

Михалёв А.С., доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных информационных систем Минского института управления
Команденко В.В., студентка Минского института управления

ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНЫЙ АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ТЕРМИНОВ

Введение в проблему

Как известно, термин «творчество» представляет собой деятельность, порождающую нечто качественно новое, никогда ранее не существовавшее, т.е. новшество. В результате комплексного целенаправленного инновационного процесса, включающего научное осмысление и апробацию, научно-исследовательские, опытно-конструкторские работы, промышленное освоение, выпуск и распространение на рынке или в научном обращении оно превращается в инновацию, т.е. в новый товар, продукцию, технологию, метод, теорию, программу, услугу, произведение искусства и т.д. Таким образом, творчество является специфической, присущей только человеку деятельностью, преобразующей природный и социальный мир в соответствии с потребностями человеческого общества и можно утверждать, что оно является краеугольным камнем в фундаменте всей человеческой цивилизации.

Для обозначения тех или иных новшеств в науке, технике и искусстве, естественно, требуются новые термины. В древнеримской мифологии Термин – бог – охранитель межей и пограничных межевых знаков, столбов, камней, которые считались священными. В современном понимании «термин» (от лат. *Terminus* – граница, предел, конец) – слово (или сочетание слов), точно обозначающее границы определенного понятия, применяемого в науке, технике, искусстве и уточняемого в контексте какой-либо теории или отрасли знания. В свою очередь, накапливаясь мало-помалу, термины составляют основу т.н. искусственных языков, специально создаваемых в различных областях науки, техники, искусства как средства профессионального мышления и общения между специалистами. Излишне, видимо, говорить о том, что качество терминов определяет и качество искусственных языков, а следовательно, качество и трудоемкость профессионального обучения каждой новой генерации людей, обеспечиваемого мировой образовательной системой.

Примечательно, что эта проблема сформулирована еще в XIV веке философами У. Шервудом, П. Испанским и У. Оккамом, создавшим функциональную теорию терминов, «терминизм» [1, с. 456]. Не менее примечательно и то, что данная теория получила значительное распространение в университетах Англии (Кембридж), Франции (Париж), Германии (Гейдельберг, Лейпциг, Эрфурт), Чехии (Прага), Польши (Краков) и Италии (Падуя), т.е. в ведущих в то время, а ныне уже прославленных образовательных учреждениях, профессионально заинтересованных в том, чтобы необходимость каждого вводимого термина была тщательно обоснована, их количество – минимально достаточным, а качество – максимально возможным.

С началом в середине прошлого века современной научно-технической революции наука становится непосредственной и даже доминирующей производительной силой, и потому особенно обострился интерес к теориям и методам интенсификации научного и научно-технического творчества. Именно в это время зарождаются «брейн-шторминг» (мозговой штурм), синектика, морфологический метод, функционально-стоимостный анализ, теория решения изобретательских задач...

С одной стороны, это порождает огромное множество новых терминов и понятий, однако, с другой стороны, новшества в науке о творчестве предложили и некоторые способы количественной оценки самих новшеств и терминов для их обозначения. Ниже авторами предпринята, по-видимому, первая попытка количественной оценки качества основных терминов в науке о творчестве на основе функционально-стоимостного анализа и идей теории решения изобретательских задач.

Однако прежде всего целесообразно было бы на конкретных примерах рассмотреть эволюцию и совершенствование орфографии русского языка и научных терминов.

Примеры инновационного совершенствования русского языка и научных терминов

Пример 1. Реформа русской орфографии 1917–1918 гг.

Орфографическая реформа 1917–1918 гг. состояла в изменении ряда правил русского

правописания, что наиболее заметным образом проявилось в виде исключения нескольких букв из состава русского алфавита [2].

