

Гершман Михаил

Параллельные Линии Эволюции (ПЛЭ)

Диссертация на соискание звания Мастер ТРИЗ

Научный руководитель – Мастер ТРИЗ С. Литвин

Цоран (Израиль)

2011

Аннотация

Настоящая диссертационная работа ставит своей целью разработку одного из инструментов прогнозирования развития технических систем, метода Параллельных Линий Эволюции, основанного на анализе параллельного развития других систем, связанных с данной некоторой общностью. На сегодняшний день найдено пока четыре источника общности, позволяющих эффективно прогнозировать линии эволюции данной системы: функциональная общность, общность по физической природе, общность по принципу действия. Четвертая общность – Общность по целевой группе потребителей данного продукта или услуги, относится не к самим системам, а к объектам систем.

Проследивая эволюцию параллельной системы и, адаптируя найденные принципы и технологии, применительно к исходной системе, можно не только построить возможные линии эволюции исходной системы. Подчас удастся перенести готовую технологию или найти фирму специализирующуюся на подобных технологиях. Кроме этого параллельные линии эволюции могут дать указание на необходимость смены принципа действия в данной системе или идею нового товара или услуги, что может обеспечить клиенту существенные конкурентные преимущества.

В работе анализируется связь метода ПЛЭ и других прогностических инструментов ТРИЗ, таких как ЗРТС и Линии Развития, а также ФОР. Приводятся многочисленные примеры из консультационной практики автора.

Содержание

Введение

1. Цели исследования	4
2. Метод прогнозирования, основанный на Паралельных Линиях Эволюции.....	5
2.1 Функциональная общность.....	5
2.1.1 Явные функции.....	6
2.1.2 Скрытые функции.....	7
2.1.3 Обобщенные функции.....	8
2.2. Общность Физической Природы систем.....	11
2.3 Общность Принципа Действия.....	13
2.4. Поиск новых аппликаций и идей новых продуктов.....	13
2.5. Общность по целевой группе потребителей.....	14
2.6. Алгоритм применения метода ПЛЭ.....	16
3. Особенности метода ПЛЭ.....	19
3.1. Решение задачи. Какой?- Не знаем.	19
3.1.1. Вероятность ошибки. Соотношение анализа и синтеза.....	20
3.2. Указание на необходимость качественного скачка.....	21
4. ПЛЭ и другие инструменты ТРИЗ.....	22
4.1 Инструменты прогнозирования. Связь ЗРТС- ЛР – ПЛЭ.....	22
4.2. Функционально-Ориентированный Поиск.....	24
5. Параллельные Линии эволюции биологических и технических систем.....	27
6. Применение метода ПЛЭ в консультационных проектах.....	31
Литература.....	32
Список работ по теме диссертации.....	34

Введение

Задача прогнозирования развития технических систем всегда присутствовала как одна из основных задач ТРИЗ. Первоначально по мысли Г.С. Альтшуллера[1] методы прогнозирования были в основном завязаны на методы нахождения решения высокого уровня поставленной изобретательской задачи. Однако, в последние годы в основном под влиянием консультационной практики на западном рынке, по мнению ведущих специалистов, прогнозирование развития технических систем, товаров и услуг "вышло из тени" решения изобретательских задач. Как отмечает С. Литвин [2], "происходит смена парадигмы ТРИЗ - вместо Теории Решения Изобретательских Задач появляется Теория Совершенствования Технических Систем". А вот, что пишут Б. Злотин и А. Зусман [3] в связи с проблемами, возникающими в практике консультирования: "Решением этих проблем в ТРИЗ прогнозировании стал переход от поиска решений высокого уровня к реалистическому предсказанию следующих шагов развития".

Таким образом, построение линий эволюции данной технической системы, прогнозирование развития технологии производства, появления новых товаров и услуг является едва ли не основной задачей, востребованной на пересечении ТРИЗ и бизнеса. Неудивительно, что этим вопросам посвящена обширная ТРИЗ литература [4-20] и другие.

