

УДК: 001.5:[37+62]

ТИПОЛОГИЯ ЗАДАЧНЫХ СИСТЕМ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ, ИНЖЕНЕРНОМ ДЕЛЕ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВЕ

Лихолетов Валерий Владимирович, доктор педагогических наук,
кандидат технических наук, доцент кафедры экономической безопасности
Высшей школы экономики и управления,
likholetov@yandex.ru

Южно-Уральский государственный университет,
Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76.

Обсуждается феномен задачных систем в системе инженерного образования, инженерного дела и изобретательства. На базе существующих классификаций сформирована обобщенная модель типологии задач. Дается авторская трактовка понятия задачи с учетом её функциональной природы. Предложена модель взаимосвязи учебных и производственных задач (проблемных ситуаций), которая может быть использована в дидактических целях как своеобразный генератор-конструктор задач различной степени сложности.

Ключевые слова: задачные системы, классификация, инженерное образование, инженерия, изобретательство, решатель, хронотоп, теория решения изобретательских задач, функционально-стоимостной анализ, моделирование, виды неприятностей: нежелательные эффекты, противоречия.

Введение

По мысли К. Дункера, жизнь, «... есть совокупность процессов решения бесконечного числа больших и малых проблем, из которых лишь небольшая часть решается сознательно» [1, с. 107]. Обилие проблем (далее будем использовать термин «задачные системы») затрудняет их классифицирование. Важной вехой на пути таксономии задач стал труд Б. Блума [2]. Несколько позже категориальный ряд знаний по ним был расширен и вскрыт более сложный характер связи. Пошла речь о важности процедурных и метакогнитивных знаний, все чаще стали упоминаться навыки творчества [3]. Р. Марцано рассмотрел многообразие факторов, влияющих на мышление обучающихся и показал важность обучения методам решения задач, которые могут быть применены в разных ситуациях [4]. В обзоре А. Лавлиса получила отражение сложная связь творчества и технологии. Им было отмечено, что на творчество вдохновляют не технологии, а особая атмосфера, где технологии творчески используются для достижения поставленных целей [5].

Постановка проблемы исследования

Парадоксально, но многие исследователи избегают корректного определения понятий «задача» и «проблема». Из словаря в словарь «мигрируют» дефиниции, ничего не дающие

уму, например: «задача – вопрос, требующий разрешения», или «проблема – сложный вопрос, требующий разрешения». Отсюда, на наш взгляд, вытекает актуальность анализа типологии задачных систем и поиска путей преодоления разрыва между реальными и учебными задачами. Ведь, несмотря на их общность, между этими задачами лежит пропасть, созданная как словесным оформлением, так и методиками решения. Учебные задачи часто лишены деталей и ориентированы на освоение лишь отдельных приемов в ходе обучения. Они оторваны от жизни по содержанию и форме представления. Обычно эти задачи просты и абстрактны, а потому не обеспечивают положительной мотивации обучающихся в процессе решения. Реальные же задачи всегда даются на языке конкретных специальностей (в специальных терминах), обладают информационной неопределенностью и представляя проблемы – совокупности задач. По своей сути они отражают «клубки» плохо функционирующих (с точки зрения субъекта-решателя задачи) связей (отношений) в каких-либо системах (табл. 1).

Проблемы (проблемные ситуации) из-за высокой размерности по отношению к задачам диффузны в информационном смысле. Поэтому функциональная природа задачных систем – ключевой момент их понимания и решения. Как известно, ещё К. Дункер, наблюдая испытуемых в процессе решения

Таблица 1. Сравнение задачных систем
Table 1. Comparison of task systems

Признак / Sign	Учебная задача / Training Task	Реальная задача / Real Task
Цель / Aim	Освоение приема, конкретного алгоритма / Mastering the technique specific algorithm	Преодоление реальной жизненной трудности, неприятности (проблемы) / Overcoming the real life difficulties
Формулировка / Wording	Вид задачи с явным или неявным указанием на искомый ресурс / Type of task with explicit or implicit indication of the desired resource	Ситуация, где неясны не только нужные ресурсы, но и сам характер проблемы / A situation where not only the necessary resources are unclear, but also the nature of the problem
Форма описания / Description form	Однозначное (без языковых штампов, задающих психологическую инерцию), короткое, чтобы решатель «не устал читать» / Unambiguous (without language stamps that set psychologists chesky inertia), short so that the solver «is not tired of reading»	Изложение задачи путанное и неполное, а часто и отсутствующее в вербальном виде / Statement of the task confused and incomplete, and often missing in the verbal form
Сложность / Complexity	Для решения задачи не надо специальных знаний / To solve the problem is not necessary special knowledge	Ограничения на используемые области знания отсутствуют / here are no restrictions on the areas of knowledge used
Алгоритмичность / Algorithmmiracle	Задача соответствует осваиваемым методам, приемам, алгоритму, хорошо «ложится» на них / The task corresponds to mastering methods, techniques, algorithms Mu well «falls» on them	Используемый алгоритм или отдельные приемы не имеют никакого значения, важен результат / The algorithm used or individual techniques have no meaning, the result is important
Характер представления материала / Character representation of the material	Желателен эмоциональный, даже «шокирующий» для «запуска» интереса и желания решателя / Emotional, even “shocking” is desirable for “launching” the interest and desire of the solver	Потребность решения задана внешними факторами. Для успешного решения желательна максимально строгая и сухая формулировка / The need for a solution is given by external factors. For a successful solution, the most rigorous and dry formulation is desirable.
Характер «правильного решения» / Character «Correct solutions»	«Сильное», интересное, привлекающее внимание к данному приему или алгоритму / “Strong”, interesting, drawing attention to this reception or algorithm	Любое, дающее хороший (или приемлемый) результат в конкретной ситуации (что не мешает искать лучшее) / Anyone who gives a good (or acceptable) result in a particular situation (which does not interfere with looking for the best)
Область поиска нужного ресурса / Search area necessary resource	Условие задачи / The task	Все, кроме условия задачи (ведь когда ресурс явно задан в задаче, разрешение ситуации не вызывает затруднений) / Everything except the condition of the problem (because when the resource is explicitly specified in the task, resolution of the situation does not cause difficulties)

творческих задач в 1920-е годы, обнаружил, что вначале решателю важно найти общий принцип – так называемое «функциональное решение» и только потом – конкретное (конструктивное) решение [6].

