

Человек и его технические системы

Hans-Gert Gräbe

Leipzig University, D-04010 Leipzig, Germany

Аннотация

Предлагается вклад в укрепление теоретических основ ТРИЗ. Разработано предложение более точного определения понятия *технической системы* на основе более общей теории открытых систем, и показано, в какой степени надо разработать теорию *взаимоотношений* в мире технических систем, чтобы установить связь с другими социо-техническими и социо-культурными теориями. Главный результат – различие между «молодыми» и «зрелыми» технологиями и важность последних для формирования теории ТРИЗ.

Ключевые слова: Техническая система, эволюционные тренды, компоненты, стандартизация.

Abstract

The present work is a contribution to the theoretical foundations of TRIZ. A proposal is worked out how the term *technical system* can be more precisely defined based on a general theory of open systems and it is shown to what extent a theory of *relationships* in the world of technical systems must be developed in order to establish connectivity with other socio-technical and socio-cultural theories. The main result is a distinction between "young" and "mature" technologies and the importance of the latter for TRIZ theory formation.

Keywords: Technical system, evolutionary trends, components, standardization

1. Технические системы. Обзор теоретического обоснования

Концептуальный фундамент собственной теории развивается в «Основе знаний по ТРИЗ» [1] лишь полусердно. В частности, в вопросе о том, что такое *техническая система*, авторы ссылаются на общее понимание – каждый знает, что имеется ввиду. Разнообразии этого понимания стало видным в ходе дискуссии на Facebook [2] в августе 2019 года. Это, конечно, рыхлая рабочая база.

В данной статье мы приближаемся к термину *техническая система* и задаем вопрос, является ли такой термин вообще адекватным для того, чтобы более точно проанализировать *мир технических систем*. Неудивительно, что ответ *отрицательный*, потому что и здесь целое больше, чем сумма его частей. Здесь только место для того, чтобы излагать несколько существенных аргументов. Более подробные рассуждения представлены в [3].

Отправной точкой этих исследований являлись дебаты с организаторами Кубка ТРИЗ 2019/20 об обоснованности «закона вытеснения человека из технических систем», который в более поздней версии информационного материала кубка был переименован в «тренд». Среди восьми законов развития технических систем, которые сам Альтшуллер сформулировал [4:2], такой закон не встречается, его также нет в перечислении пяти законов и десяти трендов в [5:148 пр].

Тем не менее, систематизация «законов эволюции технических систем» широко распространена в ТРИЗ-литературе. Законы также входят в состав различных версий «Основ знаний по ТРИЗ», например [1]. Неоднократно подчеркивается (М. Рубин – личное сообщение), что «важно и необходимо» более точное различение технических

(или «инженерных» в [4]) и социально-технических систем. Мои дальнейшие рассуждения опираются главным образом на [4] как на документ, в котором влиятельные теоретики ТРИЗ с авторитетом МАТРИЗ за спиной дают актуальное резюме дебатов о «тенденциях эволюции инженерных систем», хотя общепризнанные концептуальные основы ТРИЗ присутствуют и здесь, скорее, в неявной форме. Однако их легче извлекать из более полной и связной аргументации, чем из разрозненной ТРИЗ-литературы в целом. Н. Шпаковский в [6] с его концепцией «деревьев эволюции» предлагает иной подход, рассмотрение эволюции отдельных функций и не технических систем в целом.

Далее мы покажем, что 10 «законов развития технических систем», представленных в [4] в качестве «трендов», лучше сформулировать как дизайн паттерны инженерной практики проектирования, адаптации и усовершенствования технических систем и, таким образом, связать их *непосредственно* с общественно-технической практикой. При этом адресуется *специфический* концептуальный уровень абстракции форм описания в целом противоречиво развивающегося мира. В частности, «тренды» противоречат трендам развития, которые можно извлекать на других уровнях абстракции. Короче говоря, амбивалентное отношение к «вытеснению человека из технических систем» не является уникальной особенностью только этого тренда, но повторяется аналогичным образом и для других трендов.

