

УДК 165+37+62

DOI 10.54835/18102883_2021_30_1

ИДЕАЛЬНЫЙ КЕЙС: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

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.

Обсуждается проблема наращивания системности подготовки будущих инженеров, приводятся результаты поиска эффективных дидактических средств для достижения цели. Дается обзор развития кейс-метода и трудностей его применения в сфере инженерной подготовки. Выдвинута гипотеза о пригодности использования ансамблей комплементарных пословиц и сжатых изобретательских ситуаций с противоречиями в качестве основы конструирования эффективных кейсов для системной подготовки будущих инженеров. Сформулирован в форме противоречий спектр требований к признакам «идеального» кейса. Произведена попытка раскрытия структуры и потенциала системы перспективных кейсов для решения проблемы гуманизации и фундаментализации инженерной подготовки. **Цель** – поиск подходов и эффективных дидактических средств для повышения системной подготовки будущих инженеров. **Новизна.** Предлагается строить эффективные кейсы для системной подготовки будущих инженеров на основе систем комплементарных пар пословиц и базовых инструментов теории решения изобретательских задач. **Методология и методы исследования:** системный и диалектический подходы; закон жизненного цикла и общие законы организации, функционирования и развития систем; формальная и диалектическая логики; принципы дидактики и концепции развивающего обучения; концепция встречного трансфера естественно-научных и гуманитарных знаний; методы аналогии и идеализации; инструментальной теории решения изобретательских задач; метод анализа ситуаций (кейс-метод); наработки по теории опережающего отражения действительности П.К. Анохина; методы рефлексии и эмпатии. **Результаты.** Сформирован в виде противоречий образ идеального кейса. Выявлена перспективность конструирования системы кейсов, раскрывающих обучающимся тайны процесса изобретательского творчества и отражающих эффективность инструментов теории решения изобретательских задач при решении реальных производственных проблем. Осмыслена возможность поэтапного использования огромного функционального потенциала пословиц для целей создания перспективных инженерных кейсов. Показано, что системы пословиц (их комплементарные пары, как би-системы) глубоко и образно описывают на языке предельной ясности абсолютно все фазы полного жизненного цикла технических систем: от их замысла и проектирования до утилизации (включая расчеты прочности узлов, жесткости и устойчивости элементов конструкций, установление правильных соотношений твердости и других свойств материалов и проч.). Предложенная система перспективных кейсов дидактически корректна, соответствует идеям развивающего обучения и ориентирована на повышение качества инженерного образования в стране.

Ключевые слова: аналогия в познании, инженерное дело и инженерное образование, творчество и системность мышления, кейс-метод, рефлексия и эмпатия, пословицы и сказки, гуманизация и интеллектуализация обучения.

Введение

Современная инженерия охватывает не только отношения «человек–техника» в обычно понимаемой техносфере, но и «человек–человек» в экономико-управленческой сфере, «человек–знак» в инфосфере, «человек–природа» во всех аква-, био-, гео-, литосферах и космосе. Поэтому интеллектуализация и наращивание уровня системного мышления – императив подготовки будущих инженеров [1].

Огромная часть человеческой деятельности базируется на феномене подобию или аналогии. В социуме невозможно представить

процесс развития человеческой цивилизации без понимания роли пассионарных личностей (по Л.Н. Гумилеву) и ориентации людей на яркие примеры национальных героев. Инженерная деятельность, особенно в сфере проектирования и конструирования, в принципе, немыслима без опоры на проверенные жизнью (авариями и смертью многих людей) типовые, унифицированные решения. В сфере изобретательства, цель которого – создание новых конструкций, технологий, веществ и биологических объектов, нельзя обойтись без анализа поля известных решений с последующим выбором из них прототипа.

Сегодня мир вокруг людей населен огромным числом новых искусственных систем. Множество таких систем уже вселяется в самих людей, помогая им лучше двигаться, видеть и слышать. Антропогенный мир усложняется из-за роста обилия элементов и их связей. Современные мысли о сетевом мире как форме организации, связанной с Интернетом, называют «равным производством» (подход П. Адлера, Й. Бенклера развит футуристами Э. Рэймондом, Г. Райнгольдом и К. Ширки). По Бенклеру, осетевленная экономика «дает практические возможности индивидуумам ... делать больше в свободной общности с другими, не имея нужды выстраивать их отношения через систему цен или традиционных иерархических моделей социальной или экономической организации» [2. С. 254]. Однако антропогенной («второй») природой надо грамотно управлять, ведь в ней зачастую нет механизмов саморегулирования, сформированных в ходе эволюции «первой» природой. Если в «первой» природе надежно «работают» замкнутые пищевые цепочки (идет вещественно-энерго-информационный круговорот), то в искусственной природе этого зачастую нет. В итоге недостаточно грамотная активность человечества привела к накоплению массы промышленных и бытовых отходов и подвинула мир к экологической катастрофе.

В настоящее время актуализировалась важность своевременной ликвидации возникающих в современных сетях так называемых «структурных дыр» (в терминах Р. Берта [3]). Из-за ухудшения управляемости многих систем растет число техногенных катастроф и «цена» инженерных ошибок. По статистике Национального объединения строителей (НОСТРОЙ) России, лишь в 2010–2015 гг. количество аварий в стране выросло на 400 %, а количество погибших – в 7 раз (!). Разрушение объектов из-за нарушений при реализации проектов стало распространенной практикой, принося ущерб не только имуществу, но главное – жизни и здоровью граждан России.

Уже с 1930-х гг., когда появилась «теория домино» Г. Хайнриха [4], развитая позже Э. Адамсом, Ф. Бёрдом и Р. Лофтасом, стало ясно, что главная причина аварий – человеческий фактор [5]. Не случайно предложена классификация человеческих ошибок по стадиям планирования, хранения плана и исполнения, выделены уровни, на которых они формируются: первый основан на умениях

(навыках), второй – на применении правил (инструкций) и третий – на знании [6]. Однако без «панорамного» мышления будущего у инженерного дела точно нет. Именно отсюда вытекает высокая актуальность проблемы системной подготовки будущих инженеров [7].

Инженерное образование – своеобразное зеркало инженерной деятельности. Оно призвано отражать перспективу – будущее инженерии. Многие исследования указывают на то, что будущее связано с формированием у обучающихся уверенных навыков, прежде всего, «мягких» (умений работать с людьми), а не только с дисциплиной следования стандартам, нормам и инструкциям. В процессе обучения будущих инженеров важно создать условия «проектирования будущего», или, в терминах академика П.К. Анохина, «опережающего отражения действительности».

Одна из важнейших функций образования – предвосхищение будущего [8]. Будущее всегда «живет» из прошлого, отсюда при создании современных дидактических средств вытекает исключительная важность реализации принципов рефлексии и предвосхищения. В инженерии будущего должны гармонично сочетаться естественнонаучные и гуманитарные моменты. Это подтверждают отечественные социологические исследования. Исследования уровня гуманитарной подготовки выпускников технических вузов, проведенные ещё в конце 1990-х гг., показали, что до четверти опрошенных хотя и не видели особой значимости гуманитарных дисциплин для будущей деятельности, но указывали на дефицит психолого-экономических знаний и проблемы, связанные с коммуникативно-организаторскими навыками [9].

Известна лекция «Две культуры и научная революция», прочитанная Ч.П. Сноу в мае 1959 г. в Кембриджском университете, о проблеме расхождения мировоззрений представителей естественнонаучной и социально-гуманитарной сфер. С легкой руки поэта Б. Слуцкого, написавшего тогда стихотворение «Физики и лирики», она получила в СССР имя «проблемы физиков и лириков». Однако отечественными гениями проблема была подмечена гораздо раньше. Ещё в 1830 г. А.С. Пушкин в своей трагедии «Моцарт и Сальери» предлагал «поверить алгебру гармонией». К настоящему времени тренд снятия проблемы «физиков и лириков» стал уже очевиден за счет нарастания взаимного трансфе-

ра гуманитарной и естественно-научной областей знания.

Ярчайший пример этого – труды великого популяризатора науки Я.И. Перельмана. Многие выдающиеся гуманитарии обратили свои взоры на роскошь математических и физических образов [10], и, наоборот, яркие представители точных наук (Лотфи Заде, В.И. Арнольд и др.) нашли совершенно новые «точки опоры» в сферах нечеткой логики, вербальных вычислений и представлений, «мягких» моделей и проч. [11, 12]. Сегодня встречные интересы многих представителей физики, техники, экономики и управления надежно «сошлись» на феноменах пословиц и сказок, анализе форм их применения в процессах активного обучения различных категорий обучающихся [13, 14].

Анализ проблемного поля исследования

В условиях современной гиперинформатизации общества нельзя учить и учиться как раньше. Педагогическая общественность осознает, что обучать нужно не знаниям, а деятельности, задействуя все каналы воздействия на обучающихся (эмоционально-эмпатийно-рефлексивный, психолого-физиологический и морально-психологический). В мире идет поиск и разработка перспективных дидактических средств, в т. ч. оптимальных (природосообразных, биоадекватных и т. п.). Потенциал их воздействия на обучающихся за счет современных средств визуализации и компьютерного моделирования, дополненной и виртуальной реальностей колоссален, однако во многом ещё не понят, а потому не освоен педагогической общественностью. Два десятилетия назад нами для создания благоприятного режима обучения также были сделаны шаги по разработке пособий биоадекватного типа [15, 16]. Однако анализ тенденций развития обширного поля современных дидактических средств свидетельствует о возрастающем внимании научно-педагогической общественности к технологиям обучения на базе кейсов.

Метод case-study (обучение методом ситуаций или прецедентов) появился в Гарвардской школе права ещё в 1870-е гг., но его активное внедрение началось в Гарвардской школе бизнеса лишь в 1920-е гг. Классических школ кейс-стади две: Гарвардская (США) и Манчестерская (Европа). Если в первой учат поиску единственно верного решения, то во второй

– поиску различных решений. Бизнес-школы выделяют для кейс-стади значительную часть учебного времени: в Уортонской школе бизнеса оно составляет треть учебного времени, а в Гарварде доходит до 90 %. Студенты бизнес-школ прорабатывают за время обучения сотни кейсов. Идет изучение предмета студентами через массу кейсов в разных комбинациях для развития у них понимания (порой бессознательного) и способности мышления на языке базовых проблем управления в определенной сфере деятельности [17]. По факту, кейс – «кусочек» реальности (true life), для которой студенты предлагают свои решения. Обычно кейсы выдаются заранее, а далее студенты ищут решения, оформляют их и проводят презентации. Затем в конкурентной обстановке идут дискуссии и «разбор полётов».

Достоинство кейс-стади – обучение на реальных проблемных ситуациях, возможность получать уверенные навыки решения проблем и управления бизнесом. Однако полноценная реализация этого метода – занятие недешевое. По его стоимости в США лидирует Уортон, где на обучение (продолжительностью 21 месяц) слушатели тратят до 90 тыс. долл. (без затрат за проживание, питание и учебные материалы). На втором месте – Гарвард, где обучение за аналогичные деньги идет на три месяца дольше – 24 месяца. Третье место по стоимости обучения занимает бизнес-школа МТИ, там двухгодичная программа обходится студенту на 4–5 тыс. долл. дешевле.