За рубежом психологи часто трактуют задачу как некий внешний фактор, детерминирующий активность субъекта. Отечественные ученые развили подход, позволяющий учесть не только внешние, но и внутренние источники активности. По нему задача – это со-

вокупность цели субъекта и условий, в которых она должна быть достигнута [7]. Задача рассматривается как ситуация, требующая от субъекта некоего действия. В определение вводится дополнительно понимание содержания действия, направленного на нахождение неизвестного через использование связей с известным [8].

Однако определения абстрактны и допускают разную интерпретацию. Полезным моментом в них, по нашему мнению, является

присутствие субъекта – решателя задачи (в кибернетике – «решающей системы»). Принципиальными элементами задачи принято называть: 1) условие, заданное совокупностью объектов, находящихся относительно друг друга в определенных отношениях; 2) требование, определяющее искомый объект в заданных условиях [9, с. 18]. На наш взгляд, это описание задачи в «застывшем состоянии». Будем далее называть это состояние задачей «в статике» (табл. 2). Здесь хорошо видна аналогия с известным разделением всех изобретений на две группы: объектные или продуктовые («устройства», «вещества», «штаммы микроорганизмов») и процессные («способы»).

При выделении дополнительно оператора как «...совокупности тех действий (операций), которые надо произвести над условиями задачи, чтобы выполнить её требования» [11, с. 10], происходит «оживление задачи» – её переход в процессную систему.

В обобщенном случае у задачи выделяют задачную и решающую системы [12, с. 66], причем к первой относятся условия и требования задачи, а во вторую входят конкретные операторы в форме методов, способов и средств решения – источники создания алгоритмов решения задач. Эти операторы задают вектор направленности решения – процедуру перехода (Пр) – от начального состояния (НС) задачной системы к её конечному состоянию (КС). Далее будем называть такую «ожившую» задачную систему задачей «в динамике». При этом отметим, что сегодня понятия статики и динамики, заимствованные из механики, весьма широко используются в социальных системах.

Появление процедуры перехода выводит нас на проблему целеполагания. Ведь основная цель решения задач инженерами – создание систем (приборов, устройств и процессов), преобразующих материалы, энергию и информацию в новые формы, удовлетворяющие потребности людей [13, р. 30–31]. При достижении целей появляются «побочные продукты». В современной цивилизации совсем «чистые производства» – ещё мечта. Выявление причин этого ведет в сферы науки и образования. В первой сфере мы по-прежнему плохо знаем сложнейшую систему связей окружающего мира, а во второй (в процессах передачи научного знания в образовательных системах) это неполное знание ещё и «расчленяется» по специальностям в ходе профессионального обучения. В итоге возникает ситуация нарастающей информационной неопределенности. Отсюда понятно, что если будущие инженеры смогут лучше решать задачи, то это существенно снизит вероятность появления отходов и ненужных «побочных продуктов».

По нашему мнению, задачи – это динамические информационные системы (копии) дефектного функционирования реальных (или виртуальных) систем в сознании решателей. Они «обитают» в человеческих головах или (в снятом знаковом виде) в сборниках кейсов в сфере образования, а в инженерном деле – в виде различных технических заданий и других документах при проектировании. «Копийный» взгляд на природу задачи хорошо отражает мысль Парменида: «То же самое и то, о чем мысль возникает, ибо без бытия, о котором её изрекают, мысли тебе не найти». В этой фразе «схвачено»: 1) преобразование в текущий мо-

Таблица 2. Описание задачи «в статике»
Table 2. Description of the task «in statics»

Элементы задачи / Elements of the task	Короткое имя (варианты) / Short name (options)	Сущность / Essence
Условие (исходное состояние) / Condition (the initial state)	«Дано», «Задано», «Имеется» / «Given», «Set», «Available»	Состояние, в котором находится система (отнесенная к решателю) и из которого может или должен быть осуществлен её переход в требуемое [10, с. 29–30] / The state in which the system is located (referred to the solver) and from which its transition to the required one can or should be made [10, pp. 29–30]
Требование (требуемое состояние) / Demand (required state)	«Надо найти», «Найти», «Требуется» / «Need to find», «To find», «Required»	Состояние системы, обусловленное потребностями субъекта-решателя, социальными нормами, указаниями лиц, обладающими властью или авторитетом [10, с. 29] / The state of the system due to the needs of the subject-solver, social norms, instructions of persons with authority or authority [10, p. 29]

мент отражения – рефлексии человеком-решателем материальных потоков окружающего динамичного мира в информационные слепки-копии в его голове; 2) конкретная система в конкретном пространстве-времени, «озадачивающая» своим функционированием человека-решателя); 3) динамическая «картина мира» – система ценностей (система стереотипов) конкретного человека [14, с. 18].

В научной литературе, к сожалению, встречаются методологические «ляпы». Например, Г.А. Балл [10, с. 32] определяет задачу как «систему, обязательными компонентами которой являются: предмет задачи (исходный предмет) и модель его требуемого состояния». Здесь вводится хороший термин «задачная система», но допускается ошибка связывания объекта и его модели. В учебных задачах, которые представляют собой своеобразные «копии копий», можно легко заблудиться на разных уровнях отраженных (виртуальных) миров. Кроме этого в ряде публикаций при определении понятия задачи некоторые авторы некорректно смешивают признаки объектных и процессных систем, что также методологически неверно.

В природе и антропогенном мире (как продукте инженерной мысли) идут встречные процессы соединения и разделения. Естественно, что они отражаются в головах людей (и конкретного решателя). Эти универсальные, противоположно направленные и неразрывно связанные операции в мышлении – анализ и синтез (от греч. *analysis* – разложение, *synthesis* – соединение) выявили ещё древние греки. Решение задачи синтеза предполагает, что известно («Дано») начальное состояние (НС) задачи и надо посредством процедуры (Пр) перейти к её конечному состоянию (КС), т. е. «Найти» его. При решении задачи анализа, наоборот, известно конечное

состояние (КС) задачной системы. Оно здесь «Дано», поэтому решение идет в направлении «с конца к началу». По данному поводу есть хорошая английская пословица «Умный начинает с конца, дурак кончает не начав».

Очевидно, что в этих рассуждениях нам и следует искать ту «точку опоры» (вспомним Архимеда Сиракузского), откуда следует строить обобщенную классификацию задач. При этом важно иметь в виду, что только своей волей люди направляют мысль в том или ином направлении при решении задач. Исследования ученых свидетельствуют о непростой взаимосвязи анализа и синтеза. Однако по И. Гёте, «анализ и синтез предполагают друг друга, как вдох и выдох». Научная школа С.Л. Рубинштейна пришла к выводам, что мыслительный процесс представляет собой «...анализ и синтез, анализ через синтез» [15, с. 98–99]. Аналогично выглядит и ряд эволюции анализа в его связи с синтезом в развитии научного познания у Б.М. Кедрова [16, с. 37–38]. Показательно, что ряд Кедрова хорошо согласуется с законом осознания, открытым ещё швейцарским психологом Э. Клапаредом, по которому сознание сходства появляется у ребенка позже, нежели сознание различия [17].