Относительность в *мире технических систем* лучше выражается в концепции *технического принципа*, чем в концепции *технической системы*. В частности, мы указываем на существенную разницу между изобретением и решением проблемы – первое направлено на мир, который ещё предстоит завоевать, а второе – на мир, который уже завоеван. Альтшуллер ориентировался во многих вопросах на первый мир, современные применения ТРИЗ больше на второй. *Инженерно-технический подход* к этому уже «завоеванному» миру, представленный в [6], гораздо лучше подходит для описания эволюции в таком мире технических систем, чем подход, представленный в [4], который ориентирован на *социально-экономические теории управления творчеством*.

2. Системы

Существенное значение для анализа *работоспособной* технологии имеет различие времени проектирования и времени выполнения. Такое разграничение имеет большое значение в реальном использовании технических систем, основанном на разделении труда – во время проектирования *планируется* принципиальное кооперативное содействие, во время исполнения *исполняется этот план*. Для технических систем следует различать их межличностные *формы описания*, сообщаемые как *обоснованные ожидания*, и *формы исполнения*, результатом которых являются *полученные результаты*.

Наряду с формой описания и формой исполнения *аспект повторного использования* также играет важную роль для технических систем. Стоит отметить, что это *не* относится, по крайней мере, на уровне артефактов, к большинству крупных технических систем – они являются *уникальными*, даже если в их сборке используются стандартные компоненты. Большинство компьютерных специалистов также создают такие уникальные системы, потому что ИТ-системы, управляющие такими крупными техническими системами, также уникальны. То же самое касается офисов, органов и государственных учреждений. Поэтому в промышленном секторе проводят четкое различие между машиностроением и строением индустриальных комплексов – между поставщиками оборудования и проектировщиками и «мастерами-строителями»

соответствующих уникальных творений – даже если это объединяется в соответствующей статистике [7] в отрасли *машиностроение и промышленное строительство*.

Таким образом, особенности технической системы в основном лежат в *сотрудничестве компонентов*. Например, системы управления производством различных заводов BMW существенно отличаются друг от друга [8]. Заводы проектировались в разное время в соответствии с тогдашним уровнем развития и меняющейся бизнес-стратегии компании. После ввода в эксплуатацию такие крупномасштабные технические системы могут быть модифицированы лишь в ограниченной степени и поэтому последовательно выводятся из эксплуатации по истечении соответствующих сроков окупаемости. Тем не менее, аспект повторного использования также играет роль при таких технических системах, но переходит от непосредственного уровня технических артефактов к более высоким уровням абстракции форм описания.

Мы собрали существенные элементы, которые позволяют первое приближение к *концепции технической системы*. В контексте планового-реального мира этот термин четырежды перегружен:

1. как реальный уникальный образец (например, как продукт, даже если этот уникальный образец является сервисом),
2. как описание этого уникального в реальном мире образца (например, в виде специальной конфигурации продукта).

а для компонентов, произведенных в больших количествах, также

3. как описание конструкции системного шаблона (дизайн продукта) и
4. как описание и процессирование структур поставки и эксплуатации реальных уникальных образцов, изготовленных по данному шаблону (как планы производства, обеспечения качества, поставки, эксплуатации и технического обслуживания).

Пункт 4, в частности, играет малую роль в контексте ТРИЗ, хотя можно предположить, что не существует устойчивого спроса на технический продукт ни в частной, ни в деловой среде, для которого обслуживание предсказуемо недостаточно.

В качестве основы для такой концепции системы мы используем термин *открытой системы* из более общей теории динамических систем [9], который характеризуется

1. внутренним разграничением по отношению к существующим подсистемам (компонентам),
2. внешним разграничением и функционально определенным вложением в (функционирующую) окружающую среду и
3. наличием (функционирующего) внешнего потока, который приводит к формированию внутренней структуры и тем самым определяет работоспособность системы,

и который показал свою пригодность для применения математических инструментов много раз.