1. Цели исследования

Настоящая диссертационная работа ставит своей целью разработку одного из инструментов прогнозирования развития технических систем, основанного на анализе параллельного развития других систем, связанных с данной некоторой общностью – функционально, физической, по принципу действия или по объекту систем. Проследив эволюцию параллельной системы и, адаптируя найденные принципы и технологии, применительно к исходной системе, можно не только построить возможные линии эволюции исходной системы. Подчас удается перенести готовую технологию или найти фирму специализирующуюся на подобных технологиях, которая в принципе может разработать технологию, применительно к нуждам клиента. Кроме этого параллельные линии эволюции могут дать указание на необходимость смены принципа действия в данной системе или идею нового товара или услуги, что может дать клиенту существенные конкурентные преимущества.

Другой целью исследования является выяснения особенностей метода ПЛЭ и его места среди других специфических ТРИЗ-инструментов прогнозирования – Законов Развития Технических Систем и Линий Развития, а также связи метода ПЛЭ и Функционально-Ориентированного Поиска.

2. Метод прогнозирования, основанный на Параллельных Линиях Эволюции

Очень часто технические системы, связанные некой общностью, в процессе эволюции проходят аналогичные стадии развития. В этом смысле можно говорить о Параллельных Линиях Эволюции (ПЛЭ). Зная этапы развития более продвинутой из систем, можно прогнозировать эволюцию второй системы.

2.1 Функциональная общность

Какие системы выбирать в качестве аналога данной системы? Сколько их должно быть?

Прежде всего, чем больше аналогов (потенциальных образцов для подражания), тем лучше. «Пример» надо брать с систем, прежде всего, выполняющих ту же функцию, но более продвинутых. Это не значит, что система должна быть непременно high-tech или что-то в этом роде. Здесь под словом «продвинутая» понимается система, у которой данная функция имеет бо'льшую значимость, поэтому система с точки зрения данной функции оказалась более развитой, то есть прошла дальше по своей линии эволюции. Другой аспект продвинутости системы – это более тяжелые условия, в которой данная функция выполняется. Ясно. Что, если функция успешно выполняется в более тяжелых условиях, то перенос соответствующих технологий не создаст дополнительных проблем. Составлять список функциональных аналогов можно, начиная с систем, входящих в ту же надсистему, что и рассматриваемая. То есть, например, если анализируемая система – автомобиль, надсистемой будем средство для перевозки людей, а функциональными аналогами будут мотоцикл, автобус, самолет и т.д. Еще более общая функция – транспортирование вообще. В этой серии аналогами будут грузовик, авианосец ракетная подлодка. С ближними аналогами разобраться проще. Однако, именно дальние аналоги имеют шанс дать нетривиальный и красивый результат. Для их нахождения надо сформулировать обобщенную функцию данной системы. Как известно, обобщенная функция может быть, как по объекту, так и по действию. В нашем случае по объекту – делать что-

то с человеком (или, лучше, для человека), например, доставлять человеку чувство гордости. Тогда аналогом автомобиля будем, вилла, драгоценности и т.д. По действию обобщенной функцией будет перемещать нечто. В этом смысле аналогом автомобиля будет, например, насос.

Конечно, самые конкретные прогнозы можно составить, сравнивая системы из самого ближнего круга, то есть системы с одинаковыми функциями и одинаковым принципом действия. Последнее предполагает, что системы состоят в основном из подсистем с аналогичными функциями. То есть, самый ближний круг систем, с которого стоит начинать – это системы с одинаковыми функциями самих систем и их подсистем.

Почему начинать надо с систем, входящих в ту же надсистему? Просто это облегчит последующий перенос. Скажем, если обе системы относятся к пище, значит технологии продвинутой системы уже наверняка прошли контролирующие инстанции (сагэпидстанцию, FDA и пр.). Однако следует признать, что более красивые и неожиданные результаты получаются при переносе, как раз из далеких систем.

2.1.1 Явные функции

Пример 1. Пусть анализируемая система – грузовик. Ясно, что такие транспортные системы, как грузовик, легковая машина и автобус при всей специфике выполняют аналогичные функции и одинаково устроены, то есть состоят из подсистем с одинаковыми функциями – корпуса, колес, мотора, трансмиссии, подвески, системы управления и т.д. На этом основании мы предполагаем, что системы будут проходить аналогичные стадии развития. Таким образом, естественно ожидать появления на грузовиках автоматической коробки передач, дисковых тормозов, ABS, индивидуально подгоняемых кресел, подушек безопасности и прочих автомобильных изысков.