Дидактика подразделяет познавательные учебные задачи на прямые и обратные. В первых, эквивалентных синтезу, идет отработка обучающимися правил и алгоритмов процедур перехода (Пр) – от НС к КС (табл. 3).

Количество решаемых прямых задач обычно значительно превышает число обратных. Видимо, поэтому их и назвали прямыми. Обратные (обращенные) задачи, эквивалентные анализу, в обучении обычно относят к задачам повышенной трудности. Творческие задачи при обучении подразделяют на исследовательские и конструкторские [18].

Таблица 3. Эквиваленты задачных систем по направленности мысли
Table 3. Equivalents of task systems in the direction of thought

Процессы познания мира в науке / The processes of knowledge of the world in science	Дидактические задачи в образовании / Didactic tasks in education		Задачи в теории-практике изобретательства (ТРИЗ) / Tasks in theory-practice inventions (TRIZ)
	Познавательные / cognitive	Творческие / creative	
Анализ / Analysis	Обратные / Inverse	Исследовательские / Research	«Измерение («обнаружение»*) / «Measurement (« detection «*)
Синтез / Synthesis	Прямые / Straight lines	Конструкторские / Design	«Изменение» / «Measurement»

*Обнаружение всегда предшествует измерению (качественно-количественный переход) / * Detection always precedes measurement (qualitative-quantitative transition)

При разработке ТРИЗ эти типы задач получили название «на измерение» и «на изменение» [19, с. 99]. Измерительные направлены из настоящего в прошлое, а изменительные – из настоящего в будущее (решатель всегда находится в настоящем времени). Отметим здесь, что среди «стандартных решений изобретательских задач» (а их в ТРИЗ выделено пять классов) три класса содержат свернутые схемы («формулы») решения задач «на изменение» и лишь один класс – на «обнаружение (измерение)». В этом видна явная «переключка» с доминированием прямых задач в системе образования.

При анализе эволюции задач ученые выделяют их познавательную (информационную) и поведенческую (управленческую) компоненты. В познании поиск ведется от следствия (факта) к причине (содержанию), а при управлении – от содержания (цели) к способу её достижения. Это аналогия дедукции и индукции и подхода Д. Пойа, выделившего задачи на нахождение и доказательство [20]. Мы согласны с гипотезой Р.Л. Акоффа о существовании малого числа форм задач. В сфере исследования операций их восемь [21, с. 60], но они укладываются в обнаружительные и изменительные и их комбинации. Отсюда возникает мысль о редукции всех задач на верхнем уровне иерархии к задачам синтеза-анализа как эквивалентам главных процессов мироздания. В инженерном деле бывает трудно обнаружить брак или дефект. Тогда на помощь приходит метод «обращения задачи» [19, с. 125] – перевод задачи из измерительной в изменительную (как можно «сделать» такого рода брак или дефект в рамках имеющейся технологии?). Он получил в ТРИЗ имя «диверсионного анализа».

Необходимость работы будущих творцов техносферы с полным жизненным циклом любых систем требует наращивания их знаний о пространственно-временном континууме и активности человека в нём. С позиции представлений о хронотопе как единстве времени, пространства и действия (активности) [22] человек живет одновременно в трех «цветах» времени: прошедшем, настоящем и будущем. При этом задачу с двумя компонентами – условием («Дано») и требованием («Найти»), как отмечалось, рассматриваем как статическую форму её представления (как фото). В ходе решения задача «оживает» – динамизируется (как кино) при появлении компоненты –

«Процедуры» перехода от «Дано» к «Найти». Данная «Процедура» и есть проявление активности человека в хронотопе (здесь вполне уместно вспомнить выражение «мысль как поступок» у М.М. Бахтина).

Модель обобщенной типологии задачных систем

Для наглядного представления иерархии задачных систем воспользуемся схемой талантливое (или многоэкранное мышление) Г.С. Альтшуллера [23, с. 67–68] (рис. 1). Для объяснения феномена сильного мышления он использовал не только 9, но и 18 «экранов», переходя от систем к антисистемам [24, с. 6].

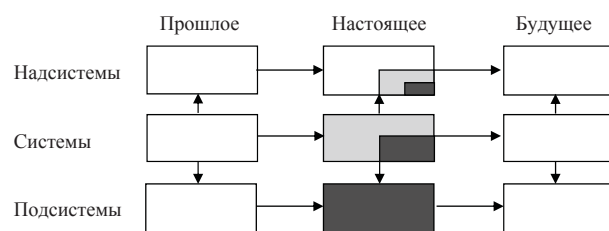


Рис. 1. Схема талантливое мышления по Г.С. Альтшуллеру

Fig. 1. The scheme of talented thinking according to G.S. Altshuller

Представим множество задачных систем в объемном варианте схемы «многоэкранное мышление» – в пространстве трех совмещенных осей-шкал: 1) «Размерность «пространства» – «Иерархия задач»; 2) «Стрела времени» – «Направленность мысли» (при решении задач); 3) «Энтропийность» – «Разнообразие задач по функции» (рис. 2).

В центре первого поля (на уровне системы по вертикальной оси) поместим исходную задачу. Тогда на уровне подсистемы разместятся её части – «Дано» и «Найти»), а на уровне надсистемы – проблема. Это отражение классификации задач в статике.

Динамизация задачных систем идет по оси времени в направлениях мышления: 1) «настоящее-будущее» (проспекция, перспектива, инновационность); 2) «настоящее-прошлое» (ретроспекция, генезис, история). Это отражение классификации задач синтеза и анализа.