По сравнению со сферой управления, публикаций о применении case-study в инженерной подготовке гораздо меньше. Они касаются изучения инженерной графики, механики, химико-технологических и энергетических процессов и т. п. [18–21]. Интерес к кейсам нарастает, что нашло свое проявление в движении по созданию кейс-клубов в ведущих вузах (НИУ-ВШЭ, НИЯУ МИФИ, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана и др.) и появлению ряда чемпионатов по кейсам. С 2013 г. метод кейсов начал активно развиваться в нашей стране благодаря созданию Международного инженерного чемпионата «Case-in», охватывающего сегодня сферы электроэнергетики, горного дела, геологоразведки, металлургии и нефтегазового дела [22].

Дидактические возможности метода кейсов огромны. Ведь при его реализации возможно проведение целого ансамбля разных видов анализа: проблемно-системного, при-

чинно-следственного, праксеологического, аксиологического, прогностического, рекомендательного, программно-целевого [23]. В методе кейсов реализуется спектр важнейших функций: обучающая, воспитывающая, организующая, исследовательская и др. [24]. Все это актуализирует проблему создания качественных кейсов для подготовки будущих специалистов. Данная проблема многомерна и требует для своего решения работы исследователей, обладающих высокой дидактической культурой [25]. «Наскоком» её решить точно не удастся, на этот счет есть яркие примеры неудачного опыта создания первых сборников отечественных кейсов в гуманитарной сфере [26]. Ещё большую трудность вызывает сложность построения качественных кейсов для будущих инженеров. По нашему мнению, наилучшим образом этому могут способствовать методические подходы, а также кейсы, созданные на базе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и её «клонов» – теории эффективных решений (ТЭР) и траблшутинга [27–33].

Самый существенный недостаток классического кейс-стади, с позиций ТРИЗ, – слабость техник постановки задачи и поиска решений [28]. Обучающиеся обычно используют мозговой штурм, матрицы BCG и SWOT-анализа и т. п. Отсутствие инструментальных методик компенсируется коллективным методом обсуждения и конкурентной дискуссией студентов. Однако сама жизнь требует коренного изменения характера мышления и работы в быстроизменяющемся мире. Именно поэтому отечественными специалистами по ТРИЗ был предложен продвинутый вариант кейса. Он получил название «Кейс 2.0», по сравнению с традиционным кейсом, именуемым в процессе сравнительного анализа как «Кейс 1.0» (табл. 1).

Для решения творческих задач, как известно, необходимо: 1) заранее выявлять проблемы и искать новые возможности; 2) уметь ставить задачи (превращать расплывчатую проблему в задачи); 3) выявлять противоречия, выстраивая причинно-следственные и системные связи; 4) уметь выявлять скрытые ресурсы в анализируемых системах, имея настрой на достижение максимального результата при минимальных затратах; 5) анализировать варианты и отбирать решения с учетом (прогнозом) последствий предлагаемых решений. При этом решатель творческих задач должен не бояться встречи с проблемами и противоречиями, нетривиальными идеями и

сопротивлением при внедрении решений, а также уметь быстро входить в новую предметную область и, главное, быстро учиться.

«Кейс 2.0» ориентирован на обучение инноваторов, а не управленцев (менеджеров), и потому опирается на иные правила, навыки и содержание. Для «Кейсов 2.0» используются реальные инновационные задачи. Они не делаются на основе патентов или книг, а пишутся лишь теми, кто сам решал проблему и внедрял решения. Это позволяет лучше показать реальный процесс решения реальной инновационной задачи. В современных бизнес-школах этого сегодня практически нет.

Если в классическом кейс-стади есть понятие «Case» (описание реальной проблемы) и «Guide» (методичка), то «Кейс 2.0» – это би-система («Case-Guide»), где объединены постановка проблемы и методика её решения. В отличие от «классики» в «Кейсе 2.0» особое внимание уделено внедрению решений, ведь это главная проблема сферы инноваций. Известен крайне низкий к.п.д. каскада его этапов – от «сырых» инновационных идей до коммерческого успеха. Так, например, на базе 3000 идей подается лишь 300 патентных заявок при реализации примерно 125 проектов. Далее по убывающей «гора (проектов) рождает мышь»: 9 опытных и 4 промышленных образца, затем 1,7 выходов на рынок и лишь 1 успешный коммерческий проект [34]. Здесь становится более понятной связь ТРИЗ с теорией развития творческой личности (ТРТЛ), смысл разработки которой, согласно Г.С. Альтшуллеру, заключается в изучении более сложной (по сравнению с созданием решений изобретательского уровня) деятельности по продвижению изобретений в хозяйственную жизнь общества.

От классического варианта «Кейс 2.0» также отличается адресной теоретико-инструментальной поддержкой лишь «нужных мест» в процессе его решения. Во избежание перегрузки учебного процесса остальное выносится в методические материалы (Guide). Помимо этого, в «Кейсе 2.0» полностью раскрываются шаги творческого процесса и смыслы применения изобретательских инструментов. Рисунки, схемы и пояснения задают обучающимся «карту решения», позволяющую лучше понять работу инновационных инструментов. Предусмотрена также смена режима работы – от «наблюдения со стороны» к попытке поиска самостоятельного решения, а затем возможности посмотреть «как это сделали авторы».

Таблица 1. Сравнение параметров классического кейса и «Кейса 2.0»
Table 1. Comparison of the parameters of the classic case and «Case 2.0»

| Параметр Parameter | Кейс 1.0 (классический) Case 1.0 (classic) | Кейс 2.0 Case 2.0 |
|--|---|---|
| Тематика Subject | Решение различных проблем (чаще всего типовых) Solving various problems (most often typical) | Решение инновационных (изобретательских) проблем Solving innovative (inventive) problems |
| Пользователь User | Профессорский состав, конечные пользователи Faculty, end users | Конечные пользователи: бизнес-инноваторы, инженеры-инноваторы; профессорский состав End users: business innovators, innovative engineers; professorial staff |
| Формат изучения Study format | Коллективный, коллективно-индивидуальный Collective, collective-individual | Индивидуальный, индивидуально-коллективный Individual, individual-collective |
| Стоимость/Price | Высокая/High | Низкая/Low |
| Форма представления материала Form of material submission | Отдельно кейс и методичка Separately case and manual | Кейс и методичка на одном «носителе» + развёрнутая методичка отдельно Case and manual on one «carrier» + detailed manual separately |
| Мотивация обучающихся Motivation of students | Обеспечивается в группе за счет создания конкурентной эмоциональной атмосферы Provided in the group by creating a competitive emotional atmosphere | За счет: а) увлекательности исходной проблемы; б) интриги во взаимоотношениях с заказчиком, при поиске и внедрении идей; в) красоты и эффективности решений; г) наличия добротного «методического интерфейса» Due to: a) fascination of the original problem; b) intrigues in relationships with the customer, when searching for and implementing ideas; c) beauty and efficiency of solutions; d) presence of a solid «methodological interface» |

Однако рассмотренные нами подходы к построению кейсов на базе ТРИЗ не исчерпывают всех возможностей продвижения к образу некоего идеального кейса. Они видятся, например, в вариантах «свертки» формата кейса с полного (20–25 страниц текста) до сжатого (3–5 страниц) или даже до мини-кейса (1–2 страницы). Аналог подобной свертки известен в мире литературы – это переход от прозы к стихотворению, где, по образной мысли Н.А. Некрасова, «словам должно быть тесно, а мыслям просторно». Однако при этом движении к идеалу в обучении надо не только максимально сохранить, но и даже повысить уровень реализации базовых дидактических принципов.

Ранее нами уже было проведено обоснование и описан спектр уникальных возможностей использования систем пословиц в качестве кейсов [35, 36]. Было отмечено, что пословицы, несмотря на свернутый характер, являют собой уникальные лингвистические конструкты, содержащие эмоционально окрашенную, учитывающую менталитет и нравственные ценности нации, выверенную в веках информацию об устройстве мира и

его движении. В них отражены абсолютно все способы (приемы) разрешения противоречий и, по сути, все общие законы формирования, функционирования и развития систем любой природы.

Пословицы в истории человечества имеют дописьменное происхождение. По сравнению с поговорками они обладают целостностью (завершенностью). Их совокупность – важнейшая часть национальной культуры и хранилище коллективного бессознательного. Это своеобразный и наиболее полный «патентный фонд» человеческой культуры. Образно, по аналогии с «обкаткой» водой лома камней (шебня, гравия) в гладкую гальку, время удалило из исходных словесных конструктов все лишнее. Каждая из пословиц является «формулой социального изобретения». Они охватывают абсолютно все стороны жизни людей. Н.В. Гоголь называл их «стоочитым Аргусом», а А.М. Горький писал, что пословицы и песни кратки, а ума и чувства вложено в них на целые книги. В пословицах часто в неосознаваемом людьми сразу виде хранятся и транслируются в человеческую деятельность коды системных знаний.

В условиях бурного развития Интернет появилась опасность замещения пословиц интернет-мемами (Internet meme) [37, 38] – «информационно-психологическими микробами». Для человечества это вовсе не новость, ещё в 1897 г. В.М. Бехтерев в речи на собрании Императорской военно-медицинской академии призывал обратить внимание на некие «психические микробы», спонтанно возникающие и циркулирующие в обществе (на тот период лишь в газетах и журналах).

Термин «мем» обязан происхождением книге «Эгоистичный ген» Р. Доукинза. По Докинзу, мем – «единица передачи культурного наследия, культурной имитации» [39. С. 173]. Интернет резко увеличил возможности визуализации и динамизации мемов, часто не имеющих глубинных социокультурных смыслов, свойственных пословицам, прошедшим многовековые фильтры верификации. Тем не менее игнорировать их нельзя, ведь сегодня мем, по мнению ученых, стал диагнозом нашего времени, показателем когнитивного усечения публичного дискурса, новой формы «экономии мышления» и сужения смысловой сферы публичных посланий [40].

Методология и методы исследования

В процессе исследования нами использовались общенаучные и общепедагогические подходы, прежде всего, системный и диалектический. Сегодня системная инженерия невозможна без анализа и синтеза систем в свете закона полного жизненного цикла, она опирается на общие законы организации, функционирования и развития систем любой природы. Психолого-педагогические концепции развивающего обучения и базовые принципы дидактики (развивающего и воспитывающего обучения, научности, доступности, связи с практикой, активности, гармонизации индивидуального и коллективного характера обучения, перехода от обучения к самообучению и др.) служили нам ориентирами для формирования образа перспективных дидактических средств системной подготовки будущих инженеров. Для выдвижения и верификации гипотез использовались методы формальной и диалектической логики, концептуального синтеза и встречного трансфера естественно-научных и гуманитарных знаний. Эксплуатировались методы идеализации и аналогии, а также комплекс инструментов ТРИЗ, включающий идеальный конечный результат (ИКР),

способы разрешения противоречий и анализ ресурсов как средств их разрешения. В процессе обоснования и поиска эффективных дидактических средств системной подготовки будущих инженеров наше внимание было направлено на хорошо зарекомендовавший себя и активно распространяющийся в современном образовании метод анализа реальных ситуаций (метод case-study).

