Б.В., Драгомирова Е.А. Слабое звено в подготовке инженеров (экономика в техническом вузе) // Высшее образование сегодня. – 2010. – № 6. – С. 78–82.
24. Гриненко С.В. Инженерное образование: экономические компетенции // Проблемы экономики. – 2013. – № 1. – С. 304–310.
25. Шайдуллина Р.М., Бахтигареева Л.Т., Степанова Р.Р. Экономическая подготовка как средство экономической социализации студентов технического вуза // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22325> (дата обращения 27.12.2022).
26. Назарова Г. Посчитать и не просчитаться. Чем занимаются инженеры-экономисты? // Санкт-Петербургские ведомости. – 2020. URL: <https://spbvedomosti.ru/news/financy/poschitat-i-ne-proschitatsya-chem-zanimayutsya-inzhenery-ekonomisty/> (дата обращения 27.12.2022).
27. Бардин В.М. Обучение изобретательству школьников, студентов, специалистов // Интеграция образования. – 2008. – № 2. – С. 53–55.

28. Мазуркин П.М. Самоорганизация студента в инновационном обучении и изобретательской деятельности // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 10. – С. 90–92.
29. Кобилев В.А. Педагогические особенности развития технической изобретательской деятельности студентов университета: на материалах технических специальностей: автореф. дис... канд. пед. наук. – Душанбе, 2012. – 26 с.
30. Рейтинг публикационной и изобретательской активности университетов России– 2020 / С. Ермак, П. Кузнецов, Д. Толмачев, П. Юровских. URL: <https://expert-ural.com/analytics/ratings/rejting-publikacionnoj-i-izobretatelskoj-aktivnost.html>. (дата обращения 27.12.2022).
31. Рейтинг «Индекс изобретательской активности российских университетов» – 2022. Патентный ландшафт на фоне экономической реальности/ А. Кандалинцева, И. Перечнева, П. Кузнецов, Д. Толмачев. URL: <https://expert-ural.com/analytics/ratings/rejting-indeks-izobretatelskoj-aktivnosti-rossijskih-universitetov--2022.html>. (дата обращения 27.12.2022).
32. Кувакина О. Прорывные изобретения ЮУрГУ получают патенты. URL: <https://www.susu.ru/ru/news/2017/06/23/proryvnye-izobreteniya-poluchayut-patenty>. (дата обращения 27.12.2022).
33. Мазуркин П.М. Самоорганизация студента в инновационном обучении и изобретательской деятельности. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. – 254 с.
34. Краев О.А. Деятельность ООО «ТРИЗ-Красноярск» в Сибирском федеральном университете за 2012 г. // ТРИЗ. Практика применения методических инструментов: сборник докладов IV конференции. – 19–20 октября 2012. URL: <https://www.metodolog.ru/node/1525> (дата обращения 27.12.2022).
35. Редколис Е.В., Бердоносков В.Д. Опыт преподавания ТРИЗ в высшем учебном заведении // Материалы ТРИЗ Саммита 2015. URL: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2015/paper/education/300471/> (дата обращения 27.12.2022).
36. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария ТРИЗ для формирования навыков инженеров будущего // *Инженерное образование*. – 2020. – Вып. 27. – С. 6–26.
37. Студенты МАДИ приняли участие в конкурсе по решению изобретательских задач – «Мастер устранения противоречий – 2019». URL: <https://www.madi.ru/4091-studenty-madi-prinyali-uchastie-v-konkurse-po-resheniyu-izob.html> (дата обращения 27.12.2022).
38. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.
39. Григорьев Н., Сигида В. Порочные круги российского образования. URL: <http://www.morvesti.ru/themes/1696/98933/> (дата обращения 27.12.2022).
40. Предатели гнезда ВШЭ. Россию пытаются сломать изнутри? URL: https://tsargrad.tv/investigations/predateli-gnezda-vshje-rossiju-pytajutsja-sloamat-iznutri_652027 (дата обращения 27.12.2022).
41. Усманов Б.Ф. Вузовская среда и мера воспитанности студентов // Знание. Понимание. Умение. – 2020. – № 1. – С. 193–202.
42. Ушинский К.Д. О народности в общественном воспитании // Русская школа. – М.: Институт русской цивилизации, 2015. – С.74–170.
43. Добромислов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 208 с.
44. Лашенко М.Н. Аварии металлических конструкций зданий и сооружений. – Л.: Стройиздат, 1969. – 184 с.
45. Леденев В.В., Скрылев В.И. Предупреждение аварий. – М.: АСВ, 2002. – 240 с.
46. Шишов К. Живучесть промышленных зданий // Техника – молодежи. – 1984. – № 9. – С. 24–28.
47. Попова И.П. Образование и преемственность российских инженеров: новые вызовы, старые проблемы // *Alma mater*. Вестник высшей школы. – 2016. – № 11. – С. 3–8.
48. Королева И.В., Чугунова Н.Ю. Целеполагание как проектировочная компетентность современной молодежи // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 130. – С. 739–748.
49. Абдуллин А.Г., Лихолетов В.В., Рябова И.Г. Самоопределение и самореализация молодежи России: социально-нравственные и психолого-педагогические аспекты проблемы // *Интеграция образования*. – 2021. – Т. 25. – № 3. – С. 440–462.
50. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа. – СПб.: ИД «Бизнес-пресса», 2000. – 326 с.
51. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: логико-методологический анализ. – М.: Наука, 1974. – 276 с.
52. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. – М.: Наука, 1982. – 152 с.
53. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 361 с.
54. Сурмин Ю.П. Теория систем и системный анализ. – Киев: МАУП, 2003. – 368 с.
55. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ (Наука и искусство решения проблем). – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 186 с.
56. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.Л., Филатов В.И. Профессия – поиск нового (Функционально-стоимостной анализ и теория решения изобретательских задач как система выявления резервов экономики). – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 196 с.