В этом контексте *технические системы* – это системы, на формирование которых влияют кооперативно действующие лица в моде разделения труда, где *существующие* технические системы нормативно характеризуются на уровне формы описания *спецификацией* их интерфейсов и на уровне формы исполнения *гарантированной работе по этой спецификации*.

Мы находимся в области стандартной терминологии ТРИЗ *системы систем* – техническая система состоит из компонентов, которые являются в свою очередь техническими системами, *функционирование* которых (как в функциональном, так и в оперативном смысле) фигурирует как *предпосылка* для рассматриваемого в тот момент системного уровня.

Таким образом, концепция технической системы имеет эпистемную функцию (функционального) «сведения к существенному». Говорят, что Эйнштейн предложил «сделать дело так просто, как можно, но не проще». *Закон полноты частей системы* ([1:2.1.2], trend 4.2 of increasing system completeness in [4]) выражает именно эту мысль, но не как *закон*, а как инженерно-техническую *директиву по моделированию*. Кажущаяся «естественная законность» наблюдаемой динамики, по сути, связана с *разумным человеческим действием*.

С подходом «сведения к существенному», а также «работы в соответствии со спецификацией», человеческая практика неотделима встроена в формирование понятия технической системы, так как термины «существенно», «гарантированно» и «работает» только так могут быть наполнены смыслом. Таким образом, различие технических и социально-технических систем становится проблематичным. Существенные концепции из социально детерминированных практических отношений человека как цель, выгода, гарантия и ответственность, прочно вписаны в процессы выработки концепции описания конкретных технических систем и находят свое «естественное» продолжение в конкретных социальных условиях в основном юридически обоснованной буржуазной общественной системы.

3. Мир технических систем

В литературе по ТРИЗ такие концептуальные основы играют только побочную роль. В учебниках, как [5], термин *техническая система* считается интуитивно понятным из «промышленной практики» [5:2], в то время как другие термины, такие как «процесс», «продукт», «сервис», «ресурсы» и «эффекты», таковыми не являются [5:6-10]. Также [4] остается расплывчатым в этом вопросе; в предисловии Б. Злотин пишет о *назначении* исследования эволюции инженерно-технических систем, что «человечество может достичь практически любой реальной цели, но для обеспечения наибольшей пользы для экономики и жизни человека должны быть установлены определенные приоритеты. Сила современной науки и технологии, а также финансовые средства должны применяться к тщательно отобранным и сформулированным целям.»

Конечно, в дискурсивных рамках четкое понимание термина можно оставить открытым и добиться сближения употребления термина другими способами – например, путем ссылки на общепринятую практику или на «общее понимание». Такой подход применяется и в [4], иллюстрируя термин *техническая система* множеством примеров в сочетании с терминами «образец» и «эволюция», оставляя выработку четкого понимания самому читателю. Отступление на термины «паттерн» или «тренд», избегая использование более четко развернутого в научной коммуникации термина «закон», поддерживает стремление авторов систематизировать эмпирический опыт, но в то же время покажет слабую теоретическую основу такой попытки систематизации. Широкий спектр практически существующих уточнений такого неопределенного термина показала дискуссия на Facebook [2] в августе 2019 года.

Так как же уточнить концепцию *технической системы*? На нашем семинаре [10] мы «определили концепцию системы как описательное фокусирование, с помощью которого конкретные явления могут быть описаны способом *сведения к*

существенному. Редуцирование фокусирует на следующие три измерения [10:18].

- (1) Разграничение системы вовне против *окружающей среды*, сведение этих отношений к отношениям ввода-вывода и гарантированному потоку (а не только «проводимости» [1:2.1.3]).
- (2) Разграничение системы вовнутрь путем группировки частей как *компоненты*, функционирование которых сводится к «контролю поведения» через отношения ввода-вывода.
- (3) Сокращение связей в самой системе до *причинно существенных*.

