

УДК: 165+62

ВОПРОШАНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА

QUESTIONING IN PROFESSIONAL AND CREATIVE WORK ACTIVITIES OF A MODERN ENGINEER

Лихолетов Валерий Владимирович, доктор педагогических наук,
кандидат технических наук, профессор кафедры «Экономическая безопасность»
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»
454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76
likholetov@yandex.ru

Актуальность. Информатизация и цифровизация повысили неопределенность жизни общества, обострив проблему понимания реальности. Грамотное вопрошение важно как в обыденной, так и профессиональной деятельности любого человека. Однако здесь справедлива мысль, высказанная А.Ф. Кони по отношению к сфере права, что «юрист должен быть человеком, у которого общее образование идет впереди специального». Вопрошение – дело непростое, поэтому его плохая организация служит препятствием понимания проблемных ситуаций и эффективного решения нестандартных задач.

Цель исследования – выявление надежного инструментария, помогающего современному инженеру лучше анализировать и решать творческие задачи.

Новизна. При встрече человека с жизненными неприятностями вообще и при анализе проблем в профессиональной инженерной деятельности в частности вопрошение должно создать слаженное взаимодействие эмпатийно-рефлексивных инструментов, ведущих к согласованию ритмов работы рационального и эмоционального интеллектов человека. Современный инструментарий теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и системной инженерии наиболее «продвинуты» в этом направлении.

Теоретическая и практическая значимость. Освоение процедур правильного вопрошения ориентировано на избавление современных инженеров от ошибок в их профессионально-творческой деятельности. Общее повышение культуры вопрошания в социуме позволит людям лучше понимать характер изменяющегося мира, что неизбежно скажется на улучшении качества их жизни.

Методология исследования. Анализировались взгляды классиков философской и социально-психологической мысли на проблемы мышления, вопрошания, рефлексии и эмпатии. Опорой в работе служили: системный подход, методы анализа-синтеза систем, инструменты и модели ТРИЗ и системной инженерии, системы контрольных вопросов, сформировавшихся в разное время в лоне разных наук и технологий.

Результаты. Вопрошение как компонента мышления исходно надпрофессионально и трансдисциплинарно (термин введен Ж. Пиаже ещё в 1970 г.). Несмотря на огромный объем исследований (от Сократа и Платона до настоящего времени) в сферах философии, логики, лингвистики, медицины, психологии и педагогики, права и инженерных наук проблема вопрошания, по-прежнему, – «terra incognita». Имеются пробы создания основ теории вопрошания, но концептуальный синтез достижений разных научных школ ещё не реализован. Препятствие на этом пути – консервация «расщепленности» человека всей совокупностью современных наук. Инструментарий современной ТРИЗ тесно связан с вопрошанием и ориентирован на согласованное взаимодействие рационального и эмоционального интеллектов человека в процессе решения нестандартных задач. В нем активно используется эмпатия и рефлексия.

Ключевые инструменты ТРИЗ (прежде всего алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ) функционально ориентированы, надпрофессиональны и представляют собой свернутые практически до «ответного» формата «вопросно-ответные» системы.

Relevance. Informatization and digitalization have increased the uncertainty of society's life, exacerbating the problem of understanding reality. Competent questioning is important both in everyday and professional activities of any person. However, here the idea expressed by A. F. Kony in relation to the sphere of law is true, that "a lawyer should be a person who has a general education ahead of a special one". Questioning is not an easy task, so its poor organization serves as an obstacle to understanding problem situations and effectively solving non-standard tasks.

The purpose of the study is to identify reliable tools that help a modern engineer better analyze and solve creative problems.

Novelty. When a person meets with life's troubles in general and when analyzing problems in professional engineering in particular, questioning should create a well-coordinated interaction of empathic-reflexive tools that lead to the coordination of the rhythms of the work of the rational and emotional intelligences of a person. Modern tools of the theory of inventive problem solving (TRIZ) and system engineering are the most "advanced" in this direction.

Theoretical and practical significance. Mastering the procedures of correct questioning is focused on getting rid of modern engineers from mistakes in their professional and creative activities. The general increase in the culture of questioning in society will allow people to better understand the nature of the changing world, which will inevitably affect the improvement of their quality of life.

Research methodology. The views of the classics of philosophical and socio-psychological thought on the problems of thinking, questioning, reflection and empathy were analyzed. The mainstays were: the system approach, methods of analysis and synthesis of systems, tools and models of TRIZ and system engineering, systems of control questions that were formed at different times in the bosom of different sciences and technologies.

Results. Questioning as a component of thinking is initially supra-professional and transdisciplinary (the term was introduced by Zh. Piaget in 1970). Despite the huge amount of research (from Socrates and Plato to the present time) in the fields of philosophy, logic, linguistics, medicine, psychology and pedagogy, law and engineering, the problem of questioning is still "terra incognita". There are attempts to create the foundations of the theory of questioning, but the conceptual synthesis of the achievements of different scientific schools has not yet been implemented. The obstacle on this path is the preservation of the "split" of man by the whole set of modern sciences. The tools of modern TRIZ are closely related to questioning and are focused on the coordinated interaction of the rational and emotional intellects of a person in the process of solving non-standard problems. It actively uses empathy and reflection. The key tools of TRIZ (first of all, the algorithm for solving inventive problems-ARIZ) are functionally oriented, superprofessional, and represent "question-and-answer" systems that are rolled up almost to the "response" format.

Ключевые слова: вопрошание и мышление; инженерное дело и изобретательство; общая и профессиональная культура; задачные системы, их функциональная природа; инструментарий ТРИЗ и системной инженерии; алгоритмизация; эмпатия и рефлексия.