57. Соболев Ю.М. Конструктор и экономика. ФСА для конструктора. – Пермь: Перм. книж. изд-во, 1987. – 102 с.
58. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа: метод. рекомендации. – М.: Информ-ФСА, 1991. – 40 с.
59. Прохоров Ю.Ф., Лихолетов В.В. Основы функционально-стоимостного анализа систем. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2001. – 122 с.
60. Шмаков Б.В., Лихолетов В.В., Дворниченко А.А. Функционально-стоимостной анализ. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2010. – 213 с.
61. Байбурин А.Х. Применение приемов ТРИЗ и ФСА в организационно-технологических решениях. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2015. – 144 с.
62. Широкобородов А. Как Китай учится на ошибках СССР. Азиатский социализм успешно развивается по проторенным путям коммунистов. URL: <https://mypensiya.mirtesen.ru/blog/43539784055/Kak-Kitay-uchitsya-na-oshibkah-SSSR> (дата обращения 27.12.2022).
63. Управление по результатам / под ред. Т. Санталайнен, Э. Воутилайнен, П. Поренне, Й.Х. Ниссинен. – М.: Прогресс, 1988. – 318 с.
64. Злотин Б.Л., Зусман А.В. Законы развития и прогнозирование технических систем: метод. рекомендации. – Кишинев: МНТЦ «Прогресс», 1989. – 114 с.
65. Литвин С.С., Герасимов В.М. Дальнее прогнозирование развития ТС на базе ТРИЗ и ФСА. Рук. деп. в Фонде материалов по ТРИЗ ЧОУНБ (г. Челябинск) № 11–15. – Л.: 1987. – 8 с.
66. Комков Н.И. Проблемы и перспективы совершенствования методических и организационных основ прогнозирования развития. URL: https://issras.ru/scicoop/pr01122021/%-SA%EE%EC%EA%EE%E2_t.pdf. (дата обращения 27.12.2022).
67. Лисичкин В.А. Теория и практика прогностики. Методологические аспекты. – М.: Наука, 1972. – 224 с.
68. Тимофеева Н.М., Чабровский В.А. Методология обработки патентной информации при прогнозировании научно-технического прогресса в судостроении. – Л.: ЦНИИ «Румб», 1974. – 121 с.
69. Медунецкий В.М. Содержание и структура патентных исследований. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 46 с.
70. Рожнов А.Б., Турилина В.Ю. Патентные исследования: анализ патентной ситуации. – М: ИД НИТУ «МИСиС», 2015. – 75 с.
71. Лихолетов В.В. Основы инжиниринговой деятельности. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 124 с.
72. Березина В.Г., Мальцева П.В. Законы развития технических систем – основа для совершенствования классификации изобретений // Теория и практика обучения техническому творчеству: тезисы докладов. – Челябинск: УДНТП общества «Знание», 1988. – С.16–19.
73. Скорняков Э.П., Горбунова М.Э. Патентные исследования на основе баз данных, представленных в Интернете. – М.: Патент, 2014. – 158 с.
74. Кашеварова Н.А., Андреева А.А., Пономарева Е.И. Цифровые инструменты патентных исследований // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 2. – С. 1059–1074.
75. Методические рекомендации по проведению патентных исследований (одобрены Госкомизобретений СССР). URL: www.consultant.ru (дата обращения 27.12.2022).
76. Методические основы и организация научно-технологического прогнозирования в развитых странах / ред. Н.П. Ивашенко. – М.: МАКС Пресс, 2013. – 295 с.
77. Шпаковский Н.А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей. – М.: ТРИЗ-профи, 2006. – 240 с.
78. Litvin S. New TRIZ-Based Tool-Function-Oriented Search (FOS). URL: https://www.researchgate.net/publication/228978081_New_TRIZ-Based_Tool-Function-Oriented_Search_FOS (дата обращения 27.12.2022).
79. Zlotin B., Zusman A. Instruments for designing consummate systems. URL: <http://www.triz-journal.com/archives/2008/04/03/> (дата обращения 27.12.2022).
80. Вербин С. Наука принятия решений. – СПб.: Питер, 2002. – 160 с.
81. Дубина И.Н. Творческие решения в управлении и бизнесе. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2007. – 373 с.
82. Инженерная онтология. Инженерия как странствие / В. Никитин, С. Переслегин, А. Парибок, Ю. Чудновский, Е. Переслегина, Н. Луковникова, Д. Васильков, И. Тариков. – Екатеринбург, 2013. – 230 с.
83. Левенчук А. Системное мышление. – Бостон; Ульдинген; Киев: Проект «Баловство», Толиман, 2019. – 534 с.
84. Лихолетов В.В. Теория и технологии интенсификации творчества в профессиональном образовании: автореф. дис.... д-ра пед. наук. – Екатеринбург, 2002. – 45 с.
85. Godlevskaya E., Likholetov V., Aliukov S. Conceptual model of formation of system engineering competence: essence and didactic instrumentation // Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (IBIMA). – Granada, 2019. – P.7570–7577.
86. Альтшуллер Г.С., Верткин И.М. Как стать гением. – Мн.: Беларусь, 1994. – 479 с.