Кроме того, там выясняется, что такому редуцивному описательному процессу обязательно предшествуют другие уже существующие (явные или неявные) описательные процессы:

- (1) Как минимум смутное представление о (функционирующих) входных-выходных характеристиках окружающей среды,
- (2) Четкое представление о внутреннем функционировании компонентов (которое выходит за рамки чистой спецификации),
- (3) Как минимум смутное представление о причинно-следственных связях в самой системе, т.е. уже существующее грубое представление о причинно-следственных связях в данном контексте, которое предшествует детальному моделированию.

Точки (1) и (2), в свою очередь, могут быть разработаны системно-теоретическими подходами описания «окружающей среды», а также компонентов (как подсистем), при этом важное значение приобретает описание *коэволюционных сценарий*, которые, в свою очередь, приспособствуют углублению понимания точки (3).

Описание планирования, проектирования и усовершенствования технических систем в таком подходе основано на производительности уже существующих технических систем, которые рассматриваются в (2) как компоненты, а в (3) – с точки зрения системы в надсистеме – как смежные системы.

Инженерно-техническая практика, таким образом, происходит в *мире технических систем*. В конкретное описание системы от других систем – от компонентов или соседних систем – входит только их *спецификация*. Такое сведение к существенному в ежедневной практике выражается как сокращенная форма общения о социальной нормальности, которую я называю *фикция*. Эта фикция может и будет поддерживаться в повседневной коммуникации до тех пор, пока социальные обстоятельства гарантируют сохранение этой социальной нормальности, т.е. до тех пор, пока гарантированно *работает соответствующая инфраструктура*. Таким образом, технические системы являются, по крайней мере, в моде исполнения, *всегда* социально-техническими системами.

С формированием этой концепции мы находимся на уровне абстракции понятия «техника» VDI (Verein Deutscher Ingenieure – немецкая профессиональная организация инженеров), которое в директиве 3780 определяется в следующих трех измерениях:

- множество выгоду приносящих, искусственных, вещественных образования (артефакты или материальные системы),
- множество человеческих действий и учреждения, в которых создаются такие вещественные системы, и
- множество человеческих действий и учреждения, в которых используются такие вещественные системы.

В этом определении термин «техническая система» избегается в пользу термина «ориентированные на получение выгод, искусственные, вещественные системы».

Аналогично работает [11] с термином *технический объект*, который там предшествует термину *техническая система*. В представленном здесь определении VDI, помимо артефактов включены также «материальные системы» – помимо машин и системы машин и, таким образом, уникальные технические системы крупного масштаба. Непосредственная связь «вещественных систем» с условиями и последствиями их создания и использования обходит различие между техническими и социально-техническими системами уже с самого начала.

4. Компоненты

Что такое компоненты? На этот вопрос [12] дает простой ответ: «Компоненты – для композиции». Это определение согласуется с вышеизложенным пониманием того, что системы состояются из *уже существующих* компонентов. Кроме компонентов OTS (off the shelf – с полки), могут использоваться и самому разработанные компоненты.

С таким пониманием, [12] разделяет мир производства технических систем на два подмира – «design for component» и «design from component». Первый мир – это мир разработчиков компонентов, которые разрабатывают специальные компоненты для бизнес-приложений – «core concern», это соответствует MVP в [4] – как основной функционал системы. Помимо этой основной задачи, компонент должен обеспечивать большое количество вспомогательных функций (протоколирование, безопасность данных, управление доступом, контроль принтера и т.д. – «cross cutting concerns»), в основе которых лежат устоявшиеся концепции (размерность описания) и интегрируются уже готовые компоненты (размерность применения), *основанные на других технических принципах в других системах*. Компоненты в таком понимании всегда являются *пучком функций*, которые объединяют процедурные знания из *нескольких* областей. Разработчик компонентов должен освоить все эти формы описания, по крайней мере, на уровне абстракции их *спецификаций*, чтобы построить полезные компоненты. Второй мир – это мир сборщиков компонентов. Сборщики собирают (по предварительно разработанному плану) системы из имеющихся компонентов, разрабатывают или модифицируют дополнительные вспомогательные функции («клеевой код»), интегрируют и тестируют общую систему перед ее использованием заказчиком.