Нами осознано, что сегодня существуют затруднения теоретико-технологического характера, препятствующие широкому использованию кейс-метода в инновационной подготовке инженеров. Многие препятствия на этом пути могут быть преодолены путем грамотного конструирования компактных, но многофункциональных кейсов на основе использования свернутых реальных инновационных задач, систем комплементарных пословиц и базовых инструментов ТРИЗ. Такие кейсы, обладающие кажущейся внешней простотой, однако имеющие богатую междисциплинарную «начинку», способны активизировать эмпатийную и рефлексивную сферы обучающихся, повысить осмысленность учебных процедур и мотивировать их к развитию навыков решения сложных задач. Конечный результат обучения на системе кейсов такого рода видится в создании дидактически корректных и психологически комфортных условий гармоничного развития будущих творцов техносферы.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами разделяется трактовка А.В. Птушенко о том, что «эффективность есть показатель степени приспособленности системы к решению определенной задачи в определенной ситуации» [41. С. 27]. В свете этой трактовки эффективным для подготовки будущих инженеров будет кейс, в наивысшей степени приспособленный для достижения обозначенных целей. В соответствии с представлениями об «идеальном конечном результате» в ТРИЗ идеальный кейс – «отсутствующий кейс», функция которого выполняется. Логически это представление означает полное «свертывание» всех институтов и, соответственно, процессов профессионального обучения. В этом случае цель кейса (точнее, компетенции, формируемые им) должны формироваться в процессе профессиональной деятельности человека. Здесь мысль уносит нас в давно минувшие времена индивидуального

и продолжительного обучения в системе «мастер–подмастерье–ученик». Однако сегодня ситуация совсем иная.

Сформулируем систему требований по отношению к гипотетическому (идеальному) кейсу, исходя из реалий сегодняшнего развития человеческой цивилизации и инженерного дела. Идеальность напоминает нам горизонт – при приближении к нему он «убегает». Идеальность недостижима, ведь это уровень мечты или сказки. Однако если оценивать результаты интеллектуальной деятельности относительно этой «убегающей» границы, то можно коренным образом изменить представление о лучшем решении. Трудно не согласиться с тем, что при ориентации даже на самое худшее решение на пути движения от идеальности («сверху вниз») можно достичь решения лучше самых передовых – оптимальных по существующим представлениям (рис. 1).

Попробуем изложить систему требований к идеальному кейсу в виде своеобразного «технического задания», формирующего образ желаемого дидактического средства, выполняющего (как по мановению волшебной палочки) исчерпывающий спектр функций развивающего и воспитывающего обучения. Сформулируем эти требования в виде противоречий и дадим формулировкам необходимые комментарии.

Образ идеального кейса

1. Кейс, в первую очередь, должен быть практико-ориентированным, профессиональным (+) и быть научно-теоретическим, иначе говоря, надпрофессиональным или систем-

ным (–). В пользу первого требования свидетельствует красивая мысль И. Ньютона: «При изучении наук примеры полезнее правил», а в пользу второго – изречение И. Канта, повторенное позже Г. Кирхгофом и Л. Больцманом: «Нет ничего практичнее хорошей теории».

2. Кейс совершенно точно должен быть опредмеченным, конкретным (+), чтобы быть понятным обучающимся в опредмеченной реальности, и он должен быть метапредметным, универсальным (–), чтобы обучающиеся могли «видеть за деревьями лес». Здесь речь идет об единстве частного и общего, конкретного и абстрактного, что хорошо отражает известная ленинская цитата из его философской работы «Материализм и эмпириокритицизм» (1909 г.): «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике – таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».

3. Кейс неизбежно будет искусственным (+), ведь мы живем в искусственном, антропогенном мире, и он должен быть максимально естественным (–). Ученые, изучающие проблему классификаций в науках, пришли к выводам о движении всех искусственных классификаций к естественным (отражающим, по сути, объективные закономерности – как, например, периодический закон Д.И. Менделеева) по мере познания тайн мироздания. Искусственность в науке и образовании вполне естественна, ведь «нельзя объять необъятное». Однако искусственность порочна своей нечитабельностью (здесь достаточно вспомнить содержание первых сборников «вымученных» отечественных кейсов [26]. А это во-

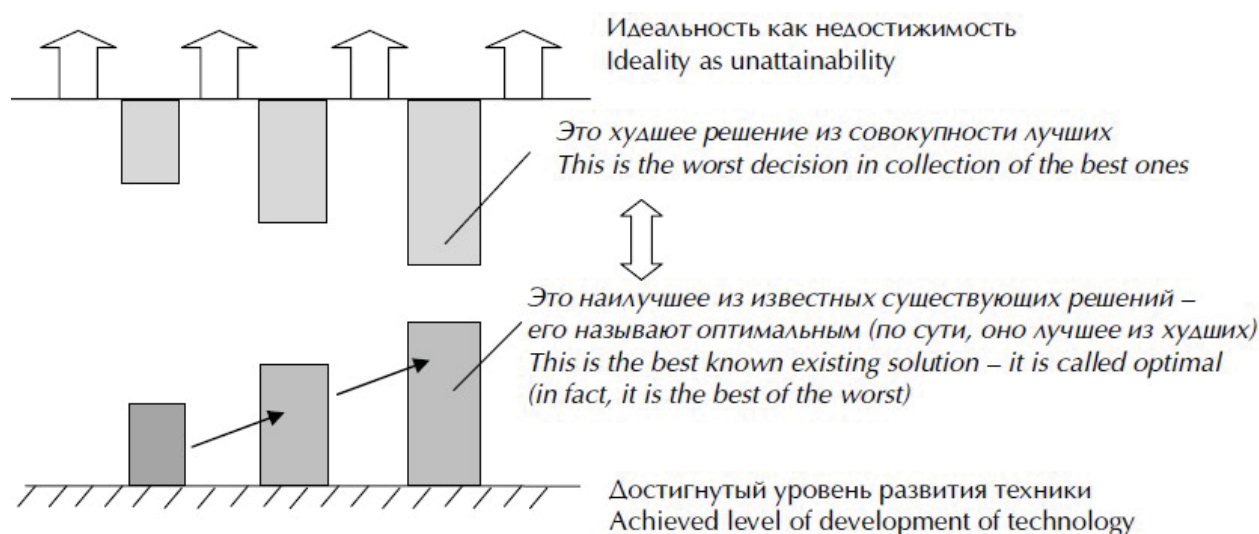


Рис. 1. Переход от оптимальности к идеальности в инженерии
Fig. 1. Transition from optimality to ideality in engineering

все не приглашает обучающихся к познанию чарующих тайн творчества. Хорошо известно, что наши великие химики А.М. Бутлеров и Д.И. Менделеев стихийно реализовали диалектический метод познания, создавая свои учебники в духе приобщения обучающихся к «кухне открытия». Они всегда подчеркивали важность подобия способов преподавания научных закономерностей способам их познания [42].

4. Кейс должен быть рациональным (+), ведь инженерия – дело серьезное, но одновременно он должен быть эмоциональным (–). Известны мысли Л.С. Выготского, Ю.М. Лотмана и др. о мышлении как диалоге полушарий головного мозга. По данным ряда современных ученых (Р. Бар-Она, Д. Гоулмана, М. Кетс де Вриса и др.), успешность людей связана с весьма определенными соотношениями уровней их умственного и эмоционального развития, близкими к известному соотношению Вильфредо Парето – 20:80.

5. Кейс должен быть наглядно-образным (+) и должен быть словесным (–). Безусловно, хотелось бы иметь в кейсах графические интерпретации описания содержания, однако порой это сделать трудно (из-за существенных затрат). Требование выводит нас на огромный пласт исследований в сферах формирования образов – от масс-медиа до необъятной области культуры и искусств. Здесь вспоминаются слова великой танцовщицы, основательницы «свободного танца» и жены С. Есенина в 1922–1924 гг. Айседоры Дункан: «Если бы можно что-либо объяснить словами – не было бы смысла это станцевать». Можно даже переформулировать требование: «слог» кейса должен быть обыденным – прозаическим (+) – и должен быть «высоким», точнее, «высокообразным» – поэтическим (–), основанным, скорее всего, на рифме, ритме и проч. Однако трудно написать роман в прозе, но ещё труднее – роман в стихах, подобно А.С. Пушкину («Евгений Онегин»). Наверно, поэтому, рассуждая о «языке предельной ясности», Д.М. Панин отмечал важность образности, предельной точности и отсутствия мысленного перевода. Он писал, что признак «предельной ясности – способность восстановить воспринятое по смыслу, а не по памяти» [43. С. 178]. При этом современным педагогам одновременно следует «быть в тренде» и не забывать, что современная информационная революция породила необходимость

учета новых реалий типа мемов и «клипового мышления (сознания)» [44].

6. Кейс должен быть описан достаточно полно, т. е. быть объемным (+) и должен быть весьма компактным и кратким (–). Эта проблема достатка/недостатка объема задачной информации извечна. Таким образом, при конструировании кейсов следует помнить точные слова А.П. Чехова о том, что «краткость – сестра таланта».

7. Кейс должен быть как индивидуально- (+), так и коллективно-ориентированным (–). Первое требование связано с признанием обучающегося главной фигурой образовательного процесса в технологиях личностно-ориентированного обучения, а второе – с высокой важностью формирования у обучающихся навыков «работы в команде». Другими словами, кейс должен обеспечивать повышение «решательной мощности» человека не только как индивида, но и как члена коллектива.

8. Наконец, идеальный кейс должен «схватывать» не только сферу будущей профессиональной деятельности обучающихся (+), но и обширную сферу её социокультурного окружения (–), включающую систему социально-нравственных идеалов и ментальных кодов народов страны, имеющей великую и многовековую историю. Это связано с тем, что современная инженерия не имеет границ, поэтому её будущие творцы должны хорошо осознавать горизонты не только своей профессиональной, но и нравственной ответственности за результаты влияния инженерной деятельности на всю совокупность тесно связанных социально-техничко-экономической, социокультурной и природно-экологической систем.

После мысли об идеальности вполне логично возникает вопрос о существовании (или отсутствии) универсального инвариантного кейса – на все случаи жизни, а также ограниченной типологии кейсов. Нам трудно возразить против мысли Ю.П. Сурмина, что источником кейсов должна быть сама жизнь [25]. Поэтому метод аналогии ведет нас в лоно мировой литературы, где накоплен уникальный опыт отражения всех коллизий человеческой жизни. Любопытно, что в ней, согласно Хорхе Луису Борхесу, эксплуатируется, повторяясь, всего лишь четыре базовых сюжета. Таковых сюжетов у Кристофера Букера – семь, а у Курта Воннегута – восемь. Правда, следует вспомнить, что ещё в 1895 г. вышла книга французского театроведа Жоржа Польти,

доказывающая, что все драматические произведения основаны на какой-либо из 36 сюжетных коллизий. Таким образом, многовековая литературная аналогия позволяет нам предположить возможность конструирования компактной типологии кейсов.

Известно, что инструментальным базисом современной ТРИЗ являются выявленные из патентных фондов и технической литературы 40 основных приемов устранения технических противоречий. Они отражают способы разрешения противоречий в пространстве, времени и в структуре систем. При развитии ТРИЗ произошло «сгущение» и комплексирование приемов. На базе парных приемов (прием + антиприем, типа «дробление–объединение») и их соединения с физическими эффектами появились 5 классов стандартов на решение изобретательских задач. Постепенно стало ясно, что в системе стандартов, как в зеркале, отражаются закономерности организации, функционирования и развития технических систем. С позиций возможностей создания перспективных кейсов для подготовки будущих инженеров заслуживает особого внимания созданная в ТРИЗ система из 39 обобщенных параметров технических систем. Она – ключ от «входа» в таблицу устранения технических противоречий и выбора рекомендуемых ею групп приемов при решении изобретательских задач. Более поздние исследования при развитии ТРИЗ показали, что эта система обобщенных параметров де-факто «накрывает» не только решение технических, но и любых социально-экономических задач.