87. Соколов Б.Г. Lifehach: зона взаимодействия с вещью // *Studia Culturae*. – 2019. – Вып. 4 (42). – С. 249–257.
88. Птушенко А.В. Системная парадигма права. – М.: Московский ИД, 2004. – 448 с.
89. Моисеева Н.К., Анискин Ю.П. Современное предприятие: конкурентоспособность, маркетинг, обновление: в 2 кн. Кн. 1. – М.: Внешторгиздат, 1993. – 221 с.
90. Chesbrough H. Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology. – Boston: Harvard Business School, 2003. – 227 p.
91. Stevens G., Burley J. 3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success // *Research Technology Management*. – 1997. – V. 40 (3). – P. 16–27. DOI: 10.1080/08956308.1997.11671126
92. Стрижак С. Маркетинг функций вместо маркетинга товаров и услуг. – Челябинск: РИА ТОН, 2008. – 224 с.
93. Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) // *Журнал ТРИЗ*. – 1990. – № 1. – С. 11–26.
94. Лихолетов А.В., Лихолетов В.В. Обход патентов (о законных способах защиты интеллектуальных разработок) // *Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность*. – 2008. – № 5. – С. 58–64.
95. Соснин Э.А., Канер В.Ф., Пантюшина Е.Н. Системный и предметный операторы для охраны результатов интеллектуальной деятельности: теория и практика // *Проблемы технического творчества: сборник статей*. – Уфа: Аэтерна, 2016. – С. 137–153.
96. Лихолетов В.В. Экономико-правовая защита интеллектуальной собственности. – СПб.: ИЦ «Интермедия», 2021. – 220 с.

Дата поступления: 21.02.2023 г.

Дата принятия: 20.05.2023 г.

UDC 165+37+62

DOI 10.54835/18102883_2023_33_6

«BOTTLENECKS» OF DOMESTIC ENGINEERING EDUCATION IN THE LIGHT OF SOLVING THE PROBLEM OF INCREASING THE TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY OF THE COUNTRY

Valery V. Likholetov,
Dr. Sc., Cand. Sc., professor,
likholetov@yandex.ru

South Ural State University,
76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080, Russia

An attempt has been made to identify the «bottlenecks» in the training of future engineers. These are seen as: weak upbringing and difficulties in setting goals for young people; insufficient systematic training and orientation to the practice of applying knowledge; gaps in the «task» and economic training of future engineers; their lack of creative thinking skills and protection of intellectual activity results. The assessment of the impact of threats generated by these «bottlenecks» at different levels of society: individuals, families, enterprises and the state as a whole. The ways of overcoming the identified problems are discussed, the steps of their gradual «expansion» through the implementation of the «minimum» and «maximum» programs are proposed. **The purpose** of the research is to find ways and means to improve the quality of training of future engineers. **Novelty.** The «bottlenecks» of domestic engineering education are identified; the level of their influence on the moral and socio-economic situation in the country is assessed in terms of the need to solve the problem of increasing its technological sovereignty; proposals for their «expansion» are developed by analogy with the solution of mini- and maxi-tasks in the theory of inventive problem solving. **Methodology and research methods:** system, dialectical, task and genetic approaches. The problems of engineering and engineering education were considered in the light of the full life cycle of systems. Guidelines for identifying «bottlenecks» in the training of engineers and measures to «expand» them were the principles of didactics and developmental training, including «educative training» by I.F. Herbart and «the nationality of education» by K.D. Ushinsky. Discussion of the prospects of engineering education required access to the suprasystem of society. The methods of formal and dialectical logic, conceptual synthesis, analogy and theory of inventive problem solving tools were used: the ideal end result, ways to resolve contradictions in systems, analysis of resources as means of their resolution. Understanding the importance of step-by-step expansion of «bottlenecks» prompted us to formulate the «minimum» and «maximum» programs. **Results.** Improving the quality of engineering education is a key condition for solving the problem of increasing the technological sovereignty of the country. It requires the coordinated work of the authorities of the country and regions, the public education and higher education systems of the country, business and the whole society. It is proposed to expand the «bottlenecks» of engineering personnel training in stages based on the experience available in the country's universities, human and intellectual resources using the best domestic and foreign practices.

Key words: engineering and engineering education, developmental training, «bottlenecks» of engineering training and the «price» of engineering errors, forecasting and planning of the development of science and technology, technological sovereignty.