В соответствии с реформой:

- из алфавита исключались буквы «ять», «фита», «Ѡ» («и десятиричное»); вместо них должны употребляться соответственно Е, Ф, И;
- исключался твердый знак (Ъ) на конце слов и частей сложных слов, но сохранялся в качестве разделительного знака (*подъем, адъютант*);
- изменялось правило написания приставок, оканчивающихся на З/С: теперь все они (кроме собственно «С») кончались на «С» перед любой глухой согласной и на «З» перед звонкими согласными и перед гласными (*разбить, разораться, разступиться* '! *разбить, разораться, но расступиться*);
- в родительном и винительном падежах прилагательных и причастий окончания *-аго, -яго* заменялись на *-ого, -его* (например, *новаго* → *нового, лучшаго* → *лучшего, ранняго* → *раннего*), в именительном и винительном падежах множественного числа женского и среднего родов *-ья, -ія* – на *-ые, -ие* (*новья* (книги, издания) → *новые*) [2].

В этой реформе особенно эффективными явились инновации, касающиеся применения «Ъ». Избыточность окончного «Ъ» была замечена давно; его могли не использовать при передаче телеграфных сообщений, в скорописи и даже в некоторых книгах (практика печати без «Ъ» начала было самостоятельно распространяться в 1870-е годы, но вскоре была запрещена).

В современной русской орфографии «Ъ» употребляется только как разделительный знак между согласной и гласной. Чаще всего он используется на стыке приставки и корня («*объявление*», «*подъезд*»), включая некоторые заимствованные слова («*адъютант*», «*инъекция*», «*фельдгегерь*») перед буквами *е, е, ю, я* и означает йотированное их произношение без смягчения предшествующего согласного приставки.

По подсчетам Л.В. Успенского только указанные инновации в применении «Ъ» позволяли экономить около 4% объема печатного текста, что уже тогда составляло 8,5 млн. страниц ежегодно.

Пример 2. Термин «кибернетика».

История возникновения и расширения понятийных границ термина «кибернетика» в высшей степени поучительна. Он происходит от комбинации двух греческих слов: «кибер» (в переводе «над») и «наутис» (моряк), которая изначально звучала как «кибернаутис», – старший над моряками, главный моряк, кормчий. Таким образом, в Древней Греции в течение многих веков термин «кибернетика» обозначал науку об управлении кораблем. Однако в этом значении более перспективным оказался другой термин латинского происхождения: «навигация» – мореплавание, судоходство, наука кораблевождения, который успешно развивался, включая в себя морскую, затем речную навигацию, а потом и воздушную (аэронавигацию), и космическую (астронавигацию), осуществляемую с помощью специальных автоматических систем в межпланетном пространстве.

Второе рождение термина «кибернетика» произошло в трудах древнегреческого философа Платона Афинского (427–347 гг. до н.э.) «Государство», написанных в 10 книгах в форме диалогов, в которых кибернетикой названа уже наука об управлении обществом. Спустя более двух тысячелетий в том же смысле термин «кибернетика» использовался французским ученым Анри Ампером, который в составе коллектива французских авторов-энциклопедистов участвовал в написании «Энциклопедии, или Толкового словаря наук, искусств и ремесел», изданной в 1751–1780 гг. в 17 томах текста и 11 томах иллюстраций. Однако и к этому времени данная наука еще не имела под собой серьезной математической и технической основы и вновь термин «кибернетика» остался без сколько-нибудь широкого использования еще в течение двух веков.

И, наконец, последнее рождение термина «кибернетика» произошло в 1948 году в книге американского ученого Норберта Винера (1894–1964 гг.) «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине». Однако в своей следующей книге «Кибернетика и общество» (1959 г.) Н. Винер существенно и вполне обоснованно расширяет границы термина «кибернетика», включая в них также и проблемы управления обществом.

В своем современном состоянии кибернетика представляет собой мощную фундаментальную науку об управлении системами любой физической природы, что можно проиллюстрировать рис. 1.