Смещение на второе поле по оси «Энтропийность» – это переход к сходным задачам (с аналогичными функцией и принципом действия, но сдвинутыми характеристиками). На третьем поле «обитают» альтернативные задачи. У альтернативных систем, как извест-

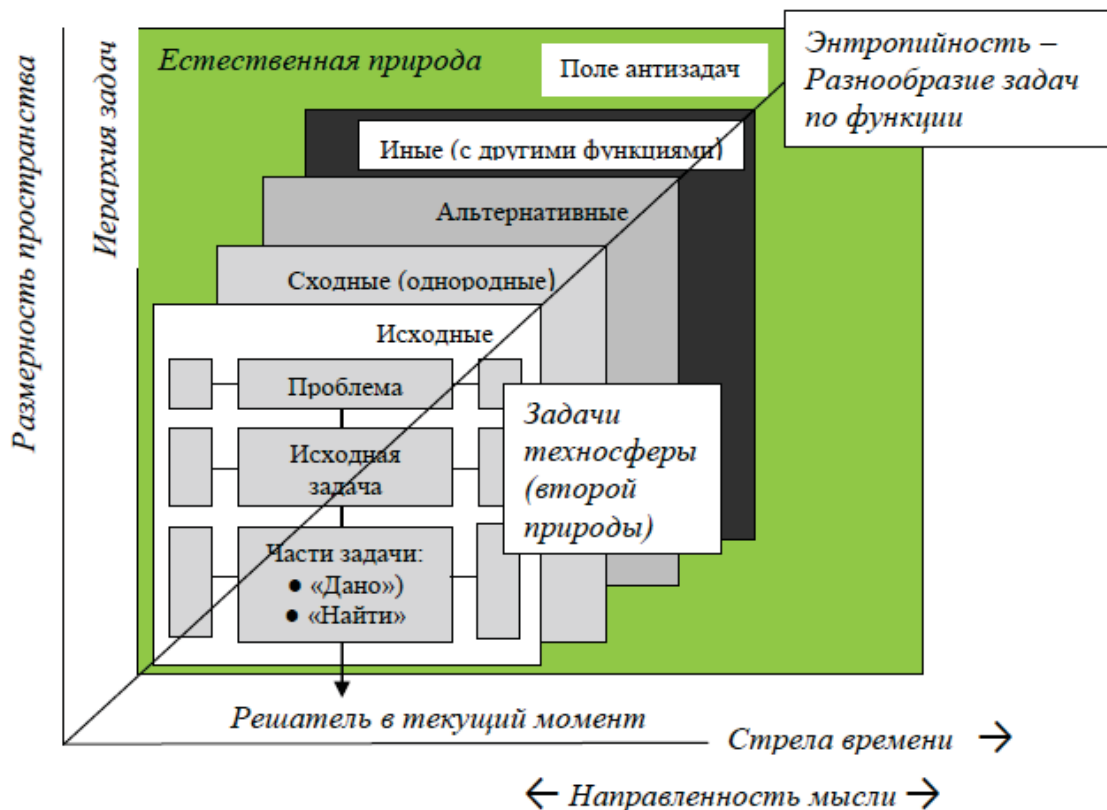


Рис. 2. Обобщенная модель типологии задачных систем
Fig. 2. A generalized typology model of task systems

но, одинаковые функции, но разные принципы действия. Они весьма полезны в конкурентном аспекте, не случайно в ТРИЗ в конце 1980-х гг. появилась методика объединения альтернативных систем [25].

При движении далее по оси разнообразия задач попадаем на четвертое поле – поле иных систем (с другими функциями). В этом случае мы уходим от исходной задачи и переходим к задачам, где функции иные (конкуренции совсем нет). При этом наблюдаем своеобразный «разрыв» задачности.

При дальнейшем движении по оси разнообразия задач доходим до противоположности исходной задачи, т. е. до антизадачи. Здесь функция является противоположной (противоположно направленной). Однако многовековой жизнью общества убедительно доказано, что переход к антисистеме (инверсной системе) являет собой парадоксальное, но весьма эффективное решение. Для подтверждения нашей мысли приведем знаменитую фразу «Лучшая защита – нападение», истоки которой прячутся в веках, но обычно приписываются Александру Македонскому. Здесь важно пояснить, что мы ведем рефлексивные рассуждения, находясь со своими

мыслями (как решатели) во «второй» – техногенной природе. Антисистема для неё – «первая» – естественная природа. Современный человек уже настолько окружен объектами «второй» природы, что зачастую уже почти не видит «первой» природы. Однако именно она – естественная природа и её развитие (энтропийная эволюция) – продолжает «удивлять» людей наводнениями, извержением вулканов и другими стихийными бедствиями.

Уточнение понятия задачи

Задача определяется нами как информационная копия (модель) функционирования реальной (или идеальной) системы, не соответствующего представлениям конкретного решателя о её надлежащем функционировании (нормативным моделям) в текущем времени-пространстве (хронотопе по А.А. Ухтомскому–М.М. Бахтину). Определение учитывает: 1) единство эпистемологической пары «субъект (решатель) – познаваемый объект»; 2) отражает ненадлежащее функционирование – акт движения процессных систем; 3) разделяет оригинал (отражаемую процессную систему) и её интериоризованную копию

(модель); 4) учитывает (через решателя) нормативно-аксиологический блок. Последний содержит совокупность моделей общечеловеческих ценностей, закрепленных законами норм взаимодействия элементов социально-экономических систем. Собственно, несоответствие некоего события вне решателя (с его системой ценностей) и вызывает избирательность отражения. Отсюда следует вывод, что задачи вне человека в полном смысле слова нет, также как в природе нет законов (есть лишь отношения (связи), а лишь познанная людьми связь есть закон). Система ценностей, включающая надлежащие модели функционирования, именуется нами (в духе известных подходов к задачам) компонентом «Требуется». Тогда ненадлежащее функционирование отражаемой конкретной системы решателем в текущем хронотопе отображается компонентом «Дано» [14, с. 22–23]. Здесь также вполне уместно заметить, что в пользу функциональной природы задач (кроме явно функционального аспекта связи «цель – направление мысли») свидетельствует требование функционального описания свойств материала деталей (например, «скользящий» или «упругий», но не «металлический» или «резиновый») при составлении патентных формул изобретений в заявочных документах на «устройства» – как на один из самых распространенных в мире видов объектов интеллектуальной собственности.

Рефлексия человеком окружающего мира всегда первична по отношению к деятельности (человек сначала решает задачу обнаружения). Лишь осознав потребности, он идет к целеполаганию и решению задач изменения. Однако в жизни люди решают задачи не полностью. Часто, например, при ограничении временем, даже не поняв условия задачи, человек уже пробует её решать. Бывает, что человек, не решив задачу до конца, переходит к другой. Поэтому в каждом из нас в текущем времени «живет» некий ансамбль задач (решенных, не полностью решенных, отложенных, замененных на другие). Уровень удовлетворенности, обусловленный эффективностью их решения напрямую отражается на психо-соматическом состоянии человека, вызывая вдохновение, равнодушие, подавленность или даже стресс.

В свете приведенных ранее рассуждений подчеркнем, что в основе всех инженерных проблем лежат непонятые (или плохо поня-

тые) решателями функции технологий и конструкций. Это итог не только несовершенства наших текущих знаний о мире, но также результат несовершенства процессов их передачи в сфере образования (вплоть до полного искажения).