Keywords: questioning and thinking; engineering and invention; general and professional culture; problem systems, their functional nature; TRIZ and system engineering tools; algorithmization; empathy and reflection

Введение. Серьезным препятствием для мышления современных людей, в том числе представителей инженерии, стала информатизация и цифровизация всех граней жизни, порождающая рост информационной неопределенности. На каждого человека в мире сегодня приходится информации в 320 раз больше, чем было во всей Александрийской библиотеке при Птолемее II. Объем информации в 2013 г. превысил 1,2 зеттабайта (зеттабайт – 10^{21} байтов), из которых на нецифровую приходилось менее 2%. Книгами в бумажном виде с таким объемом информации можно покрыть территорию США в 52 слоя [1]. Окруженный множеством поисковых сервисов (Google Now, Яндекс и др.), человек сегодня имеет, казалось бы, возможность получить почти мгновенно ответ на любой заданный вопрос. Однако в этом и состоит корень проблемы. Сформулировать и задать вопрос (систему вопросов) непросто. Ведь, по мысли А.Н. Леонтьева, «избыток информации ведет к оскудению души». Колossalные (в потенции) возможности людей реализуются слабо. Часто их мышление устремляется в направлении эскалации ошибок и проблем. Например, в Швеции появилась проблема так называемых Интернет-больных, знающих о своих заболеваниях порой лучше, чем врачи. Можно лишь представить драматизм отношений между такими участниками лечебного процесса. Согласно М. Хайдеггеру, «...чем ближе мы подходим к опасности, тем... более вопрошающими мы становимся. Ибо вопрошание есть благочестие мысли» [2, с. 238]. Вопрошание – подсистема более сложной системы, которую надо проанализировать, чтобы понять природу вопросов и ответов. Такой целостностью обладают социальные практики управления или мышления и коррелирующие с ними типы коммуникации [3].

В свете изменения характера современной инженерной деятельности, которая все более становится надпрофессиональной [4], нет возможности видеть границы общей и профессиональной культур. Спасение видится в распространении мысли выдающегося юриста А.Ф. Кони о том, что «юрист должен быть человеком, у которого общее образование идет впереди специального» на всех представителей инженерной сферы.

В настоящее время масса выпускников инженерных специальностей занята совсем не творческим трудом, хотя этимология слова «инженер» совершенно точно предполагает инновационный характер его работы. На сегодня существует масса инженерных профессий, охватывающих все сферы жизни общества. По мере научного познания мира ускоряется процесс взаимопроникновения и взаимодополнения разных форм человеческой активности. Идет генерация гибридных профессий, имена которым даже дать трудно. Однако, по своей целевой ориентации на высокотехнологичные процессы создания искусственных систем (против которых, по известной мысли Мишеля Монтеня, «первая (естественная) природа не возражает»), а также по характеру труда, охватывающего все фазы их жизненного цикла, большинство новых профессий совершенно точно имеют инженерный характер [4].

Нет сомнения в том, что настоящий инженер должен уметь хорошо думать [5, 6]. Не случайно в старину на Руси военных инженеров называли «розмыслами».

Анализ проблемного поля исследования. Первые свидетельства «вопрошающего человеческого бытия» (формулировка М. Хайдеггера) дают письмена Древнего Египта, например, «Беседа разочарованного со своим духом». В памятниках культуры Месопотамии («Энума элиш», эпосе о Гильгамеше (начала II тысячелетия до н.э.), уже есть образцы префилософского вопрошания. Памятники культуры Древней Индии доносят до нас, например: сомнения древних в существовании богов; постановку философских вопросов («Ригведа»); столкновение мировоззрений в форме цепочки вопросов-ответов (Упанишады, VIII век до н.э.).

Вопрошание – метод философствования Сократа, содержащий три компоненты: иронии («я знаю, что ничего не знаю»), маевтики («искусства помочи рождению знания») и индукции («наведения» на пути восхождения от частного к общему). Им впервые сделан акцент на проблеме рефлексии. Сегодня, спустя огромный период времени, вопрошание Сократа используют в качестве критерия определения разумности компьютерных систем в сфере искусственного интеллекта. При прохождении теста Тьюринга оно открывает в рефлексивном диалоге новые возможности применения разных стратегий познания для анализа искусственных систем [7]. Даже беглый взгляд на сферу управления изменениями в современных социальных системах обнаруживает связь иронии, маевтики и индукции Сократа с триадой Курта Левина: «размораживание»; «движение»; «замораживание» [8].

Платон диалектиком называл тех, кто умел спрашивать и отвечать. В буддийской книге «Вопросы Милинды» (II век н.э.) дана первая классификация вопросов. Согласно Будде, есть четыре типа вопросов по характеру ответов. На смысложизненные вопросы следуют однозначные ответы, на вторые – с оговорками, на третьи отвечают встречным вопросом (вторые и третьи охватывают знания о мире), наконец, на четвёртые (метафизические) – отклонением вопроса.

Интерес к проблеме вопросов-ответов не пропал в Средние века (теология «Ареопагитик», «Да и нет» («Sic et non») Пьера Абеляра, «Сумма теологии» Фомы Аквинского и др.). Несколько позже в своих «Правилах для руководства ума» Рене Декарт проанализировал структуру вопроса и его познавательные функции.

В диалектике И. Канта есть запрещенные вопросы – вопросы о долженствовании. Он писал: «Мы не можем даже спрашивать, что должно происходить в природе, точно так же, как нельзя спрашивать, какими свойствами должен обладать круг; мы можем лишь спрашивать, что происходит в природе и какими свойствами обладает круг» [9, с. 419]. По мнению исследователей, это представление Канта опровергнуто бурным развитием в XX веке инженерной деятельности и науки. Сегодня на этапе технического задания (обязательном этапе НИОКР) заказчик формулирует требования к свойствам проектируемого объекта. Разработчик не только может, но и должен спрашивать о будущих характеристиках объекта и способах их достижения [10]. Кардинальные изменения произошли и в отношении разрешимых и неразрешимых вопросов.

Ученые считают, что надо использовать вместо термина «вопрос» термин «проблема», т.к. вопрос важный, но вовсе не единственный элемент проблемы, включающей также предпосылочное знание, систему идеализаций, образ искомого решения и т.д. [11].

В новейшей истории логика вопросов-ответов связана с исследованиями Р. Ингардена и К. Айдукевича. За рубежом в работах по этой тематике значим вклад Т. Кубиньского, Г. Леонарда, Д. Харры, Г. Хижа, К. Хэмблина, в России – Д.А. Бочвара, Е.К. Войшвило, П.В. Копнина, Ф.С. Лимантова, Ю.А. Петрова, В.К. Финна и др. Она изучает синтаксические и семантические особенности выражений, называемых вопросами и предпосылками вопросов. Понятия «вопрос», «ответ на вопрос» и «предпосылка вопроса» являются исходными в каждом из направлений их анализа.