К сожалению, несмотря на блестящие, по признанию самого Н. Винера, работы советских ученых в области управления наши чиновники от науки долгое время упорно не признавали «кибернетику». Потребовалось немалое научное и гражданское мужество академика, адмирала Акселя Ивановича Берга для того, чтобы, наконец, поменялось отношение к кибернетике, но русский перевод основополагающей книги Н. Винера появился лишь в 1968 г., т.е. спустя 20 лет после опубликования оригинала.

Итак, мы рассмотрели эволюцию научного термина «кибернетика», который на протяжении тысячелетий усилиями многих людей то «возрождался», то «умирал», вытесняемый другими терминами или политической конъюнктурой, то снова «воскресал», окончательно утверждаясь и стремительно расширяя границы своей применимости.

Причина такой поразительной «живучести» кибернетики состоит, очевидно, в том, что все искусственно создаваемые людьми системы, как правило, управляемы, и управление ими вне зависимости от их физической сущности осуществляется по одним и тем же принципам и законам. Более того, совершенно разные искусственные системы описываются одними и теми же уравнениями. В связи с этим кибернетика чрезвычайно обогатила основополагающие для многих наук понятия «система», «объект управления», «регулятор», «обратная связь», ввела в научный язык и количественно оценила такие свойства управляемых систем, как «устойчивость», «точность», «быстродействие», «управляемость», «наблюдаемость», «чувствительность», «адаптивность» и т.д. и т.п.

Как известно, доминирующим в кибернетике является принцип управления на основе сравнения желаемого состояния объекта управления с его действительным состоянием (принцип обратной связи или, что то же самое, – принцип управления по отклонению).

Количественно разница (рассогласование) $\mu(t)$ между этими состояниями оценивается как: $\mu(t)=x(t)-y(t)$, (1) где: $x(t)$ – заданное состояние объекта; $y(t)$ – его действительное состояние; t – время.



Рисунок 1 – Современное состояние кибернетики

Несмотря на кажущуюся простоту выражения (1) именно оно является проявлением в управлении фундаментального закона диалектики-закона единства и борьбы противоположностей, и послужило количественной мерой для формирования многочисленных оценок качества процессов управления.

Пример 3. Термин «Эвристика» (от греч *enriscw* – *отыскиваю, открываю*).

В современном понимании [1, с.786] эвристика – это:

– наука, представляющая собой специальный раздел науки о мышлении, изучающий эвристическую, творческую деятельность;

– организация процесса продуктивного, творческого мышления в виде совокупности присущих человеку механизмов, с помощью которых порождаются процедуры, направленные на решение творческих задач;

– специальные эвристические методы решения задач, которые противостоят формальным

методам, опирающимся на точные математические модели;

– специальные методы обучения (сократические беседы) или коллективного решения творческих проблем.

Целенаправленное использование эвристических методов (эвристик) позволяет сократить время на создание новшеств по сравнению с методами ненаправленного (случайного) перебора возможных альтернатив (методом проб и ошибок) или полного упорядоченного перебора (морфологическим методом).

«Эврика!» – это восклицание (в момент открытия основного закона гидростатики) древнегреческого ученого и изобретателя Архимеда (ок. 287–212 до н.э.) знакомо всем со школьной скамьи. Это слово не просто констатация факта находки, – в сознании всех современников оно ассоциируется с выражением высшего чувства величайшего удовлетворения, радости и восторга от найденного решения творческой задачи, которую до этого никому не удавалось решить, и путь решения которой был сложен, долог и мучителен. Позже, уже в III веке н.э., в трудах древнегреческого математика Паппа, по-видимому, впервые, появился термин «эвристика».

Предметом эвристики (в ее современном понимании) является выявление, обработка и упорядочение закономерностей, механизмов и методологических средств антиципации (лат. Anticipation – предвосхищение) и конструирования нового знания и целеустремленных способов деятельности и общения, создаваемых на основе обобщения прежнего опыта и опережающего отражения моделей будущего с целью более полного удовлетворения потребностей людей.

Множество толкований термина «эвристика» говорит о разном, хотя и близком, содержании, которое вкладывают в него авторы различных концепций. Но при этом общим и бесспорным является то, что во всех случаях эвристика неразрывно связывается с творческой деятельностью.