В ТРИЗ одним из центральных понятий является нежелательный эффект как отношения между так называемой конфликтующей парой (КП) элементов. Именно он отражает в условии задачи (её компоненте «Дано») недопустимое отклонение от норм с точки зрения субъекта-решателя. Все нормы и стандарты, с позиции задачных систем, есть ни что иное, как их требование – «Требуется». Человечество всегда жило и поныне живет в мире норм, законов (писанных и неписанных) – от самой Библии, конституций стран и сводов юридических кодексов через стандарты ISO и технические регламенты до моральных норм и правил этикета. По нашему определению «нежелательный эффект (НЭ) – это отношение двух (или более) систем, не соответствующее представлениям решателя задачи о надлежащем (в соответствии с господствующим в обществе, в т. ч. законодательно закрепленном, нормативном) отношении этих систем» [26, с. 22]. При интериоризации НЭ субъектом-решателем во внутренний план (мозг человека) и сопоставление там его модели с моделями норм собственно и возникает задача. Отражая деятельность людей, все НЭ имеют функциональную природу. Отсюда становится ясно, что задача – это естественная «связка» функционально-стоимостного анализа (ФСА) систем и ТРИЗ. Поэтому если процесс ФСА служит «поставщиком» разнообразных задач, то ТРИЗ предоставляет творческий инструментарий для их решения.


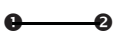


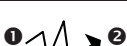

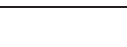
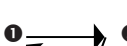
Типология множества НЭ (как адекватных моделей отклоняющихся от норм реальных отношений систем) можно интерпретировать неким конструктором или генератором моделей неприятностей (табл. 4).

Он может быть полезен при обучении для развертывания перед обучающимися сценариев мышления и преобразующей деятельности человека. По нему субъект-решатель на первом этапе соотносит наблюдаемое «конфликтное» отношение элементов КП со шкалой «типовых» НЭ, распознавая тип неприятности. После этого выявляется причина неприятности, которую называют загадочным словом «противоречие».

Заметим, что дефиниция «противоречие» – «камень преткновения» (на лат. «petra scandali») в понимании определенного уровня неприятностей, который относится к сущности мышления, но не речи. Ведь противоречие – это формулирование в знании антиномии типа «А и не-А» по отношению к диалектической структуре реального объекта. Хорошо выразился Л. Фейербах, заметив, что «...речь – это не мышление, иначе величайшие болтуны должны были быть величайшими мыслителями» [27, с. 13]. Отсюда

следует логичный вывод, что противоречия существуют лишь в мышлении и оречевленном мышлении. В природе противоречий нет (ведь речь принадлежит людям), однако есть смешенность свойств систем (вплоть до противоположности, которые «сходятся», образуя целостность). Вся Вселенная «прошита» смешенностями и асимметриями – от барионной асимметрии (А.Д. Сахаров) и функциональной асимметрии мозга (Е. Мониц, Р. Сперри, А.Р. Лурия, В.А. Геодакян и др.) – до асимметрии дуализма языкового знака

Таблица 4. Типология неприятностей (генератор моделей НЭ)
Table 4. Typology of troubles as a generator of unwanted effects models

№	Модель НЭ («Дано») Model NE ("Given")	Название и сущность Name and Entity	Пример Example
1		Отсутствие связи систем* / Lack of communication systems *	Обрыв телефонной связи / Telephone interruption
2		Бездействие («вырождение» функции, т. е. $\Phi = 0$)* / Inaction ("degeneration" of the function, i.e. $F = 0$) *	Отсутствие подачи газа в трубопроводе (труба пуста) / No gas supply in the pipeline (the pipe is empty)
3		Недостаточный уровень выполнения полезной функции* / Insufficient level of useful function *	Незавершенное строительство дома, любые недоделки / Unfinished construction of the house, any deficiencies
4		Избыточный уровень выполнения полезной функции* / Excess level performing a useful function *	Превышение допустимой скорости езды на автомобиле / Exceeding permissible driving speed
5		Вредное действие (функция)* / Harmful action (function) *	Выхлопные газы автомобиля загрязняют воздушную среду / Car exhaust pollutes the air
6		Сопряженное с полезным вредное действие* / Harmful action associated with beneficial effects *	Лекарство оказывает позитивное и вредное (побочное) действие на организм человека / The drug has a positive and harmful (side) effect on the human body
6.1		Сопряженное с недостаточным полезным вредное действие* / Coupled with insufficient beneficial harmful effect *	Слабое позитивное воздействие «старого» лекарства сопряженное с его вредным воздействием / Weak positive effects of the "old" medicine associated with its harmful effects
7		Вредное противодействие полезному действию* / Harmful resistance to beneficial action *	Полицейский пресекает действия хулигана, а тот оказывает вооруженное сопротивление / The policeman stops the actions of the hooligan, and he puts up armed resistance
7.1	...	Генерация новых моделей** / Generation of new models **	
7.2	...		

* Этот визуальный образ отражает требование задачи («Требуется»), т. е. характеризует нормативно-аксиологический блок решателя («Как должно быть») / * This visual image reflects the requirement of the task ("Required"), i. e. characterizes the normative-axiological block of the solver ("How it should be")

** В процессе генерации из простых моделей решателем составляются более сложные модели НЭ, наиболее адекватно описывающие характер отношений систем в решаемых задачах. При этом важно помнить о сущности принципа «бритва Оккама» / ** In the process of generating, from a simple model by a solver, more complex NE models are compiled, most adequately describing the nature of the system relationships in the tasks being solved. It is important to keep in mind the essence of the principle of "Occam's razor"

(С.И. Карцевский). Гаммы этих смещенностей и асимметрий на разных уровнях мироздания, очевидно, и обуславливают непрерывное движение систем в мироздании.

Построение модели взаимосвязи учебных, инженерных и изобретательских задач

Ввиду возможности «обращения задачи» выберем доминирующий тип задач в инженерии и изобретательстве, а именно – «на изменение». В ходе подготовки инженеров решаются рутинные и нерутинные задачи, где известны цели преобразования (КС) и принципы действия систем (ПД). Вторые задачи отличаются от первых уровнем сокрытия средств преобразования. Неприятности в этих типах обычно не выражены. Студенты лишь осваи-

вают правила процедуры (Пр) перехода от НС к КС (табл. 5).