В логической теории вопросов есть два подхода: лингвистический и компьютерный. В первом подходе материал для вопросов – реально существующие вопросы естественного языка. Именно в его рамках строится перевод вопроса в соответствующий ему интерропатив. Такой перевод существует, если для этого вопроса может быть точно описан ответ, т.е. если определимо отношение «вопрос – ответ».

Исходный материал для формализации вопроса во втором подходе – формальный язык, ориентированный на решение совокупности информационно-поисковых задач. Каждой задаче соответствует предписание-императив (требование решения). В этом подходе вопрос – это запрос, требование информации определённого рода, адресованное

информационной системе. Логика вопросов широко используется в ряде направлений современной философии и социологии, а также для решения прикладных задач программирования, включающих, прежде всего, построение языков запросов к базам данных, систем информационного поиска, анализа больших объёмов данных и другие. По Н. Белнапу и Т. Стилу, центральное понятие логики вопросов-ответов – понятие прямого ответа, характеризуемого аспектами выбора, требованиям полноты и различия. Формализации вопросно-ответных отношений служат четырёхзначная логика, аппараты интуиционистской и релевантных логик. Истинность пресуппозиции вопроса – необходимое и достаточное условие существования истинного ответа на вопрос [12]. Другие исследователи отрицают возможность истинностной оценки вопросов, предпочитая говорить об их корректности.

Первичность вопроса состоит в том, что «... структура вопроса предполагается всяkim опытом. Убедиться в чём-либо на опыте – для этого необходима активность вопрошания» [13, с. 426]. Вопрос труднее ответа, ведь чтобы спрашивать, следует знать о своём незнании. В ходе вопрошания идет погружение вопрошающего с помощью схем в реальность, где он получает ответы для разрешения своих проблем. Ученые выделяют разные типы вопрошания: доличностное и величностное, латентное и исходное, физикалистское, традиционное и проблематизирующее. Последнее вообще предполагает специальную подготовку, его даже относят к одному из видов методологической работы. Однако нужно учиться и другим типам вопрошания. Известно, что даже ученые люди не умеют задавать правильные вопросы [14].

В свете этого вопрошение объективно рассматривается исследователями как новая компетентность [15]. Они обращают внимание на то, что диалог обозначает вовсе не разговор двух и более людей. Греческие префиксы диа-(через) и ди-(два) схожи лишь внешне. Диалог означает «смысл, текущий через» и раскрывает процессы взаимопонимания, коммуникации и мышления. На базе анализа опыта успешных управленцев ученые центра лидерства Массачусетского технологического института пришли к выводу, что активное вопрошение (active questioning) – одно из пяти базовых умений специалистов инновационной сферы [16].

В.Л. Данилова и В.Е. Карапетев редуцируют доличностное, по В.М. Розину, вопрошение, называя его асимметричным (в нем одни участники взаимодействия имеют больше прав на задавание вопросов, чем другие), к личностному – симметричному вопрошанию. По их мнению, «... способность жить и работать в условиях неопределенности, новизны и быстрых изменений требует в первую очередь симметричного вопрошания и связанной с ним личностной («взрослой») готовности сотрудничать с окружающими, не перекладывая на них ответственность...» [15, с.119]. Эти авторы взяли за прототип для практик симметричного вопрошания наработки по коллективной мыследеятельности и организационно-деятельностным играм, выполненные в свое время под руководством Г.П. Щедровицкого. Разработана карта современных направлений работы по вопрошанию [17], где среди практик вопрошания есть два базовых типа. Если первый предусматривает «работу с вопросами в тех профессиональных сферах, где для них есть кодифицированное место», то второй связан с «разработкой практик массового использования вопросов». Первый тип имеет истоки с начала новой эры, но активно развивался в XX веке в лоне психотерапии, журналистики, социологии, врачебной и правоохранительной деятельности [18]. Второй тип практик начал развитие с конца XX века, но уже породил могучий всплеск публикаций. Однако из поля зрения упомянутых выше авторов «выпали» значительные наработки по вопрошанию в области технического творчества, особенно теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Помимо этого, в поле их внимания не попали

ввиду ограниченной доступности информационные технологии специальных служб, где вопрошанию всегда уделялось особое значение [19, 20].

Цель вопрошания – понять проблему и найти идею решения задачи. Даосский мудрец Чжуан-цзы (IV век до н.э.) хорошо выразился по этому поводу: «Для ловли рыбы нужны сети; но вот рыба поймана и люди забывают о сетях... Для поиска идей нужны слова; но постигнув идеи, люди забывают о словах...». Так возникает образ «сети вопрошания» – особым образом организованной системы вопросов.

История донесла до нас конструкты таких сетей, например, систему из семи вопросов римского ритора Марка Фабия Квинтилиана (табл. 1).

Таблица 1 – Система вопросов Квинтилиана (I век до н.э.)
Table 1 – The system of questions of Quintilian (I century BC)

№	Вид вопроса:		Сущность вопроса
	на латыни	на русском языке	
1	Quis?	Кто?	Субъект
2	Quid?	Что?	Объект
3	Ubi?	Где?	Место
4	Quibus auxiliis?	Чем?	Средства
5	Cur?	Зачем?	Цель
6	Quomodo?	Как?	Метод
7	Quando?	Когда?	Время

Признанием в любви к шести вопросам (как к «проводным службам») пронизано написанное в начале XX века стихотворение «Six serving-men» Редьярда Киплинга, будущего Нобелевского лауреата (табл. 2).