При этом, например, дисковые тормоза на тяжелом грузовике будут находиться в заведомо более тяжелых условиях, чем на легковом автомобиле - при пропорциональном увеличении линейного размера машины, скажем, вдвое ее

масса увеличится в восемь раз, а площадь охлаждения диска – только в четыре раза. На этот случай имеется отдельная линия – линия развития дисковых тормозов, включающая дисковые тормоза на спортивном автомобиле и на самолете. Опираясь на нее, можно предвидеть многодисковые тормоза, принудительное охлаждение дисков и т.д.

Такие прогнозирование – достаточно точно, однако, как правило, лишено элемента неожиданности, поэтому неособенно интересно для заказчика. Более интересные результаты можно получить, отказавшись от однородности принципа действия (при сохранении общности функции систем).

Пример 2. Линия развития систем безопасности автомобиля от пассивной – привязных ремней, до активной - подушек безопасности. Функция обеих систем – удерживать тело человека от перемещения в случае удара. Однако, если в первом случае система сама не изменяется, то в последнем случае в чрезвычайной ситуации система активно меняет свою геометрию, создавая оптимальные условия для нетравмирующего торможения тела человека. Можно попробовать спроектировать эту линию эволюции, скажем, на структурные элементы автомобиля. Как известно, одна из функций структурных элементов – абсорбировать энергию удара при аварии. Но на сегодня – это пассивная система, явно не оптимальная для принятия удара (так как у нее в штатной ситуации множество других функций и ограничений). Анализ параллельной линии подсказывает направление развития – в момент удара (или непосредственно до него) система должна сама активно измениться так, чтобы стать оптимальной для принятия удара.

Пример 3. Сушку картофельных чипсов после формования¹ производят на горячем барабане. А где процесс сушки тонких объектов имеет критическое значение, то есть высокую функциональную значимость? Конечно в бумажной промышленности. Там сушку таких объектов производят давно и в неизмеримо бо'льших масштабах. И там перешли на инфра-красную сушку. Вывод ясен – переходить на инфра-красную сушку. Что, кстати, и было сделано.

¹ Да-да, господа, картофельные чипсы – это не жареные ломтики картошки, как нам пытаются внушить, а, в сущности – оладьи, слепленные из картофельной муки, только очень тонкие

Заметим, что в этом примере система-аналог "заставила" исходную систему сменить принцип действия. Ниже эта особенность метода ПЛЭ обсуждается подробнее.

2.1.2 Скрытые вспомогательные функции

Анализ функций системы – не всегда тривиален. У системы могут быть скрытые вспомогательные функции и по ним тоже можно находить функциональные аналоги.

Пример 4. Что общего между мобильным телефоном и бутылочкой воды? Оба объекта - портативные предметы, которые носят с собой, иногда подносят ко рту, периодически используют на короткое время. Одна из линий эволюции портативной бутылки: используется с помощью двух рук → одной руки → без рук. Перенос этой линии на мобильник дает идею аппарата, не требующего от пользователя задействования рук.

Здесь функция над-системы, рук, перешла в функцию самой системы – крепить себя к пользователю.

2.1.3 Обобщенные функции

Пример 5 - Линия развития пищи для домашних кошек и собак. Эта линия повторяет, в сущности, линию развития человеческой пищи. Сперва было важно получить нужное количество калорий. Потом цениться стала вкусная пища. Затем главной заботой стала здоровая пища (Макдональдс уже двигается в этом направлении). Заметим, что здесь происходит непрерывная смена акцента, какая функция – наиболее важная, в пределах некой обобщенной функции "снабжать организм". Исходя из этой линии смены акцентов, можно прогнозировать в будущем спрос на здоровую, сбалансированную, не способствующую ожирению, но все же достаточно вкусную пищу для домашних животных. Развитие этого направления обсуждается ниже.

Пример 6. Прогнозируемая эволюция средств защиты турбинного двигателя самолета от попадания птицы или постороннего предмета (FOD – Foreign Object Damage).

При попадании достаточно крупного предмета или птицы в работающий турбинный двигатель, учитывая, что скорость конца лопасти более, чем в 10 раз превышает скорость звука, происходит удар настолько сильный, что даже не ставится задача, чтобы двигатель продолжал функционировать (надежда при этом только на второй двигатель). Стандартами ограничивается максимальный процент ущерба для двигателя и выдвигается требование, чтобы поврежденный двигатель не повреждал другие части самолета (в результате отрыва лопаток, например).