REFERENCES

1. Kokoshin A.A. *Realny suverenitet v sovremennoy miropoliticheskoy sisteme* [Real sovereignty in the modern world political system]. Moscow, Evropa Publ., 2006. 173 p.
2. Feldman O.A. *Obrazovatelny potentsial sistemy natsionalnoy bezopasnosti Rossii*. Avtoreferat Dis. Dokt. nauk [Educational potential of the national security system of Russia: Dr. Diss. Abstract]. Moscow, RGSU Publ., 2011. 45 p.
3. Sonnenfeld J., Tian S., Sokolowski F., Wyrebkowski, Kasproicz M. *Business retreats and sanctions are crippling the russian economy*. Rochester, NY, Social Science Research Network, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4167193> Available at: <https://ssrn.com/abstract=4167193> (accessed 15 March 2022).
4. Ramon M. *No matter who wins Ukraine, America has already lost*. Available at: <https://nationalinterest.org/feature/no-matter-who-wins-ukraine-america-has-already-lost-204288> (accessed: 15 March 2022).
5. Denis Manturov: *totalnogo otkaza ot printsipov rynochnoy ekonomiki ne budet* [Denis Manturov: there will be no total rejection of the principles of a market economy]. Available at: <https://www.interfax.ru/russia/856544> (accessed: 15 August 2022).
6. Lapina A. *V Rossii poyavyatsya peredovye inzhenernye shkoly* [Advanced engineering schools will appear in Russia]. Available at: <https://skillbox.ru/media/education/v-rossii-poyavyatsya-peredovye-inzhenernye-shkoly/> (accessed: 15 August 2022).

7. Lapina A. *Stalo izvestno, gde otkroyut peredovye inzhenernye shkoly* [It became known where advanced engineering schools will be opened]. Available at: <https://skillbox.ru/media/education/stalo-izvestno-gde-otkroyut-peredovye-inzhenernye-shkoly/> (accessed: 15 August 2022).
8. Goldratt E.M., Cox J. *The goal: a process of ongoing improvement*. North River Press, 1984. 384 p.
9. Ponomarev A.V., Gushchin O.V., Osipchukova E.V., Grechukhina T.I., Golubina V.V., Kuzmin M.A., Fokin A.A., Aleshkin A.V., Vityuk E.V., Kalinina A.N. *Vospitatelnaya sreda universiteta: traditsii i innovatsii: monografiya* [Educational environment of the university: traditions and innovations: monograph]. Yekaterinburg, Ural University Publ. house, 2015. 408 p.
10. Steblyak V.V. Sovetskiy proekt kak unikalnoe yavlenie v mirovoy kulture [The Soviet project as a unique phenomenon in world culture]. *Omskiy nauchny vestnik*, 2014, no. 4 (131), pp. 194–197.
11. Bernshteyn N.A. *Novye linii razvitiya v fiziologii i ikh sootnoshenie s kibernetikoy* [New lines of development in physiology and their relationship with cybernetics]. Moscow, IF AN USSR Publ., 1962. 44 p.
12. Glazunov Yu.T., Sidorov K.R. Tselepolaganie, tseledostizhenie i volevaya regulyatsiya [Goal setting, goal achievement and volitional regulation]. *Sibirskiy psikhologicheskii zhurnal*, 2017, no. 64, pp. 6–23.
13. Glazunov Yu.T. *Modelirovanie tselestremloynosti* [Targeting modeling]. Moscow, Izhevsk, Institute for Computer Research Publ., 2017. 360 p.
14. Oleynikova L.T. Vospitanie i vospitannost: realii sovremennosti [Upbringing and upbringing: the realities of modernity]. *Molodoy ucheny*, 2009, no. 12 (12), pp. 390–393.
15. Nikolenko V.Yu. *Bazovy kurs sistemnoy inzhenerii* [Basic course of systems engineering]. Moscow, MIPT Publ., 2018. 330 p.
16. Gurevich P.S. *Problema tselostnosti cheloveka* [The problem of human integrity]. Moscow, IF RAN Publ., 2004. 178 p.