Таблица 2 – Система вопросов Киплинга (1902 г.)
Table 2 – Kipling's System of Questions (1902)

Звучание вопроса:		Назначение вопроса
по английски	по русски	
Who?	Кто?	Служит для формулировки вопросов о людях
What?	Что, который?	Служит для вопросов, относящихся к вещам
Where?	Где?	Используется для уточнения места события
When?	Когда?	Служит цели уточнения даты, временного промежутка
Why?	Почему?	Служит цели выявления причины чего-либо
How?	Как?	Служит цели получения информации о каком-либо состоянии или способе

Японским предпринимателем и изобретателем Сакити Тоедой – основателем Toyota Industries ещё в 1930-х гг. был разработан метод пяти «Почему?» (5 Whys), который компания Toyota использует для решения своих проблем до настоящего времени [21]. Его цель – поиск первопричины возникновения дефекта (проблемы) путем повторения вопроса «Почему?». Последующий вопрос задаётся к ответам на предыдущий. Число итераций вопроса (а их «5») подобрано эмпирически и считается достаточным для нахождения решения типичных проблем. Согласно методу, реальная первопричина должна указывать на процесс, который работает плохо или вообще отсутствует [22].

Публикации свидетельствуют о нарастающей актуальности проблемы вопрошания в современной мире. Ссылаясь на автора теории «подрывных инноваций» Клейтона Кристенсена [23] (большого мастера задавать вопросы), Уоррен Бергер (создатель

трехкомпонентной модели формулирования «красивых вопросов») пишет в своей книге, что многие бизнес-лидеры считают сегодня вопросы «неэффективным» инструментом, т.к. испытывают настолько сильное стремление действовать, что часто у них просто нет времени ставить под вопрос то, чем они занимаются (!) [24].

Философы считают, что именно умение ставить вопросы делает человека свободным [25]. Проблема современной системы образования состоит в том, что «...учебные заведения не просто не учат задавать вопросы – они приучают учеников избегать их как чего-то неуместного, вызывающего осуждение и конфликты» [15, с. 117]. Поэтому вопрос представляется нам своеобразным ключом к магическому замку познания.

Методология исследования. Мы опирались на взгляды классиков философской и социально-психологической мысли на проблемы вопрошания и мышления, рефлексии и эмпатии, системный подход, методы анализа-синтеза систем, инструменты и модели ТРИЗ, системной инженерии, анализ систем контрольных вопросов [26–29]. По Пьеру Тейяру де Шардену, рефлексия – знание человека о своем знании (незнании). За рубежом её трактуют как самоосознание (self-awareness) или понимание других людей (theory of mind). Вопрошание без эмпатии (от греч. – « страсть, сострадание») представляется нам ущербным. Когнитивная и аффективные эмпатии базируются на широко эксплуатируемых на практике интеллектуальных процессах (сравнении, аналогии и т.п.), учеными доказана их тесная взаимосвязь с рефлексией [30].

Во многих сферах, в т.ч. в инженерии, эксплуатируются списки контрольных вопросов Дж. Пойа, Р.П. Кроуфорда, С.Д. Пирсона, А.Ф. Осборна, Т. Эйлоарта и др. [31]. Со временем они трансформировались в различные гибриды сжатого типа (например, «SCAMPER» Б. Эберле, 1997) или развернутые списки (например, «201 способ родить гениальную мысль» для рекламистов [32]). Большая часть списков контрольных вопросов страдает перегибом в сторону логики в ущерб эмоциональности и низкой инструментальностью (слабой функциональной ориентации вопросов), хотя Карлом Дункером ещё в 1920-е гг. выявлена первичность «функционального решения» и вторичность конкретного (конструктивного) решения [33].

Современную ТРИЗ и системную инженерию роднит междисциплинарный подход. Он охватывает усилия по развитию и верификации интегрированного и сбалансированного в полном жизненном цикле множества системных решений, касающихся людей, продуктов и процессов, которые удовлетворяют потребности заказчика. Уже в первой версии руководства НАСА по системной инженерии [34] был сформулирован корпус требований к личным качествам системного инженера: готовность всегда учиться новому; видение целого (без потери цели); знание общесистемных закономерностей; способность связывать инженеров и управленицев в коммуникации (на базе единой терминологии); готовность к лидерству и к работе в команде (на базе многосторонних знаний); готовность к изменениям; готовность к работе в условиях неопределенности; ориентация на лучшее (при планировании худшего); знание множества технических дисциплин (на уровне эксперта); решительность; способность не только описывать, но и «чувствовать» процессы. Однако сформировать систему этих качеств в ходе профессиональной подготовки инженеров почти нереально, здесь нужна большая работа будущего инженера над собой в режиме непрерывного самообразования.

Результаты исследования и их обсуждение. Вопрошание инициирует мышление человека при решении любых задач. В словарях вопрос вообще отождествляется с задачей: «Задача – вопрос, требующий разрешения, то, что задано для решения, разрешения» [35]. Трактовка задачи в БСЭ также звучит как «...вопрос, требующий решения на основании определённых знаний и размышления». В любом случае

вопрошание устремляет человека в надсистему. Образно, оно – некий полустанок на пути к будущему вокзалу знания и понимания. В таксономиях образовательных целей Б. Блума (1956), Н. Гронланда (1970), Л. Вандевельда (1975), А. Мелецинека (1977) понимание – вторая категория после знания. По исследованиям отечественных психологов на её долю приходится до 96% всего времени решения задач [36]. Отсюда и следует вывод, что понимание задачи эквивалентно её решению.

В теории задач вопрос – знаковая модель требования познавательной или коммуникативной задачи (или части такого требования, относящейся хотя бы к одному из фигурирующих в задаче искомых предметов) [37, с. 89]. Знаковая модель соответствующего определенному вопросу результата решения познавательной задачи представляет собой ответ на указанный вопрос. Известна трехкомпонентность познавательных задач [38]. Описывая при моделировании процесс «оживления» задачной системы, обычно ведут речь о процедуре (Пр), отражающей перевод объекта из начального состояния (НС) в конечное состояние (КС). Трехкомпонентная конструкция задач ранее получила у нас имя «задача в динамике» [33]. В ходе подготовки инженеров почти все курсы (от математики и механики до спецдисциплин), формируют знания и навыки решения четко определенных инженерных задач [39, с. 12]. Лишь курс по методам инженерного творчества (или ТРИЗ) ориентирован на формирование у студентов навыков постановки творческих задач (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристика инженерных задач
Table 3 – Characteristics of engineering tasks

Показатели сравнения задач	Инженерные задачи:	
	четко определенные	нечеткие (творческие)
Постановка задачи	Имеется	Как правило, отсутствует
Способ решения	Как правило, указан	Не указан
Обучающий пример	Имеется	Отсутствует
Результат решения	Как правило, однозначен и известен преподавателю	Как правило, многозначен и неизвестен преподавателю

Проведем сопоставительный анализ ряда классификаций трехкомпонентных задачных систем, сохранив характерную терминологию, сложившуюся в разных сферах деятельности (табл. 4). Как видно из табл. 4, первый тип задач (с полной определенностью компонент: НС, Пр и КС) традиционно используется в обучении, выполняя функцию примера конструктивно-технологических или параметрических решений в процессе инженерной подготовки. Задавать вопросы при этом незачем.