Совместной точкой прикосновения этих двух мира является *компонентный фреймворк*, например Spring Boot, который не только описывает базовое взаимодействие компонентов на более высоком уровне абстракции через стандартизацию (размерность описания), но и предоставляет оферты систем обслуживания таких компонентов различных поставщиков (размерность исполнения). Такие системы обслуживания – разумеется, также технические – имеют свою специфику: они организуют *взаимодействие* поставщика и заказчика, что требует координации на высоком уровне сопутствующих социально-технических процессов. Объекты, подлежащие обработке (в данном случае данные), обмениваются между различными компонентами, которые являются в данном случае не только единицами функционирования, но и единицами ответственности, что приводит к дополнительным противоречиям, особенно в случае недостаточного качества обработки объектов. Для К. Шиперского [12] эти исключительно социально-технические противоречия являются отправной точкой для четкого разграничения терминов *компонент* и *объект*, в котором локальное слияние атрибутов и функций в понятие объекта в контексте объектно-ориентированного программирования берется обратно. Здесь нет места для дальнейшего объяснения этой конструкции, см. [3].

5. Нормализация и стандартизация

Этот подход деления труда на разработчики и сборщики компонент в области программного обеспечения общепринято во многих инженерных приложениях. «Модульные системы» широко распространены и позволяют стандартизировать проектирование уникальных технических систем в реальном мире. При этом *логика специального приложения* как «core concern» компонент должна быть объединена с *логикой сети* инфраструктуры в качестве «cross cutting concerns». Обе логики ортогональны друг другу, при этом тренды 4.2 *возрастающей полноты системы* (increasing system completeness in [4], закон полноты частей систем в [1:2.1.2],) и 4.4 *перехода в надсистему* ([1:2.1.9], transition to the supersystem in [4]) практически противодействуют друг другу.

Тезис: *Более подробное* описательное понимание требований к инфраструктуре компонент, взаимодействующих друг с другом (переход к системе более высокого уровня), приводит к *понижению уровня* требований к полноте отдельных компонентов.

Этот тезис непосредственно подтверждается при посещении любого магазина Сделай Сам – машинные системы знаменитых фирм концентрируются на обеспечении энергии, с помощью подходящих интерфейсов (таких как липучки, винтовые или щелчковое крепление на механическом уровне) подходящие инструменты могут быть соединены к энергетической машине¹, при этом, в зависимости от бизнес-стратегии знаменитых фирм, соответствующий технологический подрывок «подходящего оборудования» монополизирован или также открыт для менее знаменитых производителей подходящего оборудования. В обоих случаях *нормализация и стандартизация*, т.е. сугубо социально-технические процессы, играют гораздо большую роль в этом *мире технических систем* чем дальнейшее развитие чисто технических функций артефактов.

Такой процесс стандартизации открывает также экономическую перспективу экономии масштаба для стандартных компонент, т.е. для массового внедрения концепций, которые уже зарекомендовали себя как «идеальный конечный результат». Экономия масштаба приводит к сокращению затрат на каждую отдельную единицу и, таким образом, перенаправляет руководящую роль от конкуренции за лучшее *техническое* решение к конкуренции за более дешёвое *экономическое* производство. Таким образом, S-кривая не обязательно заканчивается – и, вероятно, даже довольно редко – выводом из эксплуатации на четвертой стадии [4:38], а переходит на кульминации зрелого *технического* качества (включая стандартизацию) в фазу *общей доступности*, в которой *понижение* экономических затрат на доступность этого «состояния технологии» берет на себя ведущую функцию дальнейшего развития.

Тренд 4.1 *увеличения (технической) ценности* (trend of increasing value in [4], нет соответствующего закона в [1]) превращается в тренд *снижения (экономической) стоимости*, или, говоря экономическими терминами, рынок, который ранее двигался спросом, превращается в рынок, движимый предложением: Одно и то же (зрелое) use value имеет меньшее и меньшее exchange value. Таким образом, параметр «идеальности» [5: гл. 4.1.1] действительно поднимается выше всех пределов, но как следствие *экономического* закона. Это соответствует ТРИЗ приёму 17 *перехода в другое измерение*.