В реальных проблемных ситуациях – «путанках» есть множество НЭ самой разной природы. Отразим это знаком «+» внизу табл. 5. Кроме этого, в ПС у субъекта-решателя обычно имеется частичное понимание того, как работает система, т. е. её принцип действия. Это также отмечено знаком «+» в нижней строке табл. 5. В противном случае решатель вообще ничего не понимает в ситуации. Следуя смыслу пословицы: «За двумя зайцами погонишься – ни одного не поймаешь», при встрече с такими ПС клубки задач их сначала «расплетают» (см. толстые синие стрелки в табл. 5).

Движение к ИС идет путем целеполагания на основе «идеального конечного результата»

Таблица 5. Модель взаимосвязи учебных и реальных задачных систем (на примере задач «на изменение») **Table 5.** A model of the relationship between training and real task systems (on the example of «change» tasks)

Типы и характер задач		Информация о компонентах задачи						Содержание работ в типах задач на переходах от одного типа к другому		
		НС Дано			КС Требуется	Пр Процедура				
		Вид неприятностей			Средства преобразования, ресурсы (ВПР)	Принцип действия системы (ПД)	Цель преобразования – направление мысли решателя. В ТРИЗ – $I=\Phi/3 \rightarrow \infty$		Методы задействования ресурсов – в ТРИЗ – законы развития систем (ЗРС)	
П	Ключевой НЭ	Ансамбль НЭ								
Рутинные	Инженерные (неизобретательские)	Не выражены			+	+	+	–	Освоение Пр	
Нерутинные (с затруднениями)		Не выражены			–	+	+	–	Перевод в рутинные отсечением избытка и достройкой необходимой информации	
«Учебные»	Изобретательские (нестандартные)	ИЗ	+		+	+	+	–	Формулировка П, выбор ресурсов для разрешения П	
Переходные (квазипрофессиональные)			ИС		+	+	+	+	–	Выбор ключевого НЭ, цели, отсечение избытка, достройка и поиск необходимой информации
Производственные «путанки»				ПС			+	–	–	–

Примечание: прямые полые стрелки отражают процессы уточнения, а полые стрелки-дуги – процессы порождения информации (по типу – «цель оправдывает средства»)

(«идеализации»). В ТРИЗ показатель идеальности (И) представляет собой отношение совокупности полезных функций (Ф) – в числителе дроби к затратам (З) на реализацию этих функций – в знаменателе дроби. Данная дробь устремлена в бесконечность и отражает закон повышения идеальности любых систем в ходе их эволюции [19, 23].

Доказано, что развитие технических систем есть процесс повышения их степени идеальности [19, с. 41]. Сильные решения предполагают снижение значения знаменателя дроби, т. е. малые затраты. Идеальное решение предполагает вообще «нуль» затрат. Вполне очевидно, что затраты – это отражение в решаемых задачах имеющихся ресурсов реальных систем, которые рассматриваются как средства преобразования.

В ТРИЗ ресурсы обычно именуется аббревиатурой «вещественно-полевые ресурсы» – ВПР (табл. 5).

Распознавание проблем в ТРИЗ обычно ведется путем циклов первичного построения, анализа и достройки когнитивных моделей в виде ориентированных графов – причинно-следственных сетей из НЭ [26, с. 18–20]. В ходе анализа после окончательной достройки орграфов происходит ранжирование всех НЭ (по старшинству причинности). Определяются либо ключевые (только причинные эффекты), либо те из них, которые могут быть разрешены доступными решателю средствами. По традиции такие задачи называют разрешимыми. Эти шаги обеспечивают перевод ПС (или «путанки») сначала к «изобретательской ситуации» (ИС), а затем – к «изобретательской задаче» (ИЗ). Они отражают три этапа уровней понимания и редукции задачных систем – от сложных к простым (см. толстые синие стрелки в табл. 5).

Корректно описанная ИС в ТРИЗ характеризуется признаками: 1) указанием выделенного решателем НЭ; 2) указанием изобретательской цели; 3) описанием состава системы вблизи конфликтующей пары (КП) элементов; 4) принципа действия, т.е. закона «работы» системы в месте локализации конфликта (или «оперативной зоне») [28].

Здесь вполне уместна медицинская аналогия: «плохое самочувствие» (недомогание) человека (ПС) – выявление локальной «больной зоны» (ИС) при диагностике во время врачебного обследования – далее выход на «больной орган» (ИЗ) при более глубоком исследовании.

В реальности проблемы – объект внимания целых коллективов, но важность «решательной мощности» индивида первична. В коллективе появляются дополнительно задачи иного порядка: а) психологического (создания работоспособной группы, выбора лидера); б) коммуникативного (преодоления неоднозначности терминологии); в) организационно-методического (установления регламента, порядка, сроков решения задач).

В итоге движения по линии «ПС → ИС → ИЗ» решатель формулирует корректно описанные ИЗ. В табл. 5 они названы нами «учебными». Они являются финишными моделями представления задачной информации при обработке проблемной ситуации. Их признаки: 1) сформулированное противоречие (П); 2) уточненный принцип действия той части системы, где имеет место ключевой НЭ; 3) сформулированная в соответствии с показателем идеальности цель преобразования («портрет решения»); 4) уточненные решателем средства преобразования – ресурсы, в первую очередь, «дешевые» внутрисистемные ВПР.

После корректного описания ИЗ (по аналогии с решением стандартных изобретательских задач «на изменение») за решателем остается лишь выбор процедуры перехода от НС к КС, т. е. выбор способа задействования ресурсов в зависимости от их доступности и вида противоречия. Однако здесь, по сравнению с технологиями решения стандартных инженерных задач, используется иной инструментарий. Это способы разрешения противоречий: в пространстве (1), во времени (2) и в структуре систем (3).

Поясним, что траектории разрешения противоречий в структуре систем (3) предусматривают возможности: 3.1) удовлетворения системы противоречивым требованиям («+» и «-») за счет изменения свойств самой рассматриваемой системы (одновременно и одновременно); 3.2–3.3) разнесения противоречивых свойств-требований («+», «-») по уровням иерархии систем: «+» → в надсистему, «-» → в систему; или «+» → в подсистему, «-» → в систему; 3.4–3.5 переходами к альтернативной системе и к антисистеме («+» → в альтернативную систему или антисистему, а «-» остаются в системе).

Из этих рассуждений видно, что способы разрешения противоречий соответствуют обобщенной модели задач, данной на рис. 2.

Более глубокое осмысление способов решения задач позволяет сделать вывод об отражении процедурами, переводящими задачи в динамический вид, методов задействования ресурсов, иначе – объективных законов развития систем (в лоне техники – законов развития технических систем).