Здесь нами полностью разделяется мысль И. Ньютона о том, что «при изучении наук примеры полезнее правил», но излишне увлекаться иллюстрированием нельзя. Выдающийся отечественный педагог С.И. Гессен завещал обеспечивать в обучении равновесие «чудесного» и «проблемного», т.е. ухода от так называемого «занимательного образования» (оно ведет к воспитанию натур, подверженных соблазнам). Он, например, отмечал, что неудачи И.Г. Песталоцци были связаны с нарушением именно этого равновесия [40, с. 287].

Выделенный серым цветом в табл. 4 блок из шести типов задач (со 2 по 7) полностью ориентирован на развитие творчества обучающихся и предполагает их работу в условиях возрастающей информационной неопределенности (проблемности).

Рассмотрим «работу» инструментов творчества с позиций психологии. Не случайно базовая публикация Г.С. Альтшуллера (как «манифест ТРИЗ») была сделана в ведущем психологическом журнале страны [43]. Психология изобретательского творчества, по

Альтшуллеру, – мост между субъективным миром психики человека и объективным миром техники, которая развивается по объективным законам. В указанной работе уже есть эмпатийная рекомендация – использовать при решении задач прообразы (аналоги) из природы, а также из других областей техники. При описании последнего этапа творческой работы (оценки сделанного изобретения) сделан выход на выявление соотношения между положительным техническим эффектом, даваемым изобретением, и затратами, необходимыми для его реализации, по сути, на формулу идеальности.

Таблица 4 – Сопоставление классификаций задачных систем
Table 4 – Comparison of task system classifications

№	Компоненты:			Типология различных задачных систем:		
	НС	Пр	КС	познаватель-ных [37, с.94]	проблемных ситуаций [41, с.21–24]	инженерных задач [42, с.15]
Инженерное дело						
1	+	+	+	–	Обычные инженерные	Показательные задачи
Изобретательство						
2	–	+	+	Восстановле-ния	Поиска сырья, источника энергии, информации	«Простые неосознанные» задачи, требующие нетри-диальных путей, применения нетрадиционных эффектов
3	+	–	+	Преобразова-ния	Поиска новой техноло-гии переработки сырья, преобразования энер-гии, информации	«Риторические проблемы». Задачи поиска и совершенствования методов
4	+	+	–	Исполнения	Поиска новой формы, конструкции, функции, материала	«Школьные» (для самостоятельной работы в обуче-нии), с неопределенностью причин (технологии, мотивов) поведения, влияющих на результат
5	–	–	+	Построения	Поиска нового сырья и новой технологии	«Неопределенные замкну-тые». Открытия, эффекты, требующие объяснения и привязки к существующей системе знаний
6	+	–	–	Использо-ван-ия име-ющеся состояния	Утилизации, эффектив-ного использования резервов, обращения вреда в пользу, поиска нового применения известных объектов	«Классические проблемы». Совершенствования мето-дов поиска решений, уточ-нения формулировки и определения результата
7	–	+	–	Использо-ван-ия проце-дуры	Практического приме-нения открытий, резуль-татов НИР, эффектов и явлений	«Академические проблемы». Открытия, ждающие своего применения

8	–	–	–	–	Новые, пока не существующие	Неопределенные открытые проблемы
---	---	---	---	---	-----------------------------	----------------------------------

При описании трехфазного творческого процесса (прототипа алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ) с 1961 г. Альтшуллер начал активно использовать мощный эмпатийно-рефлексивный инструмент – понятие идеального конечного результата (ИКР) [44, с. 44]. По мере эволюции поколений АРИЗ [45], они все более насыщались не только логическими операторами организации рационального мышления, но и инструментами задействования эмоциональных структур мозга человека. В их числе операторы: формулирования противоречия (1961); типовые приемы разрешения технических противоречий (1963–1964); числовая ось и оператор «Размер-время-стоимость» (1973), методы «моделирование маленькими человечками» и фантограмма (1974); устранения специальных терминов при записи задачи, «золотой рыбки» (1977); многоэкранная схема мышления (1979) и др. Последняя схема, имеющая также название «Системный оператор» вообще уникальна, ведь она способствует системному осмысливанию проблемной ситуации (неприятности) в хронотопе (единстве времени, пространства и действия системы). В версии АРИЗ-85В (она считается в ТРИЗ «классической») можно видеть операторы, ориентированные на работу левого полушария головного мозга, а также операторы, ориентированные на правое полушарие, действующие эмоциональные «струны» человека (табл. 5)

Таблица 5 – Инструменты снятия психологической инерции в АРИЗ-85В
Table 5 – Tools for removing psychological inertia in ARIZ-85B