Общими звеньями, связывающими в единую цепь термины «эвристика» и «творчество»,

являются представления о нетривиальности, неординарности, новизне и уникальности. Применительно к понятию «творчество» такими качествами характеризуются результаты творческой деятельности, применительно к эвристике – методы и средства получения этих результатов. На рис. 2 приведена схема, иллюстрирующая основные принципы эвристической деятельности [4].

Таким образом, термин «эвристика» касается творчества в самом общем виде и не накладывает никаких ограничений на область творчества, иначе говоря, он способен расширять свои понятийные границы.

Эвристические методы увеличивают вероятность получения работоспособного, хотя и не всегда оптимального в том или ином смысле, решения творческой задачи, например, из-за неразработанности конкретной теории, неполноты или недостоверности исходных данных [5].

Пример 4. Термин «теория решения изобретательских задач».

Термин «теория решения изобретательских задач» (ТРИЗ) сформировался постепенно, начиная с 40-х гг. прошлого века, благодаря стремлению Г.С. Альтшуллера разработать методику решения изобретательских, т.е. технических творческих задач. Однако довольно скоро обнаружилось, что подходы, развиваемые Г.С. Альтшуллером и его многочисленными последователями, в значительной степени приемлемы для решения и любых других нетехнических творческих задач. Поэтому, расширяя основные постулаты ТРИЗ на любые искусственные системы и придерживаясь работы [6, с. 8–13], сформулируем их следующим образом:

Постулат №1. Созданные людьми для удовлетворения собственных нужд искусственные системы развиваются ими в направлении повышения степени их идеальности. При этом степень идеальности I системы представляет собой отношение ее функции Φ к затратам Z на ее реализацию, т.е.:

$$I = \frac{\Phi}{Z}. \quad (2)$$

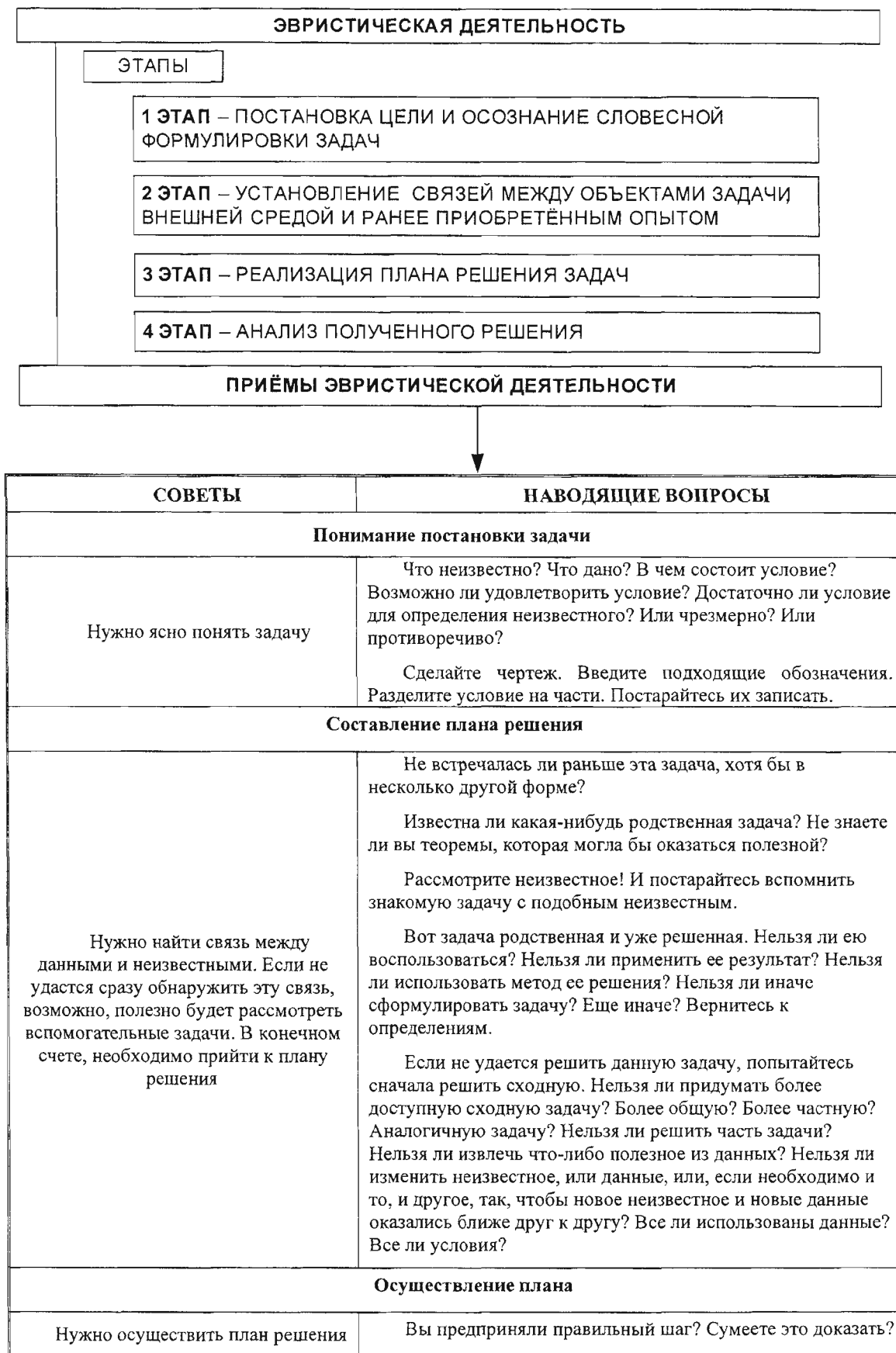


Рисунок 2 – Эвристическая деятельность

При всей кажущейся очевидности и простоте постулата №1 и выражения (2) они, тем не менее, по-видимому, впервые в эволюции науки о творчестве позволяют количественно оценить эффективность тех или иных новшеств и, далее, инноваций для совершенствования искусственных систем любой физической природы. Действительно, все три величины в выражении (2) являются, в общем случае, функциями той или иной инновации J , т.е.

$$I(J) = \frac{\Phi(J)}{Z(J)}, \quad (3)$$

и становится совершенно очевидно, что только те инновации заслуживают внимания, которые обеспечивают приращение $\Phi(J)$ большее, чем приращение $Z(J)$, иначе $I(J)$ не будет увеличиваться, а это противоречит основному постулату ТРИЗ, да и элементарной логике. Предположим, что $\Phi(J)$ и $Z(J)$ являются аналитическими и дифференцируемыми функциями инновации J . Тогда, развивая обсуждаемый постулат ТРИЗ, можно ввести новое понятие – «инновационную чувствительность системы» – $S(J)$, которая представляет собой частную производную от $I(J)$ по некоторой инновации J , т.е.:

$$S(J) = \frac{\partial I(J)}{\partial J} = \frac{\frac{\partial \Phi(J)}{\partial J} * Z(J) - \frac{\partial Z(J)}{\partial J} * \Phi(J)}{Z(J)^2}. \quad (4)$$

Как показано в [7, с.5–13], применительно к задачам совершенствования учреждений образования понятия «степени идеальности» и «инновационной чувствительности» позволяют сформулировать стратегию инновационного совершенствования искусственных систем в следующем виде:

$$S(J) > 0 \text{ и } S(J_{\text{opt}}) = \max_{i=1 \dots N} \{ S(J_i) \}, \quad (5)$$

т.е. оптимальной (наилучшей) по критерию эффективности инновацией J_{opt} является та из множества N возможных, которая обеспечивает положительное и максимальное приращение степени идеальности системы.