Красными стрелками в табл. 5 нами показано направление грамотного конструирования с позиций дидактики системы учебных задач в подготовке инженеров. Оно является встречным к направлению распознавания и решения инженерных и изобретательских задач. Здесь видна тождественность содержанию способов умственных действий подструктуры личности, определяющей, согласно исследованиям К.К. Платонова, уровень особенностей психических процессов [29, с. 6–9]. Большую роль в освоении технологии постановки и решения задач способны сыграть имитационные малые учебные задачи типа «да-нет». Подробно опыт их применения для целей индивидуального и коллективного обучения изложен в работе [30].

Описанная модель взаимосвязи учебных и реальных задач подводит к мысли о них как свернутых моделях когнитивных действий («было-стало»), адекватных представлениям о типах процессов, контролируемых, по Й. Расмуссену, посредством целей через автоматизмы, через правила и через знания [31].

Заключение

1. Задачные системы – связующие звенья эволюционирующей системы инженерного образования, инженерного дела и изобре-

тательства. Они отражают ход количественно-качественных изменений в мышлении при переходе от учебных задач к профессиональным и далее – к творчеству. Качественный скачок соответствует осознанию и формализации уровней функционирования инженерных систем, порождающих неприятности (от нежелательных эффектов – до противоречий). Поток реальных задач возникает на практике в ходе функционально-стоимостного анализа систем, при этом ТРИЗ предоставляет эффективный технологический инструментарий для решения нестандартных задач с противоречиями.

2. В авторской дефиниции задачи нами сделан акцент на её функциональной природе, а обобщенная типология задачных систем редуцирует множество классификационных признаков существующих таксономий до малого их числа. При этом она отражает главные процессы движущегося мира (соединения-разделения, энтропии-негэнтропии) и связывает иерархию задач через конкретного решателя в текущем времени-пространстве.

3. Модель взаимосвязи учебных задач и реальных проблем, отражая алгоритм ступенчатой обработки последних, может рассматриваться как своеобразный генератор задач разной степени сложности. Развертывание каскада этих задач при обучении – от простого и абстрактного вида (соответствующего «учебному» типу) до конкретных производственных проблем задает систему развития навыков у решателей. Модель применима в дидактических целях на любых уровнях профессионального образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дункер К. Психология продуктивного (творческого) мышления / Психология мышления – М.: Прогресс, 1965. – С. 86–234. URL: http://practicalthinking.narod.ru/psy_of_thinking_matushkin.pdf (дата обращения 15.03.2019).
2. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. URL: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Bloom%20et%20al%20-Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives.pdf> (дата обращения 15.03.2019).
3. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing – New York: Longman, 2001. URL: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl%20-%20A%20taxonomy%20for%20learning%20teaching%20and%20assessing.pdf> (дата обращения 15.03.2019).
4. Marzano R.J. Designing a new taxonomy of educational objectives. Thousand Oaks, CA: Corwin Press. – 163 p.
5. Loveless A.L. Literature review in creativity, new technologies, and learning. – Brighton: NESTA Futurelab, 2002. – 36 p.
6. Duncker K. A qualitative (experimental and theoretical) study of productive thinking (solving of comprehensible problems) // Journal genetic psychology – 1926. – № 33. – p. 642–708.
7. Рубинштейн С.А. Проблемы общей психологии. – М.: Педагогика, 1973. – 424 с.

8. Психолопя / Под ред. Г. С. Костюка.– Киев: Радянська школа, 1968. – 571 с.
9. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. – М.: Высшая школа, 1972. – 217 с.
10. Балл Г.А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект. – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
11. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. – М.: Педагогика, 1977. – 208 с.
12. Человек и вычислительная техника. – К.: Наукова думка, 1971. – 294 с.
13. An Introduction To Engineering And Engineering Design / By ed. Edward V. Krick. – New York: John Wiley & Sons, 1969. – 220 p.
14. Лихолетов В.В. Теория и технологии интенсификации творчества в профессиональном образовании: автореф. дис....д-ра пед. наук. – Екатеринбург: РГППУ, 2002. – 45 с.
15. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. – 145 с.
16. Кедров Б.М. Противоречивость познания и познание противоречия // Диалектическое противоречие. – М.: Политиздат, 1979. – С.9–38.
17. лаперед Э. Психология ребенка и экспериментальная педагогика: Проблемы и методы. Душевное развитие. Умственное утомление. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 168 с.
18. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1966. – 156 с.
19. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.А., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 391 с.
20. Пойа Д. Как решать задачу – М.: Учпедгиз, 1961. – 207 с.
21. Райветт П., Акофф Р.А. Исследование операций – М.: Мир, 1966. – 143 с.
22. ахтин М.М. Формы времени и хронотопа в романе / Бахтин М.М. Вопросы литературы и эстетики – М.: Худ. лит., 1975. – С.234–407.
23. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979. – 175 с.
24. Хоменко Н., Аштиани М. Классическая ТРИЗ и ОТСМ как теоретическая основа инструментов для решения нестандартных проблем. URL: https://www.jlproj.org/this_bibl/KNN_ETRIA.RUS11.pdf (дата обращения 15.03.2019).
25. Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм (развитие альтернативных технических систем путем их объединения в надсистему) // Журнал ТРИЗ. – 1990. – №1. – С.11–31.
26. Лихолетов В.В., Шмаков Б.В. Теория решения изобретательских задач. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. – 175 с.
27. Фейербах Л. Сочинения. Том 1. – Москва-Петроград: Госиздат, 1923. – 338 с.
28. Пиняев А.М. Функциональный анализ изобретательских ситуаций // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 1. – С. 30–36.
29. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.
30. Лихолетов В.В. Технологии творчества: теоретические основы, моделирование, практика реализации в профессиональном образовании. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001. – 288 с.
31. Rasmussen J. Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering. – Amsterdam: North Holland, 1986. – 215 p.

Дата поступления: 20.04.2019

UDC: 001.5:[37+62]

TYPOLOGY OF PROBLEM SYSTEMS AND THEIR INTERACTION IN ENGINEERING EDUCATION, ENGINEERING AND INVENTION

Valriy V. Liholetov, Dr. Sc., Cand. Sc., Associate Professor,
Department of Economic Security, Higher School of Economics and Management,
likholetov@yandex.ru

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

The phenomenon of problem systems in the system of engineering education, engineering and invention is discussed. On the basis of the existing classifications, a generalized model of the typology of tasks has been formed. The author's interpretation of the problem concept is given, taking into account its functional nature. A model of the relationship between educational and production tasks (problem situations) is proposed, which can be used for didactic purposes as a kind of generator-designer of tasks of various degrees of complexity.

Key words: task systems, classification, engineering education, engineering, invention, solver, chronotop, theory of solving inventive problems, functional cost analysis, modeling, types of trouble: undesirable effects, contradictions.