1 Благодаря прогрессу в области материаловедения, особенно крепления на липучках, наблюдается массовый возврат к *механическим* принципам соединения, в противоречии с ТРИЗ приёмом 28 *замены механических схем*.

Тезис: Технический «тренд 4.1 увеличения (технической) ценности» на третьей стадии развития S-образной кривой меняется на экономический «тренд снижения (экономической) стоимости».

Таким образом, на третьей стадии в производстве общедоступных инструментов и стандартных компонентов в *системе технических систем* ведущая функция (MPV) дальнейшего развития переходит от технических движущих сил к экономическим. Этот процесс «коммодификации» в достаточной мере описан в [13], так что здесь нет необходимости углублять эту тему. Само это развитие противоречиво, о чем свидетельствует феномен *неуклонно падающей нормы прибыли*: Более низкая себестоимость производства за счет технического прогресса одного производителя увеличивает его норму прибыли по сравнению с конкурентами. Однако рыночная цена («снижающаяся экономическая стоимость») имеет регулирующий эффект и в долгосрочной перспективе снижает норму прибыли конкурентов, которые не реализуют этот технический прогресс или реализуют его слишком поздно.

Однако здесь, в отличие от понимания в теории ТРИЗ, ориентированной на решение задачи, проявляется этот 17-й приём *перехода в другое измерение* не как абстрактный шаблон проектирования, а как абстрактный шаблон эволюции, т.е. не как средство активного воздействия на процесс решения задачи, а как средство описания пассивного наблюдения реального развития мира. Но в этом смысле все приёмы ТРИЗ, как и каждый из стандартов, могут быть переформулированы как абстрактный образец эволюции. И наоборот, эволюционные тенденции в теории ТРИЗ могут быть переформулированы как дополнительные абстрактные шаблоны проектирования, которые можно применять наряду с «приёмами» и «стандартами».

Тезис: Каждый из приёмов и каждый из стандартов ТРИЗ можно также убедительно сформулировать как «тенденцию развития технических систем» и наоборот.

Таким образом, иерархия трендов эволюции порождает, в частности, «иерархию приёмов решений» [14: гл. 3], как предлагал Дитмар Зобель уже более 10 лет назад, см. также [15]. Это также обесценивает значение «матрицы». Леонид Шуб [16] отмечает, что Г. С. Альтшуллер уже в 1985 году говорил об этом близким сотрудникам. М. Рубин в [17] обсуждает такую иерархию и её связь с законами развития и стандартами ТРИЗ и далее к алгоритмизации подходов для изобретательской практики в АРИЗ.

Так, не рассматривая социально-экономические связи, важность процессов нормализации и стандартизации в контексте ТРИЗ остается в значительной степени в стороне. Но это блокирует взгляд на живой мир технических систем, находящихся в «зрелом» состоянии эволюции.

Рассмотрим, например, техническую систему *винтов и гаек*, которая характеризуется массовым производством стандартных крепёжных винтов и гвоздей с резьбой. Для производства крепёжных винтов требуется высокая точность и постоянство диаметра и угла атаки резьбы, чтобы винт и гайка подходили друг к другу. Продаются винты с головками разных форм, с шлицем или под гаечный ключ, с прямым или крестообразным шлицем, с шестигранной головкой или с шестигранным шлицем и т.д., так что имеется широкий спектр готовых решений для различных сценариев применения (ТРИЗ приём 3 *местного качества*), а также соответствующие инструменты: гаечные ключи, торцовые гаечные ключи, отвертки, шестигранные вставные ключи и др. (опять же ТРИЗ приём 3), как отдельные инструменты, так и как вставки для аккумуляторного шуруповерта как энергетическая машина (ТРИЗ приём 1 *дробления*, ТРИЗ стандарт 3.1 *переход на би- и поли-системы*). Гибкие шланги (использованные вместе с аккумуляторным шуруповертом – еще раз ТРИЗ стандарт 3.1)

можно использовать для вставки резьбовых соединений даже в труднодоступных местах и т.п.