Постулат №2. Законы развития искусственных систем объективны и познаваемы,

что в полной мере соответствует основному постулату теории познания материалистической философии. Целенаправленное использование этих законов (наряду с постулатом №1) позволяет с высокой точностью прогнозировать и с помощью тех или иных новшеств и инноваций ускорять развитие искусственных систем любой физической природы. При этом наиболее удобным для выявления указанных законов оказался класс технических систем с его хорошо организованным и структуризированным патентным фондом. На его основе сформулированы такие законы ТРИЗ, как:

- 1) закон увеличения степени динамизации систем;
- 2) закон объединения альтернативных технических систем;
- 3) закон перехода систем с макро- на микроуровень;
- 4) закон усложнения технических систем и др.

После выявления указанных законов в технике уже не составляет большого труда «увидеть» их проявления и в других классах искусственных систем. Так, в [8, с.33–40 и 9, с.3–10] сформулированы закон объединения альтернативных дидактических систем и закон их «дробления» (перехода на микроуровень) в полной аналогии с таковыми в классе технических систем.

Постулат №3. Законы развития всех искусственных систем близки друг к другу, и именно это предопределяет расширение понятийных границ термина «ТРИЗ».

Постулат №4. Первичным в ТРИЗ признается развитие систем, а вторичным – его отражение в умах их создателей, что в полной мере соответствует решению основного вопроса материалистической философии.

Постулат №5. Развитие искусственных систем происходит путем преодоления всевозможных противоречий. Этот постулат также в полной мере соответствует основному закону диалектики – закону единства и борьбы противоположностей как движущей силе любого развития.

Постулат №6. Развитие искусственных систем происходит циклически, так что каждая из них переживает периоды «зарождения», «развития», «зрелости», «деградации»

и «гибели». При этом «деградация» и «гибель» той или иной искусственной системы представляется как ее вытеснение и замена системой более совершенной, конкурентоспособной по своим функциям и их стоимости в ходе бесконечного «инновационного» процесса.

Излишне, видимо, говорить, что и этот постулат также опирается на один из основных диалектических законов – закон отрицания отрицания.

Постулат №7. ТРИЗ представляет собой систему, развитие которой подчиняется законам, ею же выявляемым и изучаемым. Таким образом, имеет место саморазвитие ТРИЗ при помощи инструментов и методов самой ТРИЗ.

Функционально-стоимостный анализ терминов «эвристика» и «теория решения изобретательских задач»

Итак, в настоящее время существуют два приведенных выше термина, используемых для обозначения понятийных границ науки о творчестве. В связи с этим рассмотрим указанные термины с позиции функционально-стоимостного анализа и ТРИЗ, т.е., используя выражение (2) – понятия о степени идеальности (в данном случае научного термина). Предположим вначале, что оба указанных термина имеют одинаковое качество выполнения терминологической функции, т.е. равные величины Φ в выражении (2). Затратами на реализацию этой функции являются, очевидно, такие терминологические элементы, как «буквы», «морфемы» и «слова». Нетрудно убедиться, что по затратам слов термин «ТРИЗ» в 4 раза проигрывает термину «эвристика», а по затратам букв – в 3,8 раза.

Чтобы оценить, далее, качество выполнения данными терминами своей функции, отметим, что критериями качества отдельно взятого термина, как известно, являются:

1) соответствие лингвистическим, логическим и собственно терминологическим нормам научно-технического стиля;

2) достижение структуры и длины, оптимальных для данного этнического языка и соответствующего языка для специальных целей;

3) соответствие термина общелитературным нормам данного языка;

4) способность термина к расширению своих понятийных границ по мере развития научно-технического прогресса.

Терминологические и лингвистические нормы научно-технического языка, сложившиеся к настоящему времени, таковы, что названия наук, как правило, античного греко-латинского происхождения, либо однокоренные (математика, физика, химия), либо двухкоренные (геометрия, философия, петрография). Многословные термины принуждают использовать их в виде аббревиатур (КПСС, СПИД, АТС, МТС), которые не соответствуют лингвистическим нормам русского, а тем более иностранных, этнических языков, и потому крайне нежелательны для обозначения понятийных границ той или иной науки, а тем более науки о творчестве.