На сегодня эволюция средств защиты двигателя сводится к дальнейшему укреплению лопаток – использованию все более прочных сплавов и специальных щитков на лопастях. В патентах имеется много всяких защитных решеток на входном створе двигателя, но они создают слишком сильное аэродинамическое сопротивление и на практике не применяются.

Проведем анализ по ПЛЭ.

Обобщенная функция: как защититься от удара.

Ведущая область здесь, несомненно, военное дело. Все военное дело сводится, по сути, к двум вопросам – "как нанести удар" и "как защититься от удара".

Здесь одна из ярких линий эволюции защиты, например, корабля или танка - от пассивной защиты (как снизить ущерб от удара) к активной (предотвратить удар с помощью упреждающего удара).

Перенос линии эволюции на нашу систему дает направление поиска и портреты возможных решений – система должна обнаружить птицу или предмет с опасной массой на опасной траектории и, либо раздробить массу на неопасные осколки ("птичку жалко"), либо «убрать» ее с опасной траектории. То есть, сразу получаем портрет системы: система должна обнаружить опасную птицу, вычислить ее траекторию и, если она проходит через створ двигателя, дать команду на сбивание, например, ракетой, пулей, дробью, струей воды или воздуха. На сегодняшний день, а особенно, на перспективу, система кажется вполне реальной, учитывая существующие технологии, а также потенциальную опасность столкновения и огромную стоимость ремонта двигателя.

Кстати, незаметно, от частной задачи снижения ущерба для двигателя при столкновении с FOD, мы перешли к решению общей задачи повышения безопасности полета. Ведь, в отличие от пассивной защиты, при активной защите двигатель может продолжать функционировать, как ни в чем не бывало. Заметим также, что опять метод ПЛЭ направляет на смену принципа действия системы.

2.2. Общность Физической Природы систем

Функциональная общность, однако, не является единственным источником параллельности линий эволюции. Вторым таким источником может быть общность Физической Природы систем.

Физическая Природа системы это совокупность всех физических параметров и свойств системы. В данном контексте общность Физической Природы систем означает, что две системы имеют некий общий набор физических свойств (необязательно всех, разумеется).

Пример 7. Ультрафиолетовое излучение (UV) имеет ту же природу, что и видимый свет. Оба явления – это электро-магнитные волны. Поэтому функции источников UV и видимого света – разные, по крайней мере, на техническом уровне. Это дает основание прогноз развития, скажем, переносных источников UV составить, проследив, линию развития переносных источников света (нить накаливания → газовый разряд → эмиссия фотонов в полупроводнике - LED). Зная, что ультрафиолетовые источники уже прошли этап термического излучения и сейчас находятся на этапе газового разряда, логично начать прощупывать почву в направлении UV LED.

Пример 8. Хлеб. Физически – это некая твердая (эластичная) масса с системой пор. Что это напоминает? Правильно – губку, или, в общем виде, пену. Таким образом, линии эволюции методов производства пен в промышленности можно спроектировать на производство хлеба и выпечных изделий.

Например, в технологии изготовления твердых пен для пенообразования переходят от вспенивания просто с помощью газогенерирующего агента к

форсированному вспениванию, в котором для интенсификации процесса используются внешние воздействия, например, вакуума или ультразвука.

В соответствии с методом ПЛЭ мы можем ожидать соответствующий переход в технологии выпечки хлеба. Действительно US20070160709 и US20100166911 описывают методы интенсификации всхождения дрожжевого хлеба с помощью пульсирующего вакуума. Следуя методу ПЛЭ дальше, можно ожидать появление технологии выпечки хлеба, основанной на применении звука или ультразвука.

Интересно, что, кроме механического действия для интенсификации процесса разрыва глютеиновой структуры и образования пузырей газа, сонификация теста может ускорять также биохимический процесс ферментации за счет ускоренного размножения дрожжевых бактерий. Такой механизм ускоренной ферментации под действием ультразвука известен, например, при закваске огурцов.

Надо сказать, большая часть результатов, полученных на основе общности Физической Природы двух систем могли быть получены на основе углубленного анализа вспомогательных функций исходной системы, в данном случае – хлеба. Но это бы потребовало, наверное, большого времени и усилий. Общность ФП позволила достичь этих результатов быстрее, даже без поиска скрытых вспомогательных функций, и формулирования проблем. Еще одно преимущество данного подхода – необычайная легкость (даже некоторая небрежность) в обращении с функциями. Мы, например, от функций хлеба незаметно перескочили к функциям производства хлеба, что конечно, недопустимо в строгом функциональном анализе.