17. Chzhan Sin. Nasledie obrazovaniya v SSSR (filosofskaya otsenka) [The legacy of education in the USSR (philosophical assessment)]. *Bolshaya Evraziya: razvitiye, bezopasnost, sotrudnichestvo. Materialy XVIII Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. Vyp. 2. Ch. 2 [Greater Eurasia: development, security, cooperation. Materials of the XVIII International Scientific Conference. Iss. 2. P. 2]. Moscow, INION RAN Publ., 2019. pp. 948–950.
18. Belyaev A., Livshits V. *Educational Gap: tekhnologicheskoe obrazovanie na poroge XXI veka* [Educational Gap: technological education on the threshold of the XXI century]. Tomsk, STT Publ., 2003. 504 p.
19. *Vsemirnaya initsiativa CDIO. Standarty: informatsionno-metodicheskoe izdanie* [Worldwide CDIO Initiative. Standards: information and methodological edition]. Eds. A.I. Chuchalin, T.S. Petrovskaya, E.S. Kulyukina. Tomsk, TPU Publ., 2011. 17 p.
20. *Zadachi moskovskikh fizicheskikh olimpiad* [Tasks of the Moscow Physics Olympiads]. Ed. by S.S. Krotova. Moscow, Nauka Publ., 1988. 192 p.
21. Galperin G.A., Tolpygo A.K. *Moskovskie matematicheskie olimpiady* [Moscow Mathematical Olympiads]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1986. 303 p.
22. Musiychuk M.V., Pavlov A.P. «Layfkhak» kak forma intellektualnoy aktivnosti v sovremennykh intellektualnykh sistemakh [«Lifehack» as a form of intellectual activity in modern intelligent systems]. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya*, 2016, vol. 4, no. 1. Available at: <http://mir-nauki.com/PDF/22PDMN116.pdf> (accessed: 15 March 2022).
23. Korneychuk B.V., Dragomirova E.A. Slaboe zveno v podgotovke inzhenerov (ekonomika v tekhnicheskoy vuzze) [The weak link in the training of engineers (economics in a technical university)]. *Vyshey obrazovaniye segodnya*, 2010, no. 6, pp. 78–82.
24. Grinenko S.V. Inzhenernoe obrazovanie: ekonomicheskie kompetentsii [Engineering education: economic competencies]. *Problemy ekonomiki*, 2013, no. 1, pp. 304–310.
25. Shaydullina R.M., Bakhtigareyeva L.T., Stepanova R.R. Ekonomicheskaya podgotovka kak sredstvo ekonomicheskoy sotsializatsii studentov tekhnicheskogo vuzza [Economic training as a means of economic socialization of students of a technical university]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 2-2. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=22325> (accessed 27 December 2022).
26. Nazarova G. Poschitat i ne proschitatsya. Chem zanimayutsya inzheneriy-ekonomisty? [Count and not miscalculate. What do economic engineers do?]. *Sankt-Peterburgskiy vedomosti*, 2020. Available at: <https://spbvedomosti.ru/news/financy/poschitat-i-ne-proschitatsya-chem-zanimayutsya-inzheneriy-ekonomisty/> (accessed 27 December 2022).
27. Bardin V.M. Obuchenie izobretatelstvu shkolnikov, studentov, spetsialistov [Teaching inventiveness to schoolchildren, students, specialists]. *Integratsiya obrazovaniya*, 2008, no. 2, pp. 53–55.
28. Mazurkin P.M. Samoorganizatsiya studenta v innovatsionnom obuchenii i izobretatelskoy deyatelnosti [Self-organization of a student in innovative education and inventive activity]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2011, no. 10, pp. 90–92.
29. Kobilov V.A. *Pedagogicheskie osobennosti razvitiya tekhnicheskoy izobretatelskoy deyatelnosti studentov universiteta: na materialakh tekhnicheskikh spetsialnostey*. Avtoreferat Dis. Kand. nauk [Pedagogical features of the development of technical inventive activity of university students: on the materials of technical specialties. Cand. Dis. Abstract]. Dushanbe, 2012. 26 p.