Термин «ТРИЗ» имеет ключевое слово «изобретательских» и потому неизбежно ассоциируется с понятием об изобретении из патентного права. Как известно, изобретением признается техническое решение, являющееся новым, имеющим изобретательский уровень и промышленное применение, т.е. границы термина «ТРИЗ» охватывают, строго говоря, лишь техническое творчество и только в тех рамках, которые predeterminedны патентным правом. Попытки некоторых авторов расширить границы термина «ТРИЗ» путем добавления слова «адаптивная» еще больше снижают степень идеальности его, так как остаются неясными границы термина «адаптивная теория решения изобретательских задач», а затраты на его обращение в научной литературе еще более и ощутимее увеличиваются. Более того, в последние годы наблюдается объединение терминов «функционально-стоимостный анализ» + «теория решения изобретательских задач», что еще в большей степени усугубляет неудобство в его использовании и создает настоящий терминологический тупик.

Таким образом, анализ показывает, что по всем перечисленным критериям термин «эвристика», с точки зрения авторов, оказывается более качественным для обозначения границ науки о творчестве в самом широком смысле этого слова.

По нашему мнению, термин «эвристика» может повторить поучительную судьбу термина «кибернетика» так, что наука о творчестве может быть представлена, как это показано на рис. 3.

В прогнозе на этом рисунке выделены теоретическая, экономическая, военная, дидактическая и техническая эвристики, т.е. конкретные области творчества уточняются путем добавления к термину «эвристика» соответствующих определений в полной аналогии с развитием термина «кибернетика». При этом благодаря усилиям А.Г. Альтшуллера

техническая эвристика (ТРИЗ) к настоящему времени оказывается наиболее развитой, впрочем, так же, как и техническая кибернетика на рис. 1.

Таким образом, изначально нацеленный на обозначение границ науки о творчестве в любой сфере человеческой деятельности античный термин «эвристика» с течением времени оказывается во всех отношениях все более и более удобным, нежели термин «ТРИЗ», существующий лишь полвека и изначально нацеленный только на техническое творчество.