Протестируем выдвинутую нами гипотезу о возможности использования систем пословиц для конструирования свернутых кейсов для будущих инженеров. Вначале рассмотрим работу функционала пословиц в качестве эпиграфов к текстам кейсов. Оно известно в литературе уже давно – ещё с начала XV в. Эпиграф как краткая надпись-цитата выражает основную коллизию, идею или настроение предваряемого произведения, способствуя его восприятию читателем. Использование афоризмов великих людей, а тем более пословиц – проверенных многовековой жизни народов истин, играет множество функций в обучении: связи прошлого с будущим, трансляции нравственных кодов и правил новым поколениям и т. п. Развертывание части этих функций осуществлено в изданных нами ра-

нее учебных пособиях [45, 46]. В их числе: расширение междисциплинарных связей мировоззренческих и технических дисциплин; приближение обучения к практике реального строительства; формирование у студентов представлений об источниках и направленности развития строительных конструкций как технических систем; усиление экономической компоненты подготовки инженеров-строителей; приобщение студентов к изобретательству.

Современная, а тем более будущая, инженерная деятельность невозможна без опоры на методологию, стандарты и модели полного жизненного цикла (ЖЦ) [47]. Согласно руководящим документам [48], ЖЦ любого промышленного изделия, в т. ч. военной техники, – это не временной период существования, а процесс последовательного изменения состояния, обусловленный видом производимых воздействий. Его типовая модель регламентируется стандартом ISO/IEC 15288, где есть стадии: 1) замысел; 2) разработка; 3) производство; 4) применение; 5) поддержка применения; 6) прекращение применения и списание. Инженерам известна исключительная важность обеспечения качества работ именно на начальных фазах создания системы. Убедительно доказано, что до 75 % возможностей повышения эффективности реализуемых проектов приходится на стадию НИОКР, тогда как на стадии подготовки производства, а затем собственно производства приходится, соответственно, лишь 19 и 6 % таких возможностей. На этот счет вспомним пословицу: «Доброе начало – полдела откачало».

Ниже приводятся результаты оценки спектра возможностей описания и раскрытия сущности инженерной деятельности на всех этапах ЖЦ технических систем посредством комплементарных пар пословиц (табл. 2). Они свидетельствуют о том, что совокупность комплементарных (дополняющих друг друга до целостности) пословиц способна служить добротным дидактическим средством при конструировании системы перспективных инновационных кейсов.

Пословицы важно применять именно комплементарными парами – би-системами, аналогично парным приемам в ТРИЗ (прием + антиприем). Это усилит их эвристическую силу, улучшит понимание кейсов обучающимися, активизируя их рефлексивные усилия. Психологи

Таблица 2. Иллюстрация содержания работ на разных стадиях жизненного цикла технических систем комплементарными парами пословиц
Table 2. Illustration of the content of work at different stages of life cycle of technical systems by complementary pairs of proverbs

| Стадия Stage | Маркеры стадии Stage markers | Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms) |
|---|--|--|
| Замысел (исследование и обоснование разработки) Concept (research and development justification) | Варианты появления идей (концепций): – инициация→получение задания от руководства Options emergence of ideas (concepts): – initiation→getting a job from management | Не трудно сделать – трудно выдумать. ↔ Дума что борода: лишняя тягота. Начал гладко – кончил гадко. ↔ Вперед батьки в пекло не суйся. Всегда делай именно то, что сделал бы шеф, если бы знал, что ему нужно (закон Гранда). ↔ 1. Никогда не будь первым. 2. Никогда не будь последним. 3. Никогда не будь добровольцем (законы Мёрфи) Not hard to do – hard to imagine. ↔ Thinking is like a beard: an extra burden. Started off smoothly, ended badly. ↔ Do not poke your head into hell. Always do exactly what the boss would do if he knew what he needed (Grand's law). ↔ 1. Never be the first. 2. Never be the last one. 3. Never volunteer (Murphy's Laws) |
| | Новизна идеи: – оригинальность (новизна) мысли→стандарт (наличие аналога) Novelty of the idea: – originality (novelty) of thought→standard (presence of analogue) | Много новизны, да мало прямызны. Много нового, да мало хорошего. ↔ Если радуга долго держится, на неё перестают смотреть (Гёте). Новое – хорошо забытое старое. ↔ Усовершенствовать таблицу умножения можно лишь переверав её. Подражание – скорлупа, из которой не каждому дано вылупиться. Стандартные мысли требуют оригинальной формы, чтоб зазвучали; оригинальные мысли требуют стандартной формы, чтоб стали доступны (И. Шевелев) A lot of novelty, but little straightness. A lot of new, but little good. ↔ If the rainbow lasts a long time, they stop looking at it (Goethe). The new is the well-forgotten old. ↔ The multiplication table can only be improved by distorting it. Imitation is a shell from which not everyone can hatch. Standard thoughts require an original form to sound; original thoughts require a standard form to become available (I. Shevelev) |
| | Выбор принципов действия: удача→неудача Choice of principles of action: good luck→bad luck | По речке и лодка. ↔ Первый блин всегда комом Such boat fits such river. ↔ The first pancake is always lumpy |
| | Анализ вариантов: – мало альтернатив→много альтернатив Variant analysis: – few alternatives→many alternatives | Богатый мыслит о золоте, а нищий о милостыне. ↔ Дум в голове – что дыр в решете. За двумя зайцами погонишься, ни одного не поймаешь. Семь дел в одни руки не берут The rich man thinks of gold, and the beggar of alms. ↔ There are so much thoughts in the head – as holes in a sieve. If you chase two hares, you won't catch one. One cannot take seven cases in one hand |
| | Выбор наилучшего варианта: – хороший выбор→плохой выбор Choosing the best option: – a good choice→bad choice | Думай не думай, а лучше хлеба-соли не надумашь. ↔ Хотели как лучше – получилось как всегда (Благими намерениями вымощена дорога в ад). Вдали всё кажется лучше. ↔ Каков ни будь пень, а все за ним тень Think, don't think, but you can't think of better bread and salt. ↔ We wanted the best – it turned out as always (The road to hell is paved with good intentions). Everything looks better from afar. ↔ Whatever the stump, and there is shadow behind it |
| Разработка системы (проектирование, конструирование) System development (design, construction) | Смелость принятия решений→минимизация рисков Decision Making courage→risk minimization | <i>Твердая решимость сделать дело – половина успеха (Демокрит) ↔ Не строй здание всей жизни на фундаменте, сделанном в течение одного дня (Лао-цзы)</i> Firm determination to do the job is half the success (Democritus) ↔ Do not build the building of all life on a foundation made in one day (Lao Tzu) |
| | Компоновка системы: – удачная→неудачная System layout: – successful→unsuccessful | Начиная дело о конце помышляй. ↔ Два сапога пара, да оба левые. Палка о двух концах: туда и сюда бьет. ↔ Пятое колесо в телеге Starting a business, think about the end. ↔ Two boots make a pair, but both left ones. A stick with two ends: hits here and there. ↔ The fifth wheel in the cart |
| | Размерный анализ (размерные цепи) Dimensional analysis (dimensional chains) | Раньше мерили дорогу аршинами, а теперь – автомашинами. Дом высок, да под ним – песок Previously, they measured the road with arshins, and now – with cars. The house is high, but there is sand under it |

| Стадия Stage | Маркеры стадии Stage markers | Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms) |
|---|--|---|
| Разработка системы (проектирование, конструирование) System development (design, construction) | Несбалансированность компоновки Layout imbalance | Конь стальной, а хвост льняной The horse is steel and the tail is linen. |
| | Расчет конструкций и их узлов Calculation of structures and their nodes | Моя хата небом крыта, землей подбита, ветром загорожена My hut is covered by the sky, lined with earth, blocked by the wind |
| | Выбор расчетной схемы: правильный↔ неправильный Choice of design scheme: correct↔incorrect | Был дуб, а стал сруб; время прибудет и того не будет. Без столбов и забор не стоит. ↔ Старая погудка на новый лад (заимствование схем) There was an oak, but it became a log house; the time will come and it won't exist. There is no fence without poles. ↔ Old horn in a new way (borrowing schemes) |
| | Расчеты усилий (моментов сил и проч.) Calculations of forces (moments of forces, etc.) | Сила силу ломит. Как ты мне, так и я тебе. ↔ Иголка маленька, да больно колетса Strength breaks strength. As you are to me, so am I to you. ↔ The needle is small, but it hurts |
| | Расчеты прочности (сплошности) Strength calculations (continuities) | Где тонко – там рвется. ↔ Какой палец не укусишь – всей руке больно. Где сшито на живую нитку, там жди прорехи и убытку. ↔ Не ради пригожести – для крепости Where it is thin, it breaks there. ↔ Whichever finger you bite, the whole hand hurts. Where it is sewn on a live thread, there expect tears and loss. ↔ Not for the sake of attractiveness – for the fortress |
| | Расчеты устойчивости Stability calculations | Куда дерево клонилось, туда и повалилось. И маленький камень воз опрокинет Where the tree was leaning, there it fell. And a small stone will overturn the cart |
| | Расчеты жесткости (деформаций) Stiffness (deformation) calculations | Жесток нрав не будет прав Cruel temper won't be right |
| | Соотношение твердостей материалов узлов и деталей Ratio of hardness of materials of units and parts | Капля по капле и камень долбит. По дереву и топор. Муха стекло не разобьет. Дятел груб, долбит и дуб Drop by drop the stone is bashed. An axe fits an oak. A fly won't break glass. The woodpecker is rough, hammers an oak |
| Производство (изготовление деталей и узлов систем) Production (production of parts and system nodes) | Технологические процессы изготовления систем: передовые↔устаревшие Technological processes for manufacturing systems: advanced↔obsolete | Любая достаточно развитая технология неотличима от магии (Артур Кларк) ↔ У плохого мастера и пила плохая. Прогресс технологии одаряет нас более совершенными средствами для движения вспять (Олдос Хаксли) Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic (Arthur Clark) ↔ A bad master has a bad saw. Advances in technology endow us with better means of moving backwards (Aldous Huxley) |
| | Разметка и резка заготовок деталей Marking and cutting of workpieces | Семь раз отмерь – один раз отрежь ↔ Отрезанный ломоть к хлебу не приставишь Measure seven times – cut once ↔ You can't put a cut slice to bread |
| | Ковка и штамповка Forging and stamping | Куй железо пока горячо. Железо и сталь выходят из одной печи: одно – мечом, другое – подковой осла Strike while the iron is hot. Iron and steel come out of the same furnace: one becomes a sword, the other one – a donkey's horseshoe |
| | Литье (плавление) ↔ формование Casting (melting)↔molding | Металл проверяется на огне, человек – на вине Metal is tested on fire, man on wine |
| | Аддитивные технологии ↔ обработка с удалением материала Additive technologies ↔ processing with material removal | Добро, собьем ведро: обручи под лавку, а клепки в печь – не будет течь. ↔ Ложку за окошко даром не выкинешь. На помойную яму не напасешь хламу Well, let's knock down a bucket: hoops under the bench, and riveting into the oven – it won't flow. ↔ You can't throw a spoon out the window for nothing. You can't pile trash for a garbage pit |