Вообще, что касается производства продукта, общность ФП является самой естественной по сути, ведь надо производить, в сущности, одно и то же. Например, чем помогут в производстве хлеба его аналоги по главной функции питать – молоко, мясо, салаты, конфеты? Только по вспомогательной функции – впитывать жидкости, мы не сразу, но добрались бы до пены и далее – до ее производства. С помощью общности ФП мы получили это в один шаг.

2.3 Общность Принципа Действия

Третьим известным на сегодня источником общности является общность Принципа Действия.

Как может быть одинаковый принцип действия у систем с разными функциями?

Пример 9. Лампа накаливания и электроплитка имеют одинаковый принцип действия – омический нагрев проводника, но разные функции – давать свет и давать тепло, соответственно. Одна из линий эволюции нагревательных элементов состоит в переходе от поверхностного нагрева – к объемному.

Попробуем спроецировать этот тренд на источники света. Приходим к довольно необычной идее – источник, в котором свет испускается не с поверхности, а из объема! Что это такое? Не знаем, может быть, нечто, вроде голограммы. Зато интересно и полезно. Источник света можно перемещать, ничего не двигая. Он ничему не мешает, с таким источником вы никогда не споткнетесь о торшер и не стукнетесь головой о люстру...

2.4. Поиск новых приложений и идей новых продуктов

На практике довольно часто возникает задача найти новое приложение (новую функцию) данной системы. Метод ПЛЭ на основе общности Физической Природы и Принципа Действия систем может явиться одним из мощных инструментов поиска новых приложений и идей новых продуктов.

Скажем в Примере 8 с хлебом и пеной, одним из трендов в развитии пен является переход от пористой структуры к микропористой (а сейчас уже – к нанопористой). Оказывается с уменьшением размера пор растет отношение прочности пены к массе. Значит можно увеличить объемный процент пор. Микропористый хлеб будет намного легче, чем обычный, но крошиться не будет. Можно съесть целую буханку и не расползеть. Кроме того, микропоры имеют феноменальную теплоизолирующую способность близкую к вакууму. Значит в микропористой вафле мороженное в жару долго не растает, а теплый шоколад останется теплым даже на морозе.

Какие вообще существуют приложения твердых пен? – легкие материалы, абсорбенты, теплоизоляторы, шумопоглотители, ударогасители и т.д. Можно

проследить эволюцию каждой из перечисленных систем и спроецировать ее на нашу систему – хлеб. Например абсорбенты (отношение массы абсорбируемой жидкости к сухой массе 1:10) становятся суперабсорбентами (отношение 1:100 и более). Такие материалы применяются, скажем, в памперсах. Чем хорош суперабсорбирующий хлеб? Вы можете пропитать его чем-то вкусным и полезным и взять с собой и есть, не боясь, что все потечет по рукам и испачкает одежду. Это будет одновременно и еда и питье. В суперабсорбентах используют специальные виды недосшитых полимерных волокон, способных присоединять воду в колоссальных количествах².

Можно ли найти суперабсорбирующие волокна среди пищевых злаков?

Оказалось, что можно. Это, например, конопля. Хлеб из конопли – это отдельная история. Во многих странах конопля оказалась под запретом, в сущности, из-за недоразумения; из-за родственной связи с марихуаной³ все благородное семейство *Cannabis* оказалось под подозрением⁴. Возможно, когда-нибудь эта историческая несправедливость будет исправлена, и тогда можно будет производить суперабсорбирующий хлеб из конопли. (Вот будет кайф! – шутка). Как видим, элементарные рассуждения насчет схожести линий эволюции хлеба и пены привели к довольно нетривиальным идеям новых приложений и новых товаров. Интересно, что можно сделать с шумопоглощающим или ударогасящим хлебом...?

2.5. Общность по целевой группе потребителей

В отличие от всех предыдущих типов общности, этот тип общности связан не с самими системами, а с объектом систем, то есть с общей маркетинговой нишей.

Параллельность линий эволюции продукта или услуги основывается в данном

² Первые памперсы были разработаны специально для военных летчиков при появлении свехзвуковых самолетов. На взлете такой самолет создает перегрузку до 10 g и у многих возникают проблемы недержания мочи.