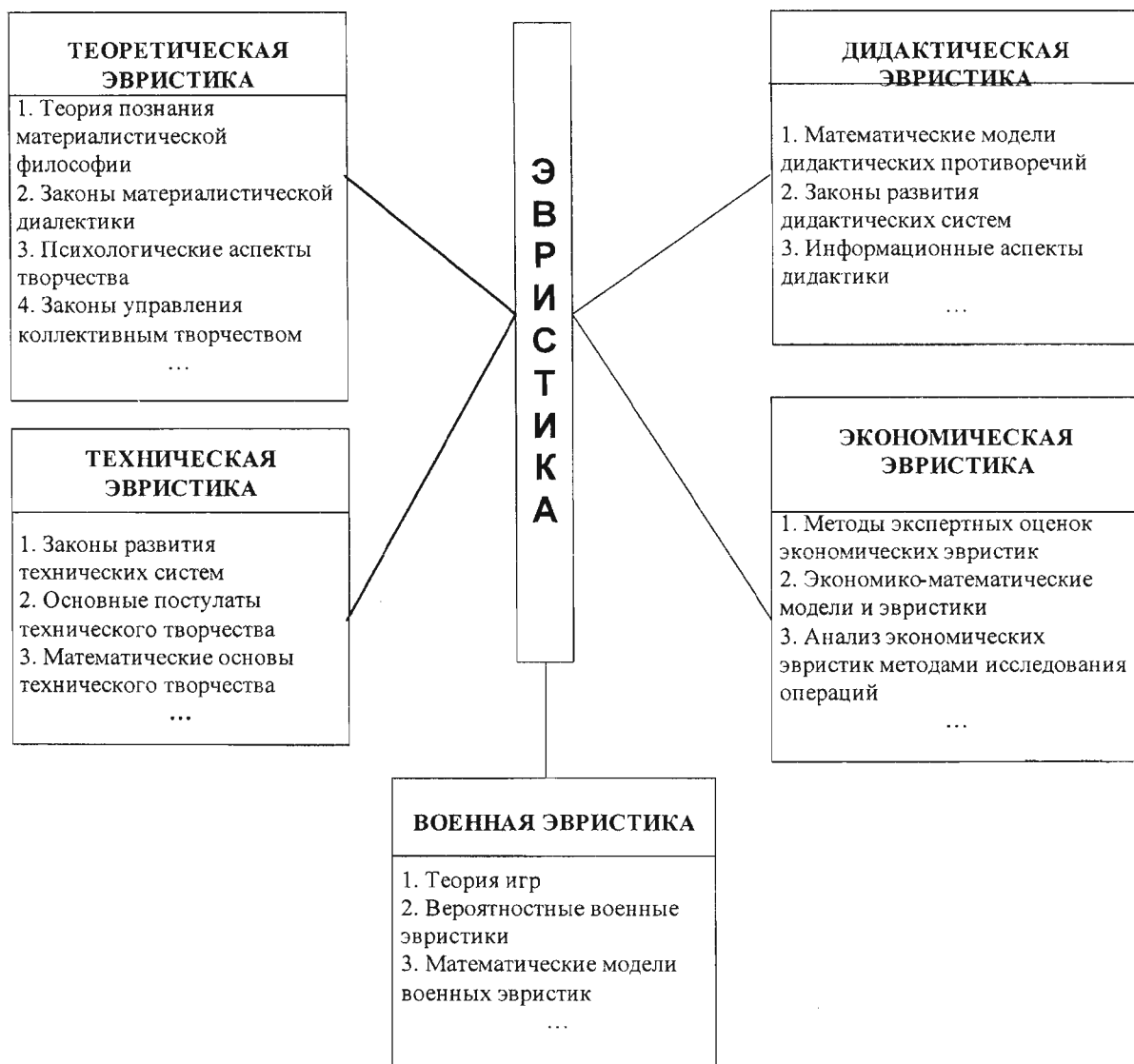


Рисунок 3 – Прогноз развития термина «эвристика»

P.S. Завершая многомесячный марафон приведенных выше размышлений, авторы обратили внимание на то, что их соавторство, по-видимому, далеко не случайно, поскольку один из них является преподавателем,

а другой – студентом, т.е. они профессионально заинтересованы в том, чтобы научные термины отвечали всем современным критериям качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Философский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983.
2. Ильинъ, И.А. О русскомъ правописаніи / И.А. Ильинъ. – Т. 2 – Парижъ, 1956.
3. Квитко, И.С. Термин в научном документе / И.С. Квитко. – Львов, 1976.
4. Столяров, А.М. Эвристические приемы и методы активизации творческого мышления / А.М. Столяров. – М.: ВНИИПИ, 1988.
5. Джонс, Дж. Методы проектирования. – 2-е изд., доп., пер. с англ. / Дж. Джонс. – М.: МИР, 1986.
6. Гриншпун, В.А. Теория решения изобретательских задач в XXI веке / В.А. Гриншпун, Б.И. Злотин, А.В. Зусман, Л.А. Каплан, В.Н. Присяник. – Женева: ТРИЗ, 1991.
7. Михалев, А.С. Научные основы совершенствования частых вузов / А.С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2006. – №1.
8. Михалев, А.С. Закон объединения альтернативных дидактических систем / А.С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – №2.
9. Михалев, А.С. Закон «дробления» дидактических систем / А.С. Михалев // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – №3.

РЕЗЮМЕ

Сформулировано понятие о степени идеальности научных терминов как отношение качества выполнения функции термина к затратам на ее реализацию, т.е. количество слов и морфем. Проведен анализ понятийных границ терминов «эвристика» и «теория решения изобретательских задач». Показан прогноз развития термина «эвристика» по аналогии с эволюцией термина «кибернетика».