Мир гвоздей с резьбой избегает двухкомпонентную систему (ТРИЗ стандарт 3.1: винт и гайка) путем поиска удержимости в самом материале (тренд 4.6 *свертывания* – почему такой центральный ТРИЗ метод не встечается ни среди «приёмов», ни среди «стандартов?»), либо предварительно просверлив (ТРИЗ приём 10 *предварительного действия*), либо с помощью самонарезающей резьбой (ТРИЗ приём 25 *самообслуживания* или опять же тренд 4.6 *свертывания*). К сожалению, некоторые материалы не имеют необходимую прочность. Артур Фишер, «старший сын деревенских портных Георга и Паулины Фишер» (немецкая википедия), изобрел *дюбель* (ТРИЗ не-тренд *развертывания* – та часть прежнего закона как-то пропала на пути эволюции самых законов). С тех пор это изобретение «развертывался» в собственный мир технических решений, которые заставляют сердце каждого ТРИЗ-практика биться быстрее. А пока речь ещё не шла о специальных применениях резьбовых соединений, как в хирургии, где важнейшие параметры материала и надежности вытекают из условий надсистемы и приводят к совершенно особым системным решениям.

У меня появились три вопроса: 1) Думает ли кто-нибудь из пользователей этого множества повседневных технических систем о ТРИЗ? 2) Что важнее для пользователя – *техническая система* или *технический принцип*? 3) Как 10 «трендов» помогают ему найти свой путь в этом мире крайне неоднородных ситуаций, где требуются *конкретные* решения в *конкретной* контекстуализации и роль играет не «эволюция отдельных технических систем», а *глобальное состояние технологии*, в котором отражено *эволюция мира технических систем в целом*?

На этом месте не следует разлить ребенка с ванной, поскольку замечания последнего раздела являются результатом обследования области технических систем, в которой (кажется) решение каждой проблемы уже очевидно и речь идет скорее о приобретении, чем об изобретении. Мы нашли противоречивые формы описания двух четко разделенных мира, так что возникает вопрос, может ли это противоречие быть решено с помощью ТРИЗ приёма 36 *применение фазовых переходов*, который лежит в основе фазового перехода в «системе технических систем» от технической к экономической фазе?

6. Заключение

С концепцией *технической системы*, весь корпус теории ТРИЗ вращается вокруг концепции, которая точно не определяется в ТРИЗ-литературе, а подразумевается понятной с точки зрения «общего понимания». В 40 приёмов ТРИЗ, 76 стандартов и 10 (в [4]) эволюционных трендов охватывается вселенная теоретического размышления о практическом опыте «творческих личностей» с тенденцией к универалистским заключениям.

Наш вклад в концептуальную основу теории ТРИЗ более подробно анализирует роль нормирования и стандартизации. Мы выяснили, что они играют центральную роль в процессе трансформации, который происходит в мире самих технических систем – переход от первичной проблематичности «молодой» технологии к общей доступности «зрелой». Такой фазовой переход в то же время является общим трендом развития технических систем, который не играет никакой роли в [4] по очевидным структурным причинам – там исследуется, как это делает множество теоретиков ТРИЗ, только опыт изобретательской практики *до* этого фазового перехода, ориентированно на патенты и

дальнейшее развитие «уровня техники». Но второй этап – широкое внедрение общедоступной технологии – также полон противоречий и является предметом практики нового поколения практиков ТРИЗ, которое гораздо теснее связано с непосредственными требованиями технизированного *производства*. В принципе, речь идет о *социальной нормальности* функционирования технической инфраструктуры как основа повседневных «фикций» «нормальных граждан». И «фикция», и «нормальные граждане» стоят здесь в кавычках, так как за этими понятиями скрыты сложные процессы свертывания сложности в размерности описания использования технических систем, которые социально синхронизируются параллельно с развитием технических систем. Дальнейшее развертывание этих соображений дано в [3].