Название части	Используемые операторы и их краткий комментарий
1. Анализ задачи	Терминологическая цепочка и запись мини-задачи в виде технического противоречия (ТП); визуализация схем конфликтов; введение некого X-элемента (как «волшебной палочки», снимающей проблему)
2. Анализ модели задачи	Определение оперативной зоны ОЗ и оперативного времени(ОВ) («сжатие поискового поля»; анализ имеющихся вещественно-полевых ресурсов (ВПР)
3. Определение ИКР и ФП	Идеализация (ИКР); определение (формулировка) физического противоречия (ФП)
4. Мобилизация и применение ВПР	Визуализация «моделированием маленькими человечками» (ММЧ); «шаг назад от ИКР» (рефлексия в зоне решения); минимизация ресурсов (цель – не использовать все ресурсы, а получить максимально сильный ответ при их минимальном расходе)
5. Применение информфонда	Анализ возможности решения по стандартам; устранение ФП с помощью типовых преобразований; применение указателей физ-, хим-, геом- и др. эффектов
6. Изменение и (или) замена задачи	Эвристичны сама замена задачи, переход от физического ответа к техническому (надо сформулировать способ, дать принципиальную схему устройства, осуществляющего способ)
7. Анализ спо-собы устрани-ния ФП	Здесь везде «самость»: саморегулирование, самоустраниние противо-речия, желательно «без ничего» (повсюду налицо видна и рефлексия и эмпатия)

8. Применение полученного ответа	Осуществление, по сути, верификации полученного решения (при этом также используется рефлексия и эмпатия)
9. Анализ хода решения	Осуществляется рефлексия (самоанализ) совершенных действий

Эволюция и верификация в течение 30 лет версий АРИЗ (56, 59, 61, 64, 65, 71, 71Б, 71В, 75, 82А, 82Б, 82В, 82Г, 85А, 85Б, 85В, где цифры – год выпуска, а буква – модификация версии) на множестве решенных задач в разных сферах техники привела к тому, что этот алгоритм как «вопросно-ответная» система превратился, на наш взгляд, в своеобразную чисто «ответную» систему (уже со «свернутым» вопрошанием).

Ведь цель вопрошания – получение ответов о существовании связей (взаимосвязей) между некоторыми элементами в системах и характере их функционирования. Многолетние исследования в рамках ТРИЗ позволили выявить (а также обобщить) и верифицировать систему этих необходимых, устойчивых, существенных и циклически повторяющихся взаимосвязей в системах не только технической природы. Выявлена стройная система общих законов организации (построения), функционирования и развития искусственных систем [29]. В связи с этим вопрошение своеобразно «свертывается».

В пользу этой мысли свидетельствует современная «свернутость» АРИЗ до ряда экспресс-вариантов («пятишаговка» А. Подкатилина, алгоритм С. Малкина и др.).

При развитии инструментария ТРИЗ выявились необходимость улучшения первичной обработки производственных проблемных ситуаций. Первый вариант алгоритма выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ) был доложен на семинаре в Петрозаводске в 1993 г. и одобрен Альтшулером. По нему было предложено вести первичную обработку проблемной ситуации на шести уровнях по ключевым вопросам: Кто? Где? Когда? Что? Почему? Как? [46]. Кратко сущность методики работы по АВИЗ отражена в табл. 6.

Таблица 6 – Первичная обработка проблемной ситуации по АВИЗ

Table 6 – Primary processing of the problem situation according to the algorithm for selecting inventive tasks

Имя уровня	Вопрос	Сущность анализа и результаты
Социальный	Кто?	Проводится анализ элементов проблемной системы и выявление конфликтующей пары (КП) элементов
Социально-производственный	Где?	Осуществляется выход на локализацию неприятности – оперативную зону (ОЗ), т.е. место, где находится КП
Производственно-технологический	Когда?	Технологии нет вне времени. Здесь идет выход на оперативное время (ОВ) – временной интервал реализации конфликта между элементами КП
Конструктивный	Что?	Уточняется модель конфликта (неприятности) как следствия (формы проявления) проблемы
Исследовательский	Почему?	Осуществляется выход на причину, сущность неприятности – противоречие. Ответ на данный вопрос вскрывает причину неприятности (нежелательного эффекта)
Научный	Как?	Выход на способ перехода от причины к следствию (способ разрешения противоречия)

В 1990-е годы в связи с известным ухудшением состояния отечественной экономики и утратой предприятиями интереса к инновационному обновлению многие (особенно практико-ориентированные методики) в рамках ТРИЗ-движения получили свою расширенную апробацию за рубежом [4]. В известной мере они «сошлись» с методологией реинжиниринга (BPR), ориентированного на коренное осмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов.

Однако корректное определение уровня необходимых и достаточных изменений на предприятиях (а они носят сложный технико-технологический и социально-экономический характер) – непростая задача. Об этом свидетельствует публикация [47], где описаны процедуры продвинутого вопрошания в рамках ТРИЗ-инжиниринга [48]. Они выводят на проблематику выявления ситуации определения первичности структурной организации (СО) или функциональной организации (ФО) систем. Ученые-системщики считают важным рассмотрение их единства в составе единой функционально-структурной организации (ФСО). Если процесс анализа систем (при совершенствовании существующих систем – это аналог реинжиниринга) представлен переходом «СО → ФО → ФСО», то при синтезе (в случае создания принципиально новых систем) он развертывается в иной последовательности «ФО → СО → ФСО» [49].

В настоящее время развитие методологии вопрошания в данном направлении привело к оформлению в ТРИЗ-движении функционально-ориентированного информационного поиска (ФОИП или на англ. – FOS) [50]. Б. Злотин характеризует этот подход как «функционально-ориентированное проектирование» [51], а Ю. Даниловский обсуждает вопрос о статусе процедуры переноса технологий с использованием сходства функций как возможной научной дисциплины под условным названием «трансферология» [52]. По мнению ряда разработчиков ТРИЗ, данный проблемно-ориентированный поиск по действию (на англ. – action-problem oriented search – APOS) ставит основной целью поиск решений проблем, сходных с имеющейся проблемой по действию технической системы (ТС) на её объект, взаимодействию (физическому, химическому, информационному, биологическому и др.) между ними или взаимодействию в какой-либо конфликтующей паре в ТС [53].

В известной мере это напоминает инструментированный аналог технологии «открытых инноваций» Генри Чезбро [54]. В последние годы ФОИП развивается и продолжает интенсивно использоваться в процессе выполнения консультационных проектов американской фирмой GEN3 Partners (позже – GEN3) и её партнера в России – компании «Алгоритм». Данный способ организации информационного поиска сегодня имеет соответствующую патентную охрану [55].