30. Ermak S., Kuznetsov P., Tolmachev D., Yurovskikh P. *Reyting publikatsionnoy i izobretatelskoy aktivnosti universitetov Rossii – 2020* [Rating of publication and inventive activity of Russian universities – 2020]. Available at: <https://expert-ural.com/analytics/ratings/rejting-publikatsionnoy-i-izobretatelskoy-aktivnost.html> (accessed 27 December 2022).
31. Kandalintseva A., Perechneva I., Kuznetsov P., Tolmachev D. *Reyting «Indeks izobretatelskoy aktivnosti rossiyskikh universitetov» – 2022. Patentny landshaft na fone ekonomicheskoy realnosti* [Rating «Inventive activity index of Russian universities» – 2022. Patent landscape against the backdrop of economic reality]. Available at: <https://expert-ural.com/analytics/ratings/rejting-indeks-izobretatelskoy-aktivnosti-rossiyskikh-universitetov--2022.html> (accessed 27 December 2022).
32. Kuvakina O. Proryvnye izobreteniya YuUrGU poluchayut patenty [Breakthrough inventions of SuSU receive patents]. Available at: <https://www.susu.ru/ru/news/2017/06/23/proryvnye-izobreteniya-poluchayut-patenty>. (accessed 27 December 2022).
33. Mazurkin P.M. *Samoorganizatsiya studenta v innovatsionnom obuchenii i izobretatelskoy deyatel'nosti* [Self-organization of a student in innovative education and inventive activity]. Yoshkar-Ola, MarGTU Publ., 2011. 254 p.
34. Kraev O.A. Deyatel'nost OO «TRIZ-Krasnoyarsk» v Sibirskom federalnom universitete za 2012 g. [Activities of the NGO «TRIZ-Krasnoyarsk» at the Siberian Federal University in 2012]. *TRIZ. Praktika primeneniya metodicheskikh instrumentov. Sbornik dokladov IV konferentsii* [TRIZ. The practice of using methodological tools. Collection of reports of the IV conference]. October 19–20, 2012. Available at: <https://www.metodolog.ru/node/1525> (accessed 27 December 2022).
35. Redkolis E.V., Berdonosov V.D. Opyt prepodavaniya TRIZ v vysshem uchebnom zavedenii [Experience of teaching TRIZ in a higher educational institution]. *Materialy TRIZ Sammita 2015* [Proceedings of the TRIZ Summit 2015]. Available at: <https://triz-summit.ru/confer/tds-2015/paper/education/300471/> (accessed 27 December 2022).
36. Likholetov V.V. Prigodnost instrumentariya TRIZ dlya formirovaniya navykov inzhenerov budushchego [Suitability of TRIZ tools for the formation of skills of engineers of the future]. *Inzhenernoye obrazovaniye*, 2020, Iss. 27, pp. 6–26.
37. *Studenty MADI prinyali uchastie v konkurse po resheniyu izobretatelskikh zadach – «Master ustraneniya protivorechiy – 2019»* [MADI students took part in the competition for solving inventive problems – «Master of contradiction elimination – 2019»]. Available at: <https://www.madi.ru/4091-studenty-madi-prinyali-uchastie-v-konkurse-po-resheniyu-izob.html> (accessed 27 December 2022).
38. Altshuller G.S. *Tvorchestvo kak tochnaya nauka* [Creativity as an exact science]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1979. 175 p.
39. Grigoryev N., Sigida V. *Porochnye krugi rossiyskogo obrazovaniya* [Vicious circles of Russian education]. Available at: <http://www.morvesti.ru/themes/1696/98933/> (accessed 27 December 2022).
40. *Predateli gnezda VShE. Rossiyu pytayutsya slomat iznutri?* [Traitors of the HSE nest. Are they trying to break Russia from within?] Available at: https://tsargrad.tv/investigations/predateli-gnezda-vshje-rossiju-pytajutsja-slomat-iznutri_652027 (accessed 27 December 2022).
41. Usmanov B.F. Vuzovskaya sreda i mera vospitannosti studentov [University environment and measure of upbringing of students]. *Znanie. Ponimanie. Umenie*, 2020, no. 1, pp. 193–202.
42. Ushinskiy K.D. O narodnosti v obshchestvennom vospitanii [About nationality in public education]. *Russkaya shkola* [Russian school]. Moscow, Institut russkoy tsivilizatsii Publ., 2015. pp. 74–170.
43. Dobromyslov A.N. *Oshibki proektirovaniya stroitel'nykh konstruksiy* [Errors in the design of building structures]. Moscow, ASV Publ., 2008. 208 p.
44. Lashchenko M.N. *Avarii metallicheskh konstruksiy zdaniy i sooruzheniy* [Accidents of metal structures of buildings and structures]. Leningrad, Stroyizdat Publ., 1969. 184 p.
45. Ledenev V.V., Skrylev V.I. *Preduprezhdenie avariy* [Accident warning]. Moscow, ASV Publ., 2002. 240 p.
46. Shishov K. Zhivuchest promyshlennykh zdaniy [Survivability of industrial buildings]. *Tekhnika – molodezhi*, 1984, no. 9, pp. 24–28.
47. Popova I.P. Obrazovanie i preemstvennost rossiyskikh inzhenerov: novye vyzovy, starye problemy [Education and succession of Russian engineers: new challenges, old problems]. *Alma mater. Vestnik vysshey shkoly*, 2016, no. 11, pp. 3–8.
48. Koroleva I.V., Chugunova N.Yu. Tselepolaganie kak proektirovochnaya kompetentnost sovremennoy molodezhi [Goal-setting as a design competence of modern youth]. *Politematicheskii setevoy elektronny nauchny zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 130, pp. 739–748.
49. Abdullin A.G., Likholetov V.V., Ryabova I.G. Samoopredelenie i samorealizatsiya molodezhi Rossii: sotsialno-nravstvennye i psikhologo-pedagogicheskie aspekty problemy [Self-determination and self-realization of the youth of Russia: socio-moral and psychological-pedagogical aspects of the problem]. *Integratsiya obrazovaniya*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 440–462.
50. Spitsnadel V.N. *Osnovy sistemnogo analiza* [Fundamentals of system analysis]. St. Petersburg, Business Press Publ. House, 2000. 326 p.