Перспектива рассуждений [6] на *улучшение существующих* технических систем, с целью анализа консультационного опыта в крупных производственных предприятиях, как SAMSUNG, более четко фокусирует на этой второй фазе общей доступности технологии и приводит к другому пониманию развития технических систем, чем [4]. Получается, что сосредоточение на артефактном измерении технологии, свойственное термину *техническая система*, пренебрегает существующими *отношениями в мире технических систем*. Термин *технический принцип* более пригоден для анализа таких отношений.

И здесь целое больше, чем сумма его частей.

Список литературы

1. Владимир Петров, Михаил Рубин, Семен Литвин (2007). Основы знаний по ТРИЗ. Переиздание, Издательские решения, 2020. ISBN 978-5-4496-8183-6.
2. Hans-Gert Gräbe (2019). Запись обсуждения о ТРИЗ и системном мышлении в моем блоге Open Discovery. <https://wumm-project.github.io/2019-08-07>
3. Hans-Gert Gräbe (2020). Menschen und ihre technischen Systeme (Люди и их технические системы). LIFIS Online 19.05.2020. DOI: 10.14625/graebe_20200519
4. Alexander Lyubomirskiy, Simon Litvin et al. (2018). Trends of Engineering System Evolution (Тенденции развития инженерных систем). Sulzbach-Rosenberg. ISBN 978-3-00-059846-3.
5. Karl Koltze, Valeri Souchkov (2017). Systematische Innovationen (Систематические инновации). Munich, 2nd ed. ISBN 978-3-446-45127-8.
6. Nikolay Shpakovsky (2010). Tree of Technology Evolution (Дерево технологической эволюции). Forum, Moscow.
7. VDMA. Maschinenbau in Zahl und Bild 2019 (Машиностроение в цифрах и картинках 2019).
8. Markus Kropik (2009). Produktionsleitsysteme in der Automobilfertigung (Системы управления производством в автомобильной промышленности). Springer, Dordrecht. ISBN 978-3-540-88991-5.
9. Ludwig von Bertalanffy (1950). An outline of General System Theory (Набросок общей теории систем). The British Journal for the Philosophy of Science, vol. I.2, 134–165.
10. Hans-Gert Gräbe (2020). Ридер 16-ой Междисциплинарной беседы *Das Konzept Resilienz als emergente Eigenschaft in offenen Systemen (Концепция сопротивляемости как глобальное свойство в открытых системах)*

7. февраля 2020 в Лейпциге. <http://mint-leipzig.de/2020-02-07/Reader.pdf>
11. Николай Шпаковский (2003). Человек и Техническая Система. <https://wumm-project.github.io/Texts.html>
 12. Clemens Szyperski (2002). Component Software: Beyond Object-Oriented Programming (Компонентное программное обеспечение: за пределы объектно-ориентированного программирования). ISBN: 978-0-321-75302-1.
 13. Franz Naetar (2005). Commodification, Wertgesetz und immaterielle Arbeit (Коммодификация, закон о стоимости и нематериальный труд). Grundrisse 14, 6-19.
 14. Dietmar Zobel, Rainer Hartmann (2016). Erfindungsmuster (Образцы изобретения). 2nd ed. Expert Verlag, Renningen.
 15. Dietmar Zobel (2020). Beiträge zur Weiterentwicklung der TRIZ (Вклады в дальнейшее развитие ТРИЗ). LIFIS Online 19.01.2020. DOI: 10.14625/zobel_20200119
 16. Леонид Шуб (2006). Осторожно! Таблица технических противоречий. <http://metodolog.ru/conference.html>
 17. Михаил Рубин (2019). О связи комплекса законов законов развития систем с ЗРТС. Рукопись, ноябрь 2019 года.

Автор для контакта: Hans-Gert Gräbe, graebe@informatik.uni-leipzig.de