| Стадия Stage | Маркеры стадии Stage markers | Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms) |
|--|--|---|
| Сборка (монтаж) Assembly (installation) | Сборка, монтаж (возведение) Assembly, installation (construction) | Собирай по яголке – наберешь кузовок. Шито-крыто, а узелок-то тут Pick a berry – you will gather a box. Sewed up, and the bundle is here |
| | Сборка и соединение→ демонтаж Assembly and connection→ dismantling | Ткали рогожку, доткались и до полотна. ↔ Где шьют, там и порют (Масло с водой не смешивают) They wove a matting, weaved it to the canvas. ↔ Where they sew, they flog there (You can't mix oil with water) |
| Пуско-наладка Commissioning | Необходимость выхода на требуемую мощность Need to reach the required power | Пошло дело на лад – и сам тому рад (Влез по горло – лезь по уши – доводи дело до конца) ↔ Дело серединою крепко (Дело на нет сошло) Things went smoothly – and he himself is glad (Climb up to the throat – climb up to the ears – bring the matter to the end). ↔ The case is strong in the middle (The case came to naught) |
| Примемка работ Work acceptance | Достижение запланированного результата→ имитация успеха Achieving the planned result→imitation of success | Дело как на ладони (Пошло дело как по маслу) ↔ Дела идут, контора пишет – день дадут, а два запишут (В протоколе густо, а на деле пусто) It's like in the palm of your hand (It went like clockwork) ↔ Things are going on, the office writes – they will give a day, and write down two days (The protocol is thick, but in reality it is empty) |
| | Разрешение на запуск в эксплуатацию Permission to put into operation | Делано наспех – и сделано на смех (Хотели как лучше, а получилось – как всегда) It is done hastily – and it is done for fun (We wanted the best, but it turned out as always) |
| Применение (эксплуатация) Application (exploitation) | Бережливая (в норме)→ расточительная (варварская) эксплуатация Lean (normal) ↔ wasteful (barbaric) exploitation | Береженная вещь два века живет (Копейка к копейке – проживет и семейка. Плуг от работы блестит) ↔ Шеголять смолоду, а под старость умирать с голоду (На гору десять тянут, под гору и один столкнёт) Careful thing lives for two centuries (Penny to penny – the family will live on. The plow shines from work) ↔ To flaunt from youth, and to die of hunger in old age (Ten pull up the mountain, one will push downhill) |
| | Отказы (ожидаемые) ↔ неожиданные отказы и поломки Failures (expected) ↔ unexpected failures and breakdowns | Хорошему прыжку хороший разбег нужен. ↔ Нашла коса на камень (Беда не по лесу ходит, а по людям. Беда – глупости сосед) A good jump needs a good run. ↔ Scythe struck a stone (Trouble does not walk through the forest, but through people. Trouble is a neighbor of stupidity) |
| Поддержка применения Application support | Диагностика и предупреждение→ авральные ситуации Diagnostics and warning→ emergency situations | Видеть – легко, предвидеть – трудно (Искру туши до пожара, беду отводи до удара) ↔ Беда придет и с ног собьет (Пришла беда – отворяй ворота) Seeing is easy, foreseeing is difficult. (Put out the spark before the fire, take trouble away before the blow) ↔ Trouble will come and knock you off your feet (Trouble has come – open the gate) |
| Техническое обслуживание Maintenance | Плановое→внеплановое (по необходимости) Planned→unscheduled (of necessity) | Дитя любит ласку, а станок – смазку (Не подмажешь, не поедешь) ↔ Лишний расход прибавит хлопот (Жирно ешь – усы засалишь. Кто жаден до еды – дойдёт до беды) A child loves affection, and a machine loves lubrication (You won't grease, you won't go) ↔ Extra expense will add trouble (If you eat fat – you'll greasy your mustache. Whoever is greedy for food will come to trouble) |
| Ремонты Repairs | Текущие→капитальные Current→capital | Силен тот, кто валит, сильнее тот, кто поднимается→ Скрипучее дерево дольше стоит Strong is the one who brings down, stronger is the one who rises ↔ A creaky tree stands longer |

| Стадия Stage | Маркеры стадии Stage markers | Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms) |
|---|---|---|
| Прекрашение применения и списание (утилизация) Termination and write-off (disposal) | Разборка↔сборка Disassembly↔assembly | Дураки о добыче спорят, а умные её делят. ↔ Всё изменяется, но ничто не пропадает Fools argue about prey, but smart people divide it. ↔ Everything changes, but nothing is lost |
| | Сортировка↔ пакетирование Sorting↔packing | Шип в ноге шипом и вытаскивают (Горох к стенке не прильнет) ↔ Было в мешке – стало в горшке A thorn in the leg is pulled out with another thorn (Peas will not stick to the wall) ↔ It was in a bag – it is in a pot |
| | Отходы↔вторичное использование Waste↔recycling | Разбитую чашку не склеить ↔ Битая посуда два века живет. Прибирай остаток – меньше будет недостаток A broken cup cannot be glued ↔ Broken dishes live for two centuries. Clean up the rest – there will be less shortage |
| | Сжигание как вред↔ очистение огнем как обезвреживание Burning as harm↔purification by fire as neutralization | От вора остатки бывают, а от огня – одно пепелище. Топор обрубит, а огонь с корнем спалит ↔ Огонь и вода всему голова There are may be remnants after the thief, but after the fire – there are ashes. The ax will chop off, and the fire will burn with the root ↔ Fire and water are the head of everything |

подчеркивают, что человек понимает не знание, а отраженный в нем предметный мир, ведь знания – не цель понимания, а средство. Они как стекла очков в познании играют роль линзы, с помощью которой мы лучше видим и понимаем окружающее. Понимание – осмысление отраженного в знании объекта познания, оно «...формируется в деятельности по мере того, как порождает, узнает операциональный смысл этого знания. До возникновения смысла знание существует в психике как непонятное...» [49. С. 26]. Известно, что «...наращивание знаний не только не лучший путь обновления науки, образования, всякой работы, основанной на знании. Преодоление информационной избыточности через понимание дает верное направление современной интеллектуальной деятельности» [50. С. 257–258].

Осмысления нет без рефлексии. Есть точное высказывание Г.П. Шедровицкого: «Можно сколько угодно делать любую работу – не только интеллектуальную, но и ручную, – но у вас ничего не будет закрепляться даже после двухсот, тысячи повторений, потому что это закрепление определяется только рефлексией» [51. С. 112].

При разработке главного инструмента ТРИЗ – алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ-85В) – предложен рефлексивный прием демонтирующего изменения системы на шаге 4.2, названный «шаг назад от ИКР». Он нужен для оценки степени использования ресурсов (средств решения задачи) при их минимальном расходе. Далее мы воспользуемся

им для описания образов и структуры перспективных кейсов.

Работа с инструментарием ТРИЗ – процесс обработки (редукции) задачных систем – от сложных к простым. Для этих целей разработан целый ряд методик и алгоритмов: семейство АРИЗов, алгоритмы выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ), исправления проблемных ситуаций (АИПС) и т. п. [52–54]. Их назначение и смысл – перевод производственных (проблемных) ситуаций (ПС) в изобретательские ситуации (ИС) и далее в изобретательские задачи (ИЗ). При этом последовательно создаются условия концентрации внимания решателя задач на ключевой неприятности или (при невозможности ликвидации таковой) на наиболее существенной – следующей (в существующей системе ограничений) за ключевой по рангу (табл. 3).

Напомним, что ранее нами уже было описано направление грамотного – с позиций дидактики – конструирования системы учебных задач в подготовке инженеров [55]. Оно является встречным к направлению распознавания производственных ситуаций и решения инженерно-изобретательских задач (рис. 2).

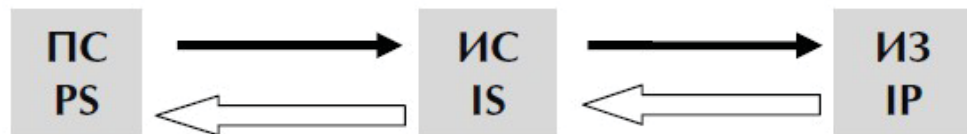
При создании системы перспективных кейсов особенно важна опора на психолого-педагогические концепции Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, С.И. Гессена, В.В. Давыдова и др. (зона ближнего развития, поэтапное формирование умственных действий, ступени научного образования, содержательное обобщение) [56].

Таблица 3. Характеристика уровней обработки информации задачных систем
Table 3. Characterization of levels of processing task system information

| Признак уровня обработки задач Level sign task processing | Уровни изобретательских задачных систем Levels of inventive problem systems | | |
|--|--|---|---|
| | ПС production (problem) situations | ИС inventive situations | ИЗ inventive problems |
| Описание совокупности – ансамбля нежелательных эффектов (НЭ) Description of the totality – the ensemble of undesirable effects (UE) | Описан полно (возможно, неполно) ансамбль НЭ Full (perhaps incomplete) description of the UE ensemble | Выделен ключевой (или существенный) НЭ при анализе ансамбля НЭ Key (or significant) UE was identified in the analysis of the ensemble of UEs | Формулировка технического противоречия (ТП) есть There is a formulation of a technical contradiction |
| Описание структуры системы (и оперативной зоны – ОЗ*) Description of the system structure (and the operational zone – OZ*) | Структура системы неясна System structure is unclear | Выявлена конфликтующая пара (КП) элементов, структуры прояснены Conflicting pair (CP) of elements was identified, structures were clarified | |
| Описание принципа действия (ПД) системы Description of the system operation principle (OP) | Описан плохо или неясен Poorly described or unclear | ПД системы решателем уточнен и в достаточной мере понят Solver clarified and sufficiently understood the system OP | |
| Описание изобретательской цели (ИЦ) Description of the inventive purpose (IP) | Отсутствует Missing | Имеется/Available | |

Примечание: *Под ОЗ в ТРИЗ понимается зона локализации конфликта – зона расположения КП элементов
 Note: *Zone of conflict localization – zone of location of the CP of elements is understood under OZ in TRIZ

Решение изобретательских задач Solving inventive problems



Конструирование учебных задач (кейсов) Designing learning tasks (cases)

Рис. 2. Направленность процедур мышления при решении изобретательских задач и конструировании системы кейсов

Fig. 2. Orientation of thinking procedures in solving inventive problems and case system design

Описание структуры перспективных кейсов

1. Формат кейсов первого уровня связан с уровнем изобретательских задач (ИЗ). Характеристика ИЗ дана нами в табл. 3. Для достижения целей высокой мотивации обучающихся на данном уровне при коллективном решении задач хорошо зарекомендовали себя малые задачи открытого типа или задачи типа «да–нет» [57]. Накопленный опыт показал, что на них обучающиеся неплохо осваивают следующие базовые инструменты ТРИЗ: понятие ИКР, способы разрешения противоречий (в пространстве–времени и в структуре систем), а также ресурсов как средств разрешения противоречий. Помимо этого, большой интерес у студентов вызывают малые задачи,

отражающие простые, но эффективные решения, сделанные конструкторами СССР в тяжелейшие годы Великой отечественной войны 1941–1945 г. По мере освоения обучающимися названных инструментов уместно добавление в «меню» занятий упражнений по выявлению способов разрешения противоречий в пословицах, анекдотах и карикатурах [15, 16, 35, 36]. Эти упражнения, основанные на многозначности юмора, рифме и ритме паремий, раскрытии их глубоких смыслов хорошо активизируют рефлексивно-эмпатийные «струны» в мышлении обучающихся.

2. Кейсы второго уровня являют собой переходный тип и связаны с описанным в табл. 3 уровнем изобретательских ситуаций (ИС). Если на первом уровне, согласно концепции

П.Я. Гальперина, ориентировочная основа действий обучающихся ещё имеет неполноту, необобщенность и создается ими самостоятельно методом проб и ошибок, то на втором уровне они должны уже получить «точки опоры», облегчающие им исполнительную часть действий. Нам представляется, что при конструировании кейсов этого уровня следует взять за основу регламент описания ситуаций, соответствующий описанию заявки на изобретение (или полезную модель), где есть последовательное отражение разделов: а) область техники; б) уровень техники; в) раскрытие изобретения (Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение (утв. Приказом Роспатента от 06.06.2003 № 82).