51. Sadovskiy V.N. *Osnovaniya obshchey teorii sistem: logiko-metodologicheskiy analiz* [Foundations of general systems theory: logical and methodological analysis]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 276 p.
52. Shreyder Yu.A., Sharov A.A. *Sistemy i modeli* [Systems and models]. Moscow, Nauka Publ., 1982. 152 p.
53. Peregodov F.I., Tarasenko F.P. *Vvedenie v sistemny analiz* [Introduction to system analysis]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1989. 361 p.
54. Surmin Yu.P. *Teoriya sistem i sistemny analiz* [Theory of systems and system analysis]. Kyiv, MAUP Publ., 2003. 368 p.
55. Tarasenko F.P. *Prikladnoy sistemny analiz (Nauka i iskusstvo resheniya problem)* [Applied systems analysis (the science and art of problem solving)]. Tomsk, TSU Publ., 2004. 186 p.
56. Altshuller G.S., Zlotin B.L., Filatov V.I. *Professiya – poisk novogo (Funktionalno-stoimostnoy analiz i teoriya resheniya izobretatelskikh zadach kak sistema vyyavleniya rezervov ekonomii)* [Profession – the search for a new one (Functional cost analysis and the theory of inventive problem solving as a system for identifying savings reserves)]. Chisinau, Kartya Moldovenyaski Publ., 1985. 196 p.
57. Sobolev Yu.M. *Konstruktor i ekonomika. FSA dlya konstruktora* [Constructor and economics. FSA for the designer]. Perm, Perm Publ. house, 1987. 102 p.
58. *Osnovnye polozheniya metodiki provedeniya funkcionalno-stoimostnogo analiza: metodicheskie rekomendatsii* [The main provisions of the methodology for conducting functional cost analysis: method. recommendations]. Moscow, Inform-FSA Publ., 1991. 40 p.
59. Prokhorov Yu.F., Likholetov V.V. *Osnovy funkcionalno-stoimostnogo analiza sistem* [Fundamentals of functional cost analysis of systems]. Chelyabinsk, SuSU Publ., 2001. 122 p.
60. Shmakov B.V., Likholetov V.V., Dvornichenko A.A. *Funktionalno-stoimostnoy analiz* [Functional cost analysis]. Chelyabinsk, SuSU Publ., 2010. 213 p.
61. Bayburin A.Kh. *Primenenie priemov TRIZ i FSA v organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniyakh* [Application of TRIZ and FSA techniques in organizational and technological solutions]. Chelyabinsk, SuSU Publ., 2015. 144 p.
62. Shirokobodov A. *Kak Kitay uchitsya na oshibkakh SSSR. Aziatskiy sotsializm uspeshno razvivaetsya po protorennym putyam kommunistov* [How China is learning from the mistakes of the USSR. Asiatic socialism is successfully developing along the beaten paths of the communists]. Available at: <https://mypensiya.mirtesen.ru/blog/43539784055/Kak-Kitay-uchitsya-na-oshibkah-SSSR> (accessed 27 December 2022).
63. *Upravlenie po rezultatam* [Management by results]. Eds. T. Santalaynen, E. Voutilaynen, P. Porenne, Y.Kh. Nissinen. Moscow, Progress Publ., 1988. 318 p.
64. Zlotin B.L., Zusman A.V. *Zakony razvitiya i prognozirovaniye tekhnicheskikh sistem* [Laws of development and forecasting of technical systems]. Chisinau, Progress Publ., 1989. 114 p.
65. Litvin S.S., Gerasimov V.M. *Dalnee prognozirovaniye razvitiya TS na baze TRIZ i FSA. Ruk. dep. v Fonde materialov po TRIZ CHOUNB (g. Chelyabinsk) N^o 11-15* [Long-range forecasting of ES development based on TRIZ and FSA. Hand. dep. in the Fund of materials on TRIZ CHUNB (Chelyabinsk) No. 11-15.]. Leningrad, 1987. 8 p.
66. Komkov N.I. *Problemy i perspektivy sovershenstvovaniya metodicheskikh i organizatsionnykh osnov prognozirovaniya razvitiya* [Problems and prospects for improving the methodological and organizational foundations of development forecasting]. Available at: https://issras.ru/scicoop/pr01122021/%CA%EE%EC%EA%EE%E2_t.pdf. (accessed 27 December 2022).
67. Lisichkin V.A. *Teoriya i praktika prognostiki. Metodologicheskie aspekty* [Theory and practice of forecasting. Methodological aspects]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 224 p.
68. Timofeeva N.M., Chabrovskiy V.A. *Metodologiya obrabotki patentnoy informatsii pri prognozirovanii nauchno-tekhnicheskogo progressa v sudostroenii* [Methodology for processing patent information in predicting scientific and technological progress in shipbuilding]. Leningrad, Rumb Publ., 1974. 121 p.
69. Medunetskiy V.M. *Soderzhanie i struktura patentnykh issledovaniy* [Content and structure of patent research]. St. Petersburg, ITMO University Publ., 2015. 46 p.
70. Rozhnov A.B., Turilina V.Yu. *Patentnye issledovaniya: analiz patentnoy situatsii* [Patent research: an analysis of the patent situation]. Moscow, MISiS Publ. house, 2015. 75 p.
71. Likholetov V.V. *Osnovy inzhiniringovoy deyatelnosti* [Fundamentals of engineering activities]. Chelyabinsk, SuSU Publ., 2001. 124 p.
72. Berezina V.G., Maltseva P.V. *Zakony razvitiya tekhnicheskikh sistem – osnova dlya sovershenstvovaniya klassifikatsii izobreteniy* [The laws of development of technical systems - the basis for improving the classification of inventions]. *Teoriya i praktika obucheniya tekhnicheskomu tvorchestvu. Tezisy dokladov* [Theory and practice of teaching technical creativity: abstracts]. Chelyabinsk, Znanie Publ., 1988. pp. 16–19.
73. Skorniyakov E.P., Gorbunova M.E. *Patentnye issledovaniya na osnove baz dannykh, predstavlenykh v Internete* [Patent research based on databases presented on the Internet]. Moscow, Patent Publ., 2014. 158 p.
74. Kashevarova N.A., Andreyeva A.A., Ponomareva E.I. *Tsifrovye instrumenty patentnykh issledovaniy* [Digital tools of patent research]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 1059–1074.