³ Contrary to popular belief, hemp is not marijuana. At least not *Cannabis sativa L.*, the kind that has been grown worldwide for [food](#). To set the record straight, *cannabis sativa L.* has no [drug](#) value. Its seed contains no tetrahydrocannabinol (THC), the psychoactive component of marijuana. *Cannabis sativa L.* will not cause a person who consumes it to test positive on a drug test. It is a completely different plant than the marijuana plant. http://www.naturalnews.com/028852_hemp_history.html#ixzz1JJdpS8cK

⁴ Это прискорбное обстоятельство отражено даже в народном творчестве: "Плакала береза, плакала рябина, и только конопля ржала, как скотина".

случае на психологии определенной группы потребителей. Если данная группа реагировала тем или иным образом на появление и эволюцию некоторого товара или услуги, можно предположить, что она отреагирует аналогично в ситуации, связанной с другим товаром или услугой. Это может быть сравнительно узкая маркет ниша, например, товары, относящиеся к туристическому снаряжению; или, скажем, товары для людей, много времени проводящих в бизнес поездках. А может быть и широкая ниша, скажем, городское население развитых стран.

Пример 10. Краны для воды в домах и общественных помещениях в большинстве случаев основаны на принципе механической задвижки. В одном из проектов была поставлена задача спрогнозировать эволюцию данной системы. В качестве аналога по методу ПЛЭ была выбрана система управления оконными стеклами автомобиля. 20 лет назад управление стеклами было практически полностью механическим. Электрическое управление было атрибутом дорогих перестижных машин. Сейчас трудно найти новую машину без электрического привода управления стеклами. На основании этого был сделан вывод, что и случае водяных кранов механический принцип должен уступить электрическому. В чем здесь общность двух систем? Можно, конечно, усмотреть некоторую функциональную общность. Даже некоторую общность по принципу действия. Но главное, как мне кажется, заключается в общей психологии потребителя, который требует максимального удобства.

В этом смысле, я думаю, правомерно будет, скажем, линию эволюции в косметике перенести на эволюцию имплантации груди и не только. Например такую линию: сначала люди хотели, как бы, подлатать то, что от природы у них было, но с возрастом увяло (скажем, цвет волос, губ и пр.); потом люди захотели иметь то, что от природы у них не было, но было у других людей. Скажем, многие женщины (а теперь и мужчины, кстати, это тоже тренд – все копировать у женщин как более продвинутой системы) хотят стать блондинками. Наконец, захотелось иметь то, что от природы ни у кого нет. Например, неестественный цвет волос, цвет губ, величину глаз, ресниц и т.п.

2.6. Алгоритм применения метода ПЛЭ

При анализе ПЛЭ данной системы последовательность действий такова:

1. Находятся аналоги – системы, имеющие какую-либо общность с данной
 - 1.1. Функциональную общность:
 - формулируются функции системы, включая обобщенные и скрытые для каждой функции в отдельности находятся системы, выполняющие те же функции. Сначала – системы с аналогичным принципом действия, потом остальные.
 - 1.2. Физическую общность:
 - анализируется набор физических свойств, сущностных (эмульсия, пористая структура, волна) и внешних – (маленькая кругленькая и т.п).
 - находятся системы-аналоги
 - 1.3. Общность по Принципу Действия: находятся системы с тем же принципом действия, но выполняющие разные функции.
 - 1.4. Общность по объекту системы – общая маркетинговая ниша.
2. В найденных системах анализируются линии эволюции, причем отбираются яркие линии эволюции, то есть связанные с каким-то качественным скачком, по параметрам (абсорбент – суперабсорбент), переходом на другой принцип действия, появлением другой аппликации, и т.п.. Этот критерий "яркости" линий эволюции с системе-аналоге является, пожалуй, основным критерием, для быстрого отбора таких систем.
3. Эти тренды проецируются на исходную систему
4. Отбираются релевантные и нетривиальные результаты.

Пункты 1-4 проходятся по несколько раз, как бы, по спирали от ближних аналогов к дальним (см. Схему ниже), пока не будет найдена система с "яркой" линией эволюции, дающая нетривиальные сценарии в исходной системе.

По мере удаления от данной системы, специфические линии развития других систем могут становиться, либо нерелевантными, либо «скатятся» в общие