Заключение

1. Вопрошание играет колossalную роль в жизни любого человека. Как составляющая мышления человека оно исходно надпрофессионально и трансдисциплинарно. Однако определить границы феномена вопрошания в феномене мыследеятельности трудно. Поэтому, несмотря на огромный объем исследований (от Сократа и Платона до настоящего времени) в лоне философии и логики, социологии и лингвистики, медицины, психологии и педагогики, права и инженерных наук, проблема вопрошания, по-прежнему, – «*terra incognita*». Имеются пробы создания основ теории вопрошания, но концептуальный синтез достижений множества различных научных школ ещё не реализован. Препятствием на этом пути служит консервация «расщепленности» человека всей совокупностью современных наук.

2. В условиях роста числа нестандартных инженерных задач важно вести анализ проблем эффективного профессионального вопрошания в надсистеме – в системе

сильного мышления, напрямую связанного с общей образованностью и культурой человека. Чрезмерная логизация (рациональность) или эмоциональность вопрошания порочны. Успех мышления напрямую связан с гармонизацией работы рационального и эмоционального интеллектов человека. Порожденный двуединством Г.С. Альтшуллера как «физика и «лирика» (выдающегося инженера и гениального писателя-фантазии), инструментарий современной ТРИЗ ориентирован на согласованное взаимодействие в продуктивном вопрошании рационального и эмоционального начал в мышлении. В нем изначально активно используются многие эмпатийные и рефлексивные приемы.

3. В процессе многолетней апробации при решении нестандартных задач в России и за рубежом инструментарий ТРИЗ прошел путь «развертывания-свертывания» согласно закону повышения степени идеальности. В итоге появились эффективные универсальные инструменты, пригодные для решения изобретательских задач разного уровня. Их инвариантным ядром являются функционально ориентированные инструменты-операторы: быстрого выхода на первопричины неприятностей (нежелательных эффектов); поэтапного формулирования противоречий; формирования образа идеального решения; анализа ресурсов как средств разрешения противоречий; просмотра вариантов решений по «ветвям деревьев» (системы законов организации, функционирования и развития искусственных систем).

4. Любопытно, что в процессе эволюции инструментов ТРИЗ произошло «исчезновение» («свертывание») процедур вопрошания. Поэтому ключевые инструменты ТРИЗ сегодня функционально ориентированы, надпрофессиональны и представляют собой свернутые практически до «ответного» формата «вопросно-ответные» системы. «Продвинутые» инструменты ТРИЗ (типа ФОИП) – это современный вариант единства когнитивной рефлексии и эмпатии, опирающийся на инвариантное ядро ТРИЗ и новые цифровые технологии. Они поддерживаются современными компьютерными системами и ориентированы на поиск аналогов решений задач в ведущих отраслях техники для последующего осуществления их трансфера в новые продукты или технологии компаний, заинтересованных в лидерстве на рынках. Они способствует резкому снижению затрат и повышению эффективности реализации их инновационных бизнес-проектов.

Литература

1. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think. By Viktor Mayer-Schönberger and Kenneth Cukier. – Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt, 2013. – 257 p.
2. Хайдеггер, М. Время и бытие: статьи и выступления / М. Хайдеггер; пер. с нем. – М.: Республика, 1993. – 447 с.
3. Розин, В.М. К построению теории вопрошания / В.М. Розин // Педагогика и просвещение. – 2018. – № 2. – С. 78–89.
4. Лихолетов, В.В. Пригодность инструментария ТРИЗ для формирования навыков инженеров будущего / В.В. Лихолетов // Инженерное образование. – 2020. – Вып. 27. – С.6–26.
5. Литвин, С.С. Если ты думаешь, что ты инженер – думай / С.С. Литвин, В.М. Герасимов // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 2. – С. 50–52.
6. Madhavan Guru. Applied Minds: How Engineers Think. – W. W. Norton & Company, 2016. – 272 p.
7. Еровенко, В.А. «Сократическое вопрошение» в рефлексивном диалоге онтологического теста Тьюринга / В.А. Еровенко // Сибирский философский журнал. – 2016. – Т. 14. – №1. – С. 40–52.

8. Lewin K. Field theory in social sciences. – New York: Harper & Row, 1951. – 346 p.
9. Кант, И. Сочинения: в 8 т. / И. Кант. – М.: Чоро, 1994. – Т.3. – 741 с.
10. Прытков, В.П. «Искусство вопрошания» в философии И. Канта и современном дискурсе // Вестник Челябинского государственного университета. Философские науки. – 2016. – №8(390). – Вып. 41. – С.62–72.
11. Прытков, В.П. Структура научной проблемы / В.П. Прытков // Теория и практика общественного развития. – 2013. – №1. – С.44–47
12. Nuel D. Belnap, Thomas B. Steel. The logic of questions and answers. – Yale University Press, 1976. – 209 p.
13. Гадамер, Х.-Г. Истина и метод: основы философской герменевтики: пер. с нем. / Х.-Г. Гадамер. – М.: Прогресс, 1988. – 699 с.
14. Розин, В.М. Что такое вопрошение: сущность и типы? / В.М. Розин // Педагогика и просвещение. – 2016. – № 2. – С.159–165.
15. Данилова, В.Л. Искусство работы с вопросами – грамотность XXI века / В.Л. Данилова, В.Е. Карапетев // Идеи и идеалы. – 2018. – № 2, т. 2. – С. 113–127.
16. Gregersen H. Questions Are the Answer: A Breakthrough Approach to Your Most Vexing Problems at Work and in Life. – New York: HarperBusiness. – 2018. – 336 p.
17. Карапетев, В.Е. В чем состоит современная культура вопрошания? Как научить ставить собственные вопросы, а не заимствовать чужие? / В.Е. Карапетев // Современное образование. – 2018. – № 4. – С.104–118.
18. Зайцева, В.В. Интерrogатив как основной речевой акт в структуре допросов / В.В. Зайцева, В.С. Григорьева // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. – 2010. – Т.1. – №3. – С.187–194.
19. Плэтт, В. Информационная работа стратегической разведки. Основные принципы: пер с англ. / В. Плэтт. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. – 343 с.
20. Власова, М.Г. Разведывательный анализ как академическая дисциплина / М.Г. Власова // Национальная безопасность / nota bene. – 2016. – № 1. – С. 116–128.
21. Оно Тайити. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства / Тайити Оно; пер. с англ. – М.: Ин-т комплексных стратегических исслед., 2012. – 194 с.
22. Ivan Fantin. Applied Problem Solving. Method, Applications, Root Causes, Countermeasures, Poka-Yoke and A3. – Milan: Createspace, 2014. – 229 p.
23. Bower, J.L., and C.M. Christensen. Disruptive Technologies: Catching the Wave // Harvard Business Review 73, no. 1 (January–February 1995): 43–53.
24. Warren Berger. A More Beautiful Question: The Power of Inquiry to Spark Breakthrough Ideas. – Bloomsbury, 2014. – 272 p.
25. Прытков, В.П. Человек вопрошающий / В.П. Прытков. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. – 280 с.
26. Берков, В.Ф. Вопрос как форма мысли / В.Ф. Берков. – Минск: БГУ, 1972. – 136 с.
27. Аверьянов, Л.Я. Почему люди задают вопросы? / Л.Я. Аверьянов – М.: Социолог, 1993. – 152 с.
28. Левенчук, А. Системное мышление / А. Левенчук. – Бостон-Ульдинген-Киев, Проект «Баловство», Толиман, 2019. – 534 с.
29. Поиск новых идей: от озарения к технологии / Г.С. Альтшулер, Б.Л. Злотин, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: Картия Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
30. Beitel M., Ferrer E., Cecero J.J. Psychological mindedness and awareness of self and others // Journal of Clinical Psychology. 2005. No 61(6), pp.739–750.
31. Линькова, Н.П. 30 методов: что это такое? / Н.П. Линькова // Техника и наука. – 1983. – №11. – С. 5–7.
32. Валладарес, Дж.А. Ремесло копирайтинга / Дж. А. Валладарес. – СПб.: Питер, 2005. – 272 с.