В составе этих работ: 1) выявление аналогов – источников известности в контексте решаемой задачи, а также их недостатков (желательно четкое отражение результатов их критики в форме сопоставительного анализа существенных признаков аналогов и образа заявляемого решения, влияющих на достижение технического результата); 2) выбор прототипа; 3) составление формулы изобретения. На наш взгляд, опора на подобную систему формализованных правил будет полезна даже тем обучающимся, которые не планируют позже заниматься изобретательством и связывают свое будущее с исполнительской деятельностью или администрированием.

В формате кейсов второго уровня особая польза применения систем пословиц (афоризмов) видится нам в подготовке обучающимися презентаций при публичной защите решений задач. Это важный момент формирования «мягких» (социальных) компетенций будущих инженеров, включающих навыки: работы с людьми (в коллективе); мультикультурности; управления вниманием других людей (клиентоориентированности) и др. Известно, что всегда важно «не только людей посмотреть, но и себя показать». Это послужит хорошей подготовкой к защите выпускных квалификационных (дипломных) работ будущими специалистами.

В настоящее время нами подготовлена к реализации в ЮУрГУ(НИУ) система рабочих программ трех взаимосвязанных дисциплин («Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок», «Решение изобретательских задач», «Организация продуктивного мышления») в рамках майнора «Теория реше-

ния изобретательских задач» по широкому спектру направлений подготовки в вузе: от 01.03.02 (Прикладная математика и информатика), 02.03.02 (Фундаментальная информатика и информационные технологии) до 09.03.02 (Информационные системы и технологии), 09.03.04 (Программная инженерия) и др. В процессе обучения студентов по данному майнору в течение 3, 4 и 5-го семестров намечена апробация и отработка кейсов второго уровня.

3. Формат кейсов третьего уровня связан с уровнем анализа проблемных (производственных) ситуаций (ПС) и соответствует описанному нами выше формату Кейса 2.0 (табл. 3). Сфера их реализации выходит за пределы вуза и связана с постдипломным обучением инженеров. Это уже режим переподготовки, повышения квалификации и проведения семинаров-тренингов. Работа с кейсами этого уровня предполагает «штучную» работу преподавателя с обучающимися – индивидуальную или индивидуально-коллективную в малых группах. Здесь ориентировочная основа умственных действий, по П.Я. Гальперину, уже становится полной, обобщенной (для класса задач) и создается обучающимися самостоятельно в условиях убывающей роли педагога – «играющего тренера» (педагога-фасилитатора).

По итогам работ по кейсам третьего уровня также важна публичная презентация обучающимися найденных решений с использованием современных эффективных средств визуализации. При публичной защите результатов работы особо ценна рефлексия обучающимися траектории пройденного пути и обоснования причин использования тех или иных инструментов ТРИЗ. Ведь не случайно части 8 и 9 АРИЗ-85В ориентированы на исследование максимального использования ресурсов найденной идеи, а также анализ хода решения задачи.

Описанная система из трех перспективных кейсов пригодна для существенной части существующей системы непрерывного инженерного образования. Поэтому есть смысл первичного авторского осмысления степени реализации в ней арсенала принципов современной дидактики [58]. Для этой цели нами использовалась следующая 5-ти уровневая шкала, где посредством букв обозначены: Н – низкий; Н-С – низко-средний; С – средний; С-В – средне-высокий; В – высокий уровни (табл. 4).

Таблица 4. Сравнение дидактических возможностей системы кейсов
Table 4. Comparison of the didactic capabilities of the case system

| Принципы дидактики Principles of didactics | Классический вариант (1.0) Classic variant (1.0) | Уровни перспективных кейсов Levels of promising cases | | |
|--|---|--|------------------------------------|------------------------------|
| | | 1 (учебный) 1 (training) | 2 (переходный) 2 (transitional) | 3 (Кейс 2.0) 3 (Case 2.0) |
| Развивающего и воспитывающего обучения Developing and nurturing education | H/L | C/M | C-B/M-H | C-B/M-H |
| Фундаментализации и профессиональной направленности Fundamentalization and professional orientation | H-C/L-M | C/M | C-B/M-H | B/H |
| Социокультурного соответствия Socio-cultural fit | H/L | C/M | C-B/M-H | C-B/M-H |
| Научности и связи теории с практикой Scientific character and theory relation to practice | H-C/L-M | C/M | C-B/M-H | C-B/M-H |
| Систематичности и системности Systematic and consistency | H-C/L-M | C/M | C-B/M-H | B/H |
| Сознательности и активности обучающихся Consciousness and activity of students | C-B/M-H | C-B/M-H | C-B/M-H | B/H |
| Доступности и наращивания трудности Availability and escalating difficulty | C/M | C-B/M-H | C-B/M-H | C-B/M-H |
| Прочности и осознанности Strength and awareness | H-C/L-M | C-B/M-H | C-B/M-H | B/H |
| Мотивации и благоприятных эмоций Motivation and favorable emotions | H-C/L-M | C/M | C-B/M-H | B/H |
| Сочетание методов обучения (наглядности, репродуктивности-продуктивности) Combination of teaching methods (visibility, reproduction-productivity) | H-C/L-M | C-B/M-H | C-B/M-H | B/H |
| Сочетание форм обучения (индивидуальных, коллективных и т. п.) Combination of education forms (individual, collective, etc.) | C/M | C-B/M-H | C-B/M-H | B/H |

*Н – низкий; H-C – низко-средний; C – средний; C-B – средне-высокий; B – высокий уровни.

* L – low; L-M – low-medium; M – medium; M-H – medium-high; H – high levels.

В обозримом будущем высокая степень реализации дидактических возможностей представляется нам достижимой лишь по ряду принципов: фундаментализации и систематичности, активности обучающихся, прочности и мотивации, сочетания методов и форм обучения. Другие же принципы дидактики (развивающего и воспитывающего обучения, социокультурного соответствия, связи теории с практикой, доступности и наращивания трудности) могут быть полностью реализованы лишь в системе непрерывного инженерного образования, которая является надсистемой по отношению к системе предлагаемых кейсов.

В завершение отметим, что переход к использованию описанной системы кейсов способен повысить общий уровень инженерной подготовки. Образно говоря, это укрепление всей линии отечественного фронта инженерии. Однако современная Россия остро ну-

ждается в подготовке групп «прорыва», называемых порой «инженерно-технологическим спецназом», т. е. инженерных кадров высшей пробы. Это важная для будущего страны работа в последние годы началась в Санкт-Петербурге, Москве, Томске и других городах страны [59]. Ведь известна фраза Джона Чемберса, возглавлявшего в 1995–2015 гг. корпорацию Cisco Systems, о том, что «инженер мирового класса с пятью коллегами может сделать больше, чем 200 рядовых инженеров». Поэтому мы надеемся, что идеи и предложения, описанные в статье, послужат достижению важнейшей цели – укреплению экономики России.

Заключение

Идеального (на все случаи жизни) кейса не было, нет и не будет никогда. Однако его образ служит верным ориентиром на пути создания систем эффективных кейсов для подготовки

будущих инженеров. Перспективы инженерии тесно связаны с формированием у её представителей уверенных компетенций по решению нестандартных задач, т. е. умений разрешать противоречия. Не случайно идет процесс вовлечения инструментария ТРИЗ в практику работы передовых инженерных сообществ [60]. Базовые инструменты ТРИЗ в виде аппаратов обработки проблемных ситуаций, формулирования ИКР, каскадов противоречий, поиска способов и приемов их разрешения, а так-

же ресурсного анализа претендуют на роль инвариантного системного ядра – основы опережающего профессионального образования. Продвинутые способы использования пословиц в кейсах для будущих инженеров способны не только гуманизировать учебный процесс, но и повысить качество обучения в целом за счет активизации рефлексивно-эмпатийной деятельности обучающихся, достижения гармонии работы рациональных и эмоционального начал в их мышлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лихолетов В.В. Императив интеллектуализации и наращивания общей культуры инженерных кадров // *Инженерное образование*. – 2015. – Вып. 17. – С. 89–98.
2. Benkler Y. *The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom*. – New Haven: Yale University Press, 2006. – 515 p.
3. Burt R.S. *Structural holes: the social structure of competition*. – Cambridge (MA): Harvard University Press, 1992. – 323 p.
4. Heinrich H.W. *Industrial accident prevention: a scientific approach*. – NY: McGraw-Hill Book Company, 1931. – 480 p.
5. Reason J. *Human error*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 302 p.
6. Rasmussen J. *Information processing and human-machine interaction: an approach to cognitive engineering*. – Exeter: Elsevier Science Ltd, 1986. – 215 p.
7. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария ТРИЗ для формирования навыков инженеров будущего // *Инженерное образование*. – 2020. – Вып. 27. – С. 6–26.
8. Шаров А. Принципы и методы рефлексивного обучения в вузе // *Высшее образование в России*. – 2008. – № 6. – С. 110–114.
9. Добрускин М.Е. Роль гуманитарного образования в подготовке инженеров // *СОЦИС*. – 2001. – № 9. – С. 95–98.
10. Гачев Г.Д. Книга удивлений, или естествознание глазами гуманитария, или образы в науке. – М.: Педагогика, 1991. – 270 с.
11. Заде Лотфи А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
12. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2000. – 32 с.
13. Тихомирова С.А. Физика в загадках, пословицах, сказках, поэзии, прозе и анекдотах. – М.: Мнемозина, 2008. – 152 с.
14. Паркин М. Сказки для управления изменениями. Как использовать сказки для развития людей и организаций. – М.: Добрая книга, 2007. – 240 с.
15. Лихолетов В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму анекдота. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 59 с.
16. Лихолетов В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму карикатуры. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 87 с.
17. Прохорова М.П., Ваганова О.И., Чихутова А.Д. Задачный подход при реализации технологии кейс-обучения // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. – 2018. – № 7 (33). – Т. 2. – С. 130–134.
18. Белоусова Н.Д. Кейс-технология как средство развития технического мышления студентов при изучении инженерной графики // *Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: Материалы 22-й междунар. науч.-практ. конф.* – Екатеринбург: РГППУ, 2017. – С. 194–197.
19. Дырдина Е.В., Гаврилов А.А. Опыт использования кейс-метода в преподавании механики студентам-архитекторам // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2016. – № 7 (195). – С. 12–17.
20. Королев А.С., Куликов Ю.А. «Case-study» метод и его применение в подготовке инженеров-электроэнергетиков в России // *Электроэнергия. Передача и распределение*. – 2018. – № 2 (47). – С. 140–145.
21. Липатникова И.Г., Мечик С.В. Кейс-технология как одно из средств подготовки будущих инженеров к анализу и оценке химико-технологического процесса // *Педагогическое образование в России*. – 2018. – № 4. – С. 78–84.