75. *Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu patentnykh issledovaniy (odobreny Goskomizobreteniy SSSR)* [Guidelines for conducting patent research (approved by the State Committee for Inventions of the USSR)]. Available at: www.consultant.ru (accessed 27 December 2022).
76. *Metodicheskie osnovy i organizatsiya nauchno-tekhnologicheskogo prognozirovaniya v razvitykh stranakh* [Methodological foundations and organization of scientific and technological forecasting in developed countries]. Ed. by N.P. Ivashchenko. Moscow, MAKS Press, 2013. 295 p.
77. Shpakovskiy N.A. *Derevya evolyutsii. Analiz tekhnicheskoy informatsii i generatsiya novykh idey* [Evolution trees. Analysis of technical information and generation of new ideas]. Moscow, TRIZ-profi Publ., 2006. 240 p.
78. Litvin S. *New TRIZ-based Tool-Function-Oriented Search (FOS)*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/228978081_New_TRIZ-Based_Tool-Function-Oriented_Search_FOS (accessed 27 December 2022).
79. Zlotin B., Zusman A. *Instruments for designing consummate systems*. Available at: <http://www.triz-journal.com/archives/2008/04/03/> (accessed 27 December 2022).
80. Verbin S. *Nauka prinyatiya resheniy* [Science of decision making]. St. Petersburg, Peter Publ., 2002. 160 p.
81. Dubina I.N. *Tvorcheskie resheniya v upravlenii i biznese* [Creative solutions in management and business]. Barnaul, Altai University Publ., 2007. 373 p.
82. Nikitin V., Pereslegin S., Paribok A., Chudnovskiy Yu., Pereslegina E., Lukovnikova N., Vasilkov D., Tarikov I. *Inzhenernaya ontologiya. Inzheneriya kak stranstvie* [Engineering ontology. Engineering as a journey]. Ekaterinburg, 2013. 230 p.
83. Levenchuk A. *Sistemnoe myshlenie* [Systemic thinking]. Boston, Uldingen, Kyiv, Project «Pampering», Toliman Publ., 2019. 534 p.
84. Likholetov V.V. *Teoriya i tekhnologii intensivatsii tvorchestva v professionalnom obrazovanii*. Avtoreferat Dis. Dokt nauk [Theory and technologies of creativity intensification in vocational education. Dr. Diss. Abstract]. Ekaterinburg, RGPU Publ., 2002. 45 p.
85. Godlevskaya E., Likholetov V., Aliukov S. Conceptual model of formation of system engineering competence: essence and didactic instrumentation. *Proceedings of the 33rd International Business Information Management Association Conference (IBIMA)*. Granada, 2019. pp.7570–7577.
86. Altshuller G.S., Vertkin I.M. *Kak stat geniem* [How to become a genius]. Minsk, Belarus Publ., 1994. 479 p.
87. Sokolov B.G. *Lifehach: zona vzaimodeystviya s veshchyu* [Lifehach: zone of interaction with a thing]. *Studia Culturae*, 2019, Iss. 4 (42), pp. 249–257.
88. Ptushenko A.V. *Sistemnaya paradigma prava* [System paradigm of law]. Moscow, Moscow Publ. house, 2004. 448 p.
89. Moiseeva N.K., Aniskin Yu.P. *Sovremennoe predpriyatie: konkurentosposobnost, marketing, obnovlenie: v 2 kn. Kn. 1* [Modern enterprise: competitiveness, marketing, updating: in 2 b. B. 1]. Moscow, Vneshtorgizdat Publ., 1993. 221 p.
90. Chesbrough H. *Open innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston, Harvard Business School, 2003. 227 p.
91. Stevens G., Burley J. 3,000 Raw Ideas = 1 Commercial Success. *Research Technology Management*, 1997, vol. 40 (3), pp. 16–27. DOI: 10.1080/08956308.1997.11671126
92. Strizhak S. *Marketing funktsiy vmesto marketinga tovarov i uslug* [Marketing functions instead of marketing goods and services]. Chelyabinsk, RIA TON Publ., 2008. 224 p.
93. Gerasimov V.M., Litvin S.S. *Zachem tekhnike plyuralizm (razvitie alternativnykh tekhnicheskikh sistem putem ikh obyedineniya v nadsistemu)* [Why does technology need pluralism (development of alternative technical systems by combining them into a supersystem)]. *Zhurnal TRIZ*, 1990, no. 1, pp. 11–26.
94. Likholetov A.V., Likholetov V.V. *Obkhod patentov (o zakonnykh sposobakh zashchity intellektualnykh razrabotok)* [Circumvention of patents (on legal ways to protect intellectual developments)]. *Intellektualnaya sobstvennost. Promyshlennaya sobstvennost*, 2008, no. 5, pp. 58–64.
95. Sosnin E.A., Kaner V.F., Pantyushina E.N. *Sistemny i predmetny operatory dlya okhrany rezultatov intellektualnoy deyatelnosti: teoriya i praktika* [System and subject operators for the protection of the results of intellectual activity: theory and practice]. *Problemy tekhnicheskogo tvorchestva: sbornik statey* [Problems of technical creativity: a collection of articles]. Ufa, Aeterna Publ., 2016. pp. 137–153.
96. Likholetov V.V. *Ekonomiko-pravovaya zashchita intellektualnoy sobstvennosti* [Economic and legal protection of intellectual property]. St. Petersburg, Intermedia Publ., 2021. 220 p.

Received: 21 February 2023.

Reviewed: 20 May 2023.