33. Лихолетов В.В. Типология задачных систем и их взаимосвязь в инженерном образовании, инженерном деле и изобретательстве / В.В. Лихолетов // Инженерное образование. – 2019. – Вып. 25. – С.105–118.
34. NASA Systems Engineering Handbook. NASA, July 1995. SP-610S. 142 p.
35. Толковый словарь русского языка: В 4 т./ Под ред. проф. Д.Н. Ушакова. – М.: ТЕРРА-Книжный клуб, 2007.– 752 с.
36. Карпов А.В. Структурно-функциональная организация процессов принятия решений в трудовой деятельности: дис... д-ра психол. наук. – М.: Ин-т психологии РАН, 1992. – 442 с.
37. Балл, Г.А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект / Г.А. Балл. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
38. Reitman, Walter R. Cognition and Thought: an information processing approach. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 1965. –312 p.
39. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учебное пособие / А.И. Половинкин. – Машиностроение, 1988. – 368 с.
40. Гессен, С.И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию / С.И. Гессен. – М.: Школа-Пресс, 1995. – 448 с.
41. Скирута, М.А. Инженерное творчество в легкой промышленности / М.А. Скирута, О.Ю. Комиссаров. – М.: Легпромбытиздан, 1990. – 184 с.
42. Голибардов, Е.И. Техника ФСА / Е.И. Голибардов, А.В. Кудрявцев, М.И. Синенко. – К.: Техника, 1989. – 239 с.
43. Альтшуллер, Г.С. О психологии изобретательского творчества / Г.С. Альтшуллер, Р.Б. Шапиро // Вопросы психологии. – 1956. – №6. – С.37–49.
44. Альтшуллер, Г.С. Как научиться изобретать / Г.С. Альтшуллер. – Тамбов: Книжное изд-во, 1961. – 128 с.
45. Королев, В.А. Современные тенденции развития АРИЗ / В.А. Королев // Технологии творчества. – 1998. – №1. – С.8–23.
46. Иванов, Г.И. Алгоритм выбора изобретательской задачи из производственной ситуации АВИЗ(п)-93 / Г.И. Иванов, А.А. Быстрицкий, В.Н. Никитин. – Ангарск, 1993. – 32 с. Рукопись деп. в ЧОУНБ 02.02.1994, № 1709.
47. Лихолетов, В.В. Интеллектуальные ориентиры инженеров в деле обновления современных производств / В.В. Лихолетов // Инженерное образование. – 2017. – Вып. 22. – С.52–58.
48. Литвин, С.С. Типовые контрольные вопросы на информационном этапе ТРИЗ-инжиниринга / С.С. Литвин // Журнал ТРИЗ. – 1995. – №1(10). – С. 65–65.
49. Балашов, Е.П. Эволюционный синтез систем / Е.П. Балашов. – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
50. Litvin S. New TRIZ-Based Tool-Function-Oriented Search (FOS) // Proceeding of TRIZ Future Conference: Florence, 3-5 November 2004; pp. 505–509. – <http://www.triz-journal.com/archives/2005/08/04.pdf>
51. Zlotin B., Zusman A. Instruments for Designing Consummate Systems, April, 2008. – <http://www.triz-journal.com/archives/2008/04/03/>
52. Даниловский, Ю. Перенос технологий, или от кого «произошли» компьютеры? Ю. Даниловский. – <http://www.metodolog.ru/01351/01351.html>
53. Axelrod B. New search and problem-solving TRIZ tool: Methodology For Action & Problem Oriented Search (APOS) Based On The Analysis Of Patent Documents // TRIZ Future 2005. Graz, Austria. 2005, November 16-18. University of Leoben, pp.325–345.
54. Chesbrough H. Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. – Boston: Harvard Business School, 2003. – 227 p.

55. Пат. 2506636 Российская Федерация, МПК G06F 17/30. Способ информационного поиска (варианты) и компьютерная система для его осуществления / И.С. Иванькович, С.А. Колчанов, С.С. Литвин, М.С. Рубин, А.В. Смирнов, Е.Л. Соколов, патентообладатель ООО «Алгоритм». – 2011132437/08; заявл. 01.08.2011; опубл. 10.02.2014.