22. Роль инженерных кейсов в подготовке молодых специалистов. URL: <https://hr-media.ru/rol-inzhenernyh-kejsov-v-podgotovke-molodyh-spetsialistov/#.YjlmQVVBzmmh> (дата обращения 05.07.2020).
23. Вагина М.В. Использование метода кейс-стади как образовательной технологии // Вестник Северо-Западного отделения РАО. – 2013. – № 1 (13). – С. 16–18.
24. Мирза Н.В., Умпирович М.И. Кейс-метод как современная технология профессионально ориентированного обучения студентов // European science review. – 2014. – № 3–4. – С. 82–85.
25. Ситуационный анализ или анатомия кейс-метода / под ред. Ю.П. Сурмина. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
26. Российский менеджмент: учебные конкретные ситуации. Кн. 2. Общий и стратегический менеджмент. Маркетинг. Финансовый менеджмент. Организационное поведение и управление персоналом / науч. ред и сост. А.М. Зобов, Б.Н. Киселев. – М.: ГУУ, 1998. – 1032 с.
27. Тимохов В.И. Кейс: средство массового обучения ТРИЗ. URL: https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis_Timokhov.pdf (дата обращения 05.07.2020).
28. Тимохов В. ТРИЗ всему голова, или MBA отдыхает. URL: <http://careerist-ru.livejournal.com/18243.html> (дата обращения 11.05.2020).
29. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Гидростеклоизол: разбор решения технической проблемы. – М.: Народное образование, 2009. – 70 с.
30. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Кейс «Карьер». «Как повысить эффективность проекта». – М.: Народное образование, 2009. – 120 с.
31. Тимохов В.И., Подкатилин А.В. Кейс «Деньги на бочку». – М.: Изд-во «Trizbook», 2014. – 121 с.
32. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Креативный инструмент «Пятишаговка». – М.: Изд-во «Trizbook», 2014. – 132 с.
33. Подкатилин А.В. ТРИЗ и ТЭР в траблшутинге. Практика эффективного решения «неразрешимых» управленческих проблем малого и среднего бизнеса. URL: <https://www.trizland.ru/trizba/2975> (дата обращения 21.02.2020).
34. Stevens G., Burley J. 3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success! // Research Technology Management. – 1997. – № 3 (40). – Р. 16–27.
35. Лихолетов В.В. Управленческая гуманитарология или роль пословицы в образовании // Народное образование. – 2002. – № 5. – С. 111–113.
36. Лихолетов В.В. Возможность использования пословиц в качестве учебных ситуаций в обучении // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2007. – Вып. 11. – № 6 (78). – С. 69–73.
37. Савицкая Т.Е. Интернет-мемы как феномен массовой культуры // Культура в современном мире. 2013. – № 3. – URL: http://infoculture.rsl.ru/donArch/home/KVM_archive/articles/2013/03/2013-03_r_kvms3.pdf (дата обращения 21.02.2020).
38. Канашина С.В. Что такое интернет-мем? // Научные ведомости БелГУ. Сер. Гуманитарные науки. – 2017. – № 28 (277). – Вып. 36. – С. 85–90.
39. Докинз Р. Эгоистичный ген. – М.: Мир, 1993. – 318 с.
40. Голубева А.Р., Семилет Т.А. Мем как феномен культуры // Культура и текст. – 2017. – № 3 (30). – С. 193–205.
41. Птушенко А.В. Системная парадигма права. – М.: Московский издательский дом, 2004. – 448 с.
42. Кузнецов В.И. Принципы активной педагогики: Что и как преподавать в современной школе. – М.: Академия, 2001. – 120 с.
43. Панин Д.М. Теория густот. Опыт христианской философии конца XX века. – М.: Мысль, 1993. – 294 с.
44. Гиренок Ф.И. Клиповое сознание. – М.: Академический проект, 2014. – 249 с.
45. Лихолетов В.В. Иллюстрация действия законов развития технических систем на примере курса «Конструкции из дерева и пластмасс». – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 85 с.
46. Лихолетов В.В., Клименко В.З. Технічні системи і будівельні конструкції / на прикладах курсу «Конструкції з дерева і пластмасс». – Київ: НМК ВО, 1992. – 128 с.
47. Блохин А.В. Сущность и понятия системной инженерии // Молодой ученый. – 2020. – № 10 (300). – С. 88–91.
48. Р 50-605-80-93. Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения (утв. Приказом ВНИИ стандарта от 9.07.1993 г. № 18).
49. Знаков В.В. Психология понимания: проблемы и перспективы. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2005. – 448 с.
50. Луков В.А., Луков Вл.А. Тезаурусы II: Тезаурусный подход к пониманию человека и его мира. – М.: Изд-во Нац. ин-та бизнеса, 2013. – 640 с.
51. Шедровицкий Г.П. Организационно-деятельностная игра. Сборник текстов. – М.: Наследие ММК, 2004. – 288 с.
52. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Советское радио, 1979. – 175 с.

53. Иванов Г.И., Быстрицкий А.А., Никитин В.Н. Алгоритм выбора изобретательской задачи из производственной ситуации АВИЗ(п)-93. – Ангарск, 1993. – 32 с. Рукопись деп. в ЧОУНБ 02.02.1994, №1709.
54. Шпаковский Н.А., Новицкая Е.А. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. – М.: ФОРУМ, 2011. – 336 с.
55. Лихолетов В.В. Типология задачных систем и их взаимосвязь в инженерном образовании, инженерном деле и изобретательстве // Инженерное образование. – 2019. – Вып. 25. – С. 105–118.
56. Лихолетов В.В., Годлевская Е.В. О системно-философском и инструментальном базисе элитной подготовки будущих инженеров // Инженерное образование. – 2018. – Вып. 23. – С. 45–54.
57. Лихолетов В.В. Освоение технологий постановки и решения задач посредством имитационных игр «да-нет» // Методика вузовского преподавания: Материалы 4-й межвуз. науч.-метод. конф. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. – С. 30–33.
58. Загвязинский В.И. Теория обучения. Современная интерпретация. – М.: ИЦ «Академия», 2001. – 192 с.
59. Как в Политехе готовят инженерный спецназ. URL: <https://www.spbstu.ru/media/news/education/how-to-prepare-engineering-polytechnic-institute-swat/> (дата обращения 21.02.2020).
60. Hiltmann K., Thurnes Ch., Adunka R. Standard VDI 4521 Part 1 in Blueprint. URL: <https://docplayer.com/86676947-Standard-vdi-4521-part-1-in-blueprint.html> (дата обращения 21.02.2020).

Дата поступления 03.08.2021 г.

UDC 165+37+62

DOI 10.54835/18102883_2021_30_1

IDEAL CASE: SEARCH FOR EFFECTIVE DIDACTIC TOOLS FOR SYSTEMIC TRAINING OF FUTURE ENGINEERS

Valery V. Likholetov,

Dr. Sc., Cand. Sc., professor,
likholetov@yandex.ru

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

The problem of increasing the systematic training of future engineers is discussed, the results of the search for effective didactic means to achieve the goal are presented. An overview of the development of the case method and the difficulties of its application in the field of engineering training is given. A hypothesis about the suitability of using ensembles of complementary proverbs and concise inventive situations with contradictions as the basis for constructing effective cases for the system training of future engineers was put forward. The range of requirements for the features of an «ideal» case is stated in the form of contradictions. An attempt to reveal the structure and potential of the system of promising cases was made to solve the problem of humanization and fundamentalization of engineering training. **The purpose** of the study is to find approaches and effective didactic tools to improve the system training of future engineers. **Novelty.** It is proposed to build effective cases for the systematic training of future engineers based on systems of complementary pairs of proverbs and basic tools of the theory of inventive problem solving. **Methodology and research methods:** systemic and dialectical approaches; law of the life cycle and the general laws of organization, functioning and development of systems; formal and dialectical logic; principles of didactics and concepts of developing education; concept of reciprocal transfer of natural science and humanities knowledge; methods of analogy and idealization; tools of the theory of inventive problem solving; situation analysis method (case method); developments on the theory of advanced reflection of reality of P.K. Anokhin; methods of reflection and empathy. **Results.** The image of an ideal case is generated in the form of contradictions. The prospects of constructing a system of cases that reveal to students the secrets of inventive creativity and reflect the effectiveness of the inventive problem solving theory tools in solving real production problems are revealed. The possibility of a phased use of the huge functional potential of proverbs for creating promising engineering cases is comprehended. It is shown that the systems of proverbs (their complementary pairs, like bi-systems) deeply and figuratively describe absolutely all phases of the complete life cycle of technical systems in the language of utmost clarity: from their conception and design to disposal (including calculations of the strength of nodes, rigidity and stability of structural elements, establishing the correct ratios of hardness and other properties of materials, etc.). The proposed system of promising cases is didactically correct, corresponds to the ideas of developing education and is focused on improving the quality of engineering education in the country.

Key words: analogy in cognition, engineering and engineering education, creativity and systematic thinking, case method, reflection and empathy, proverbs and fairy tales, humanization and intellectualization of education.

REFERENCES

1. Likholetov V.V. The imperative of engineering staff's intellectualization and common culture enhancement. *Engineering education*, 2015, Iss. 17, pp. 89–98. In Rus.
2. Benkler Y. *The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom*. New Haven, Yale University Press, 2006. 515 p.
3. Burt R.S. *Structural holes: the social structure of competition*. Cambridge (MA), Harvard University Press, 1992. 323 p.
4. Heinrich H.W. *Industrial accident prevention: a scientific approach*. NY, McGraw-Hill Book Company, 1931. 480 p.
5. Reason J. *Human error*. Cambridge, Cambridge University Press, 1990. 302 p.
6. Rasmussen J. *Information processing and human-machine interaction: an approach to cognitive engineering*. Exeter, Elsevier Science Ltd, 1986. 215 p.
7. Likholetov V.V. Fitness tool solution theory inventive problems (TRIZ) for formation skills of future engineers. *Engineering education*, 2020, Iss. 27, pp. 6–26. In Rus.
8. Sharov A. Printsipy i metody reflektivnogo obucheniya v vuzе [Principles and methods of reflective learning at the university]. *Vyshee Obrazovanie v Rossii*, 2008, no. 6, pp. 110–114.
9. Dobruskin M.E. Rol gumanitarnogo obrazovaniya v podgotovke inzhenerov [The role of liberal education in the training of engineers]. *Sociological Studies*, 2001, no. 9, pp. 95–98.