REFERENCES

1. Dunker K. *Psikhologiya produktivnogo (tvorcheskogo) myshleniya* [Psychology of Productive (Creative) Thinking]. *Psikhologiya myshleniya* [Psychology of Thinking]. Moscow, Progress Publ., 1965, pp. 86–234. Available at: http://practicalthinking.narod.ru/psy_of_thinking_matushkin.pdf (accessed 15.03.2019).
2. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Available at: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Bloom%20et%20al%20-Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives.pdf> (accessed 15.03.2019).
3. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York: Longman, 2001. Available at: <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl%20-%20A%20taxonomy%20for%20learning%20teaching%20and%20assessing.pdf> (accessed 15.03.2019).
4. Marzano R.J. Designing a new taxonomy of educational objectives. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 163 p.
5. Loveless A.L. Literature review in creativity, new technologies, and learning. Brighton: NESTA Futurelab, 2002, 36 p.
6. Duncker K. A qualitative (experimental and theoretical) study of productive thinking (solving of comprehensible problems). *Journal genetic psychology*, 1926, no. 33, pp. 642–708.
7. Rubinshteyn S.L. *Problemy obshchey psikhologii* [Problems of general psychology]. Moscow, Pedagogika Publ., 1973, 424 p.
8. *Psikhologiya* [Psychology]. By ed. G.S. Kostyuk. Kiev, Radyanska shkola Publ., 1968, 571 p.
9. Esaulov A.F. *Psikhologiya resheniya zadach* [Psychology of problem solving]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1972, 217 p.
10. Ball G.A. *Teoriya uchebnykh zadach: psikhologo-pedagogicheskiy aspekt* [Theory of educational tasks: psychological and pedagogical aspect]. Moscow, Pedagogika Publ., 1990, 184 p.
11. Fridman L.M. *Logiko-psikhologicheskiy analiz shkolnykh uchebnykh zadach* [Logical and psychological analysis of school learning tasks]. Moscow, Pedagogika Publ., 1977, 208 p.
12. *Chelovek i vychislitel'naya tekhnika* [Man and computing]. Kiev, Naykova dymka Publ., 1971, 294 p.
13. An Introduction To Engineering And Engineering Design. By ed. Edward V. Krick, New York: John Wiley & Sons, 1969, 220 p.
14. Likholetov V.V. *Teoriya i tekhnologii intensifikatsii tvorchestva v professionalnom obrazovanii*. Avtoref. Diss. Dr. Sc. [Theory and technology of the intensification of creativity in vocational education]. Yekaterinburg, RGPU, 2002, 45 p.
15. Rubinshteyn S.L. *O myshlenii i putyakh yego issledovaniya* [About thinking and ways of research]. Moscow, Publ. Akademii nauk SSSR, 1958, 145 p.
16. Kedrov B.M. *Protivorechivost poznaniya i protivorechiya* [Inconsistency of knowledge and knowledge of contradiction]. *Dialekticheskoye protivorechiye* [Dialectical contradiction]. Moscow, Politizdat Publ., 1979, pp. 9–38.
17. Klapared E. *Psikhologiya rebenka i eksperimental'naya pedagogika: Problemy i metody. Dushevnoye razvitiye. Umstvennoye utomleniye* [Child psychology and experimental pedagogy: Problems and methods. Mental development. Mental fatigue]. Moscow, LKI Publ., 2007, 168 p.

18. Razumovskiy V.G. *Tvorcheskiye zadachi po fizike v sredney shkole* [Creative tasks in high school physics]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 1966, 156 p.
19. Altshuller G.S., Zlotin B.L., Zusman A.V., Filatov V.I. *Poisk novykh idey: ot ozareniya k tekhnologii* [Search for new ideas: from insight to technology]. Kishinev, Kartya Moldovenyaske Publ., 1989, 391 p.
20. Poya D. *Kak reshat zadachu* [How to solve a problem]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 1961, 207 p.
21. Rayvett P., Akoff R.L. *Issledovaniye operatsiy* [Operations research]. Moscow, Mir Publ., 1966, 143 p.
22. Bakhtin M.M. *Formy vremeni i khronotopa v romane* [Forms of time and chronotope in a novel]. In Bakhtin M.M. *Voprosy literatury i estetiki* [Questions of literature and aesthetics]. Moscow, Khudozhestvennaya literatura Publ., 1975, pp. 234–407.
23. Altshuller G.S. *Tvorchestvo kak tochnaya nauka* [Creativity as an exact science]. Moscow, Sovetskoye radio Publ., 1979, 175 p.
24. Homenko N., Ashtiani M. *Klassicheskaya TRIZ i OTSM kak teoreticheskaya osnova instrumentov dlya resheniya nestandartnykh problem* [Classical TRIZ and OTSM as the theoretical basis of tools for solving non-standard problems]. Available at: https://www.jlproj.org/this_bibl/KNN_ETRIA.RUS11.pdf (accessed 15.03.2019).
25. Gerasimov V.M., Litvin S.S. *Zachem tekhnike plyuralizm (razvitiye alternativnykh tekhnicheskikh sistem putem ih obyedineniya v nadsistemu)* [Why does the pluralism technique (development of alternative technical systems by combining them into a supersystem)]. *Zhurnal TRIZ* [Journal TRIZ], 1990, no. 1, pp. 11–31.
26. Likholetov V.V., Shmakov B.V. *Teoriya resheniya izobretatelskikh zadach* [Theory of solving inventive problems]. Chelyabinsk, Izdatelstvo YuURGU, 2008, 175 p.
27. Feyyerbakh L. *Sochineniya*. Tom 1 [Works. Volume 1]. Moscow-Petrograd, Gosizdat Publ., 1923, 338 p.
28. Pinyayev A.M. *Funktionalnyy analiz izobretatelskikh situatsiy* [Functional analysis of inventive situations]. *Zhurnal TRIZ* [Journal TRIZ], 1990, no. 1, pp. 30–36.
29. Selevko G.K. *Sovremennyye obrazovatelnyye tekhnologii* [Modern educational technology]. Moscow, Narodnoye obrazovaniye Publ., 1998, 256 p.
30. Likholetov V.V. *Tekhnologii tvorchestva: teoreticheskiye osnovy, modelirovaniye, praktika realizatsii v professionalnom obrazovanii* [Creative technologies: theoretical foundations, modeling, implementation practice in vocational education]. Chelyabinsk, YuURGU Publ., 2001, 288 p.
31. Rasmussen J. *Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering*. Amsterdam, North Holland, 1986, 215 p.

Received: 20.04.2019