10. Gachev G.D. *Kniga udivleniy, ili estestvoznaniye glazami gumanitariya, ili obrazy v nauke* [The Book of surprises, or natural history through the eyes of a humanist, or images in science]. Moscow, Pedagogika Publ., 1991. 270 p.
11. Zade Lotfi A. *Ponyatiye lingvisticheskoy peremennoy i ego primeneniye k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions]. Moscow, Mir Publ., 1976. 165 p.
12. Arnold V.I. «Zhestkie» i «myagkie» matematicheskie modeli [«Hard» and «soft» mathematical models]. Moscow, MTSNMO Publ., 2000. 32 p.
13. Tikhomirova S.A. *Fizika v zagadkakh, poslovitsakh, skazkakh, poezii, proze i anekdotakh* [Physics in riddles, proverbs, fairy tales, poetry, prose and anecdotes]. Moscow, Mnemozina Publ., 2008. 152 p.
14. Parkin M. *Skazki dlya upravleniya izmeneniyami. Kak ispolzovat skazki dlya razvitiya lyudey i organizatsiy* [Tales for change management. How to use fairy tales for the development of people and organizations]. Moscow, Dobraya kniga Publ., 2007. 240 p.
15. Likholetov V.V. *Ponyatiyny apparat funktsionalno-stoimostnogo analiza i teorii resheniya izobretatel'skikh zadach cherez prizmu anekdota* [The conceptual apparatus of functional cost analysis and the theory of inventive problem solving through the prism of an anecdote]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2000. 59 p.
16. Likholetov V.V. *Ponyatiyny apparat funktsionalno-stoimostnogo analiza i teorii resheniya izobretatel'skikh zadach cherez prizmu karikatury* [Conceptual apparatus of functional cost analysis and the theory of inventive problem solving through the prism of caricature]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2000. 87 p.
17. Prokhorova M.P., Vaganova O.I., Chikhutova A.D. *Zadachny podkhod pri realizatsii tekhnologii keys-obucheniya* [Task approach in the implementation of case-learning technology]. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*, 2018, no. 7 (33), vol. 2, pp. 130–134.
18. Belousova N.D. *Keys-tekhnologiya kak sredstvo razvitiya tekhnicheskogo myshleniya studentov pri izuchenii inzhenernoy grafiki* [Case technology as a means of developing students' technical thinking in the study of engineering graphics]. *Innovatsii v professionalnom i professionalno-pedagogicheskom obrazovanii. Materialy 22-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovations in professional and professional pedagogical education. Proc. of the 22nd International scientific-practical conference]. Ekaterinburg, RGPPU Publ., 2017. pp. 194–197.
19. Dyrkina E.V., Gavrilov A.A. *Opyt ispolzovaniya keys-metoda v prepodavanii mekhaniki studentam-arkhitektozam* [Experience in using the case method in teaching mechanics to student architects]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, no. 7 (195), pp. 12–17.
20. Korolev A.S., Kulikov Yu.A. «Case-study» metod i ego primeneniye v podgotovke inzhenerov-elektroenergetikov v Rossii [«Case-study» method and its application in the training of power engineers in Russia]. *Elektroenergiya. Peredacha i raspredeleniye*, 2018, no. 2 (47), pp. 140–145.
21. Lipatnikova I.G., Mechik S.V. *Keys-tekhnologiya kak odno iz sredstv podgotovki budushchikh inzhenerov k analizu i otsenke khimiko-tekhnologicheskogo protsessa* [Case technology as one of the means of preparing future engineers for the analysis and evaluation of the chemical-technological process]. *Pedagogicheskoe obrazovaniye v Rossii*, 2018, no. 4, pp. 78–84.
22. *Rol inzhenernykh keysov v podgotovke molodykh spetsialistov* [The role of engineering cases in the training of young specialists]. Available at: <https://hr-media.ru/rol-inzhenernyh-kejsov-v-podgotovke-molodyh-spetsialistov/#.YjlmQVVBz mh> (accessed 5 July 2020).
23. Vagina M.V. *Ispolzovanie metoda keys-stadi kak obrazovatelnoy tekhnologii* [Using the case-study method as an educational technology]. *Vestnik Severo-Zapadnogo otdeleniya RAO*, 2013, no. 1 (13), pp. 16–18.
24. Mirza N.V., Umpirovich M.I. *Keys-metod kak sovremennaya tekhnologiya professional'no oriyentirovannogo obucheniya studentov* [Case method as a modern technology for professionally oriented student learning]. *European science review*, 2014, no. 3–4, pp. 82–85.
25. *Situatsionny analiz ili anatomiya keys-metoda* [Situational analysis or anatomy of a case method]. Ed. by Yu.P. Surmina. Kiev, Tsentr innovatsiy i razvitiya Publ., 2002. 286 p.
26. *Rossiyskiy menedzhment: uchebnye konkretnye situatsii. Kniga. 2. Obshchiy i strategicheskii menedzhment. Marketing. Finansovy menedzhment. Organizatsionnoe povedeniye i upravleniye personalom* [Russian management: training specific situations. B. 2. General and strategic management. Marketing. Financial management. Organizational behavior and personnel management]. Eds. A.M. Zobov, B.N. Kiselev. Moscow, GUU Publ., 1998. 1032 p.
27. Timokhov V.I. *Keys: sredstvo massovogo obucheniya TRIZ* [Case: TRIZ mass learning tool]. Available at: https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis_Timokhov.pdf (accessed 5 July 2020).
28. Timokhov V. *TRIZ vsemu golova, ili MBA otdykhayet* [TRIZ is the head of everything, or MBA is resting]. Available at: <http://careerist-ru.livejournal.com/18243.html> (accessed 11 November 2020).
29. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Gidrostekloizol: razbor resheniya tekhnicheskoy problem* [Gidrostekloizol: analysis of the solution of a technical problem]. Moscow, Narodnoye obrazovanie Publ., 2009. 70 p.

30. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Keys «Karyer». «Kak povysit effektivnost proekta»* [Case «Karyer». «How to improve the efficiency of the project»]. Moscow, Narodnoe obrazovanie Publ., 2009. 120 p.
31. Timokhov V.I., Podkatilin A.V. *Keys «Dengi na bochku»* [Case «Dengi na bochku»]. Moscow, Trizbook Publ., 2014. 121 p.
32. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Kreativny instrument «Pyatishagovka»* [Creative tool «Five-step»]. Moscow, Trizbook Publ., 2014. 132 p.
33. Podkatilin A.V. *TRIZ i TER v trablshutinge. Praktika effektivnogo resheniya «nerazreshimyykh» upravlencheskikh problem malogo i srednego biznesa* [TRIZ and TER in troubleshooting. The practice of effectively solving «insoluble» managerial problems of small and medium-sized businesses]. Available at: <https://www.trizland.ru/trizba/2975> (accessed 21 February 2020).
34. Stevens G., Burley J. 3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success! *Research Technology Management*, 1997, no. 3 (40), pp. 16–27.
35. Likholetov V.V. Upravlencheskaya gumanitarologiya ili rol poslovitsy v obrazovanii [Management humanities or the role of proverbs in education]. *Narodnoe obrazovanie*, 2002, no. 5, pp. 111–113.
36. Likholetov V.V. Vozmozhnost ispolzovaniya poslovits v kachestve uchebnykh situatsiy v obuchenii [Possibility of using proverbs as learning situations in teaching]. *Vestnik YuUrGU. Seriya Obrazovanie, zdavookhraneniye, fizicheskaya kultura*, 2007, Iss. 11, no. 6 (78), pp. 69–73.
37. Savitskaya T.E. Internet-memy kak fenomen massovoy kultury [Internet memes as a phenomenon of mass culture]. *Kultura v sovremennom mire*, 2013, no. 3. Available at: http://infoculture.rsl.ru/don-Arch/home/KVM_archive/articles/2013/03/2013-03_r_kvms3.pdf (accessed 21 February 2020).
38. Kanashina S.V. Chto takoe internet-mem? [What is an internet meme?]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Gumanitarnye nauki*, 2017, no. 28 (277), Iss. 36, pp. 85–90.
39. Dokinz R. *Egoistichny gen* [The selfish gene]. Moscow, Mir Publ., 1993. 318 p.
40. Golubeva A.R., Semilet T.A. Mem kak fenomen kultury [Meme as a phenomenon of culture]. *Kultura i tekst*, 2017, no. 3 (30), pp. 193–205.
41. Ptushenko A.V. *Sistemnaya paradigma prava* [System paradigm of law]. Moscow, Moscow Publ. house, 2004. 448 p.
42. Kuznetsov V.I. *Printsipy aktivnoy pedagogiki: chto i kak prepodavat v sovremennoy shkole* [Principles of active pedagogy: what and how to teach in a modern school]. Moscow, Akademiya Publ., 2001. 120 p.
43. Panin D.M. *Teoriya gustot. Opyt khristianskoy filosofii kontsa XX veka* [Density theory: an experience of philosophy at the end of the 20th century]. Moscow, Mysl Publ., 1993. 294 p.
44. Girenok F.I. *Klipovoe soznanie* [Clip consciousness]. Moscow, Akademicheskii proekt Publ., 2014. 249 p.
45. Likholetov V.V. *Illyustratsiya deystviya zakonov razvitiya tekhnicheskikh sistem na primere kursa «Konstruktsii iz dereva i plastmass»* [Illustration of the operation of the laws of development of technical systems on the example of the course «Designs made of wood and plastics»]. Chelyabinsk, CHGTU Publ., 1992. 85 p.
46. Likholetov V.V., Klimenko V.Z. *Technical systems and alarm constructions/on butts to the course «Designs from wood and plastics»*. Kiev, NMK VO Publ., 1992. 128 p. In Ukr.
47. Blokhin A.V. Sushchnost i ponyatiya sistemnoy inzhenerii [Essence and concepts of system engineering]. *Molodoy ucheny*, 2020, no. 10 (300), pp. 88–91.
48. R 50-605-80-93. *Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Terminy i opredeleniya (utv. Prikazom VNIIstandarta ot 9.07.1993 g. № 18)* [R 50-605-80-93. System for the development and production of products. Terms and definitions (approved by the Order of VNIIstandart dated July 9, 1993 No. 18)].
49. Znakov V.V. *Psikhologiya ponimaniya: problemy i perspektivy* [Psychology of understanding: problems and prospects]. Moscow, Institut psikhologii RAN Publ., 2005. 448 p.
50. Lukov V.A., Lukov V.I. *Tezaurusy II: tezaurusny podkhod k ponimaniyu cheloveka i ego mira* [Thesaurus II: a thesaurus approach to understanding man and his world]. Moscow, Natsionalny institut biznesa Publ., 2013. 640 p.
51. Shchedrovitskiy G.P. *Organizatsionno-deyatelnostnaya igra. Sbornik tekstov* [Organizational and activity game. Collection of texts]. Moscow, Nasledie MMK Publ., 2004. 288 p.
52. Altshuller G.S. *Tvorchestvo kak tochnaya nauka* [Creativity as an exact science]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1979. 175 p.
53. Ivanov G.I., Bystritskiy A.A., Nikitin V.N. *Algoritm vybora izobretatelskoy zadachi iz prizvodstvennoy situatsii AVIZ(p)-93* [Algorithm for selecting an inventive problem from a production situation AVIZ(p)-93]. Angarsk, 1993. 32 p. Rukopis dep. v CHOUB 02.02.1994, № 1709 [Manuscript dep. in CHOUNB 02.02.1994, no. 1709].
54. Shpakovskiy N.A., Novitskaya E.L. *TRIZ. Praktika tselevogo izobretatelstva* [TRIZ. The practice of targeted invention]. Moscow, FORUM Publ., 2011. 336 p.
55. Likholetov V.V. Typology of problem systems and their interaction in engineering education, engineering and invention. *Engineering education*, 2019, Iss. 25, pp. 105–118. In Rus.

56. Likholetov V.V., Godlevskaya E.V. About the system-philosophical and instrumental basis elite preparation of future engineers. *Engineering education*, 2018, Iss. 23, pp. 45–54. *In Rus.*
57. Likholetov V.V. Osvoenie tekhnologiy postanovki i resheniya zadach posredstvom imitatsionnykh igr «da–net» [Mastering technologies for setting and solving problems through yes–no simulation games]. *Metodika vuzovskogo prepodavaniya. Materialy 4-y mezhvuzovskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [University teaching methods. Materials of the 4th interuniversity scientific methodical conference]. Chelyabinsk, CHGPU Publ., 2000. pp. 30–33.
58. Zagvyazinskiy V.I. *Teoriya obucheniya. Sovremennaya interpretatsiya* [Theory of learning. Modern interpretation]. Moscow, Akademiya Publ., 2001. 192 p.
59. *Kak v Politekhe gotovyat inzhenerny spetsnaz* [How engineering special forces are trained at the Polytechnic University]. Available at: <https://www.spbstu.ru/media/news/education/how-to-prepare-engineering-polytechnic-institute-swat/> (accessed 21 February 2020).
60. Hiltmann K., Thurnes Ch., Adunka R. *Standard VDI 4521 Part 1 in Blueprint*. Available at: <https://docplayer.com/86676947-Standard-vdi-4521-part-1-in-blueprint.html> (accessed 21 February 2020).

Received: 3 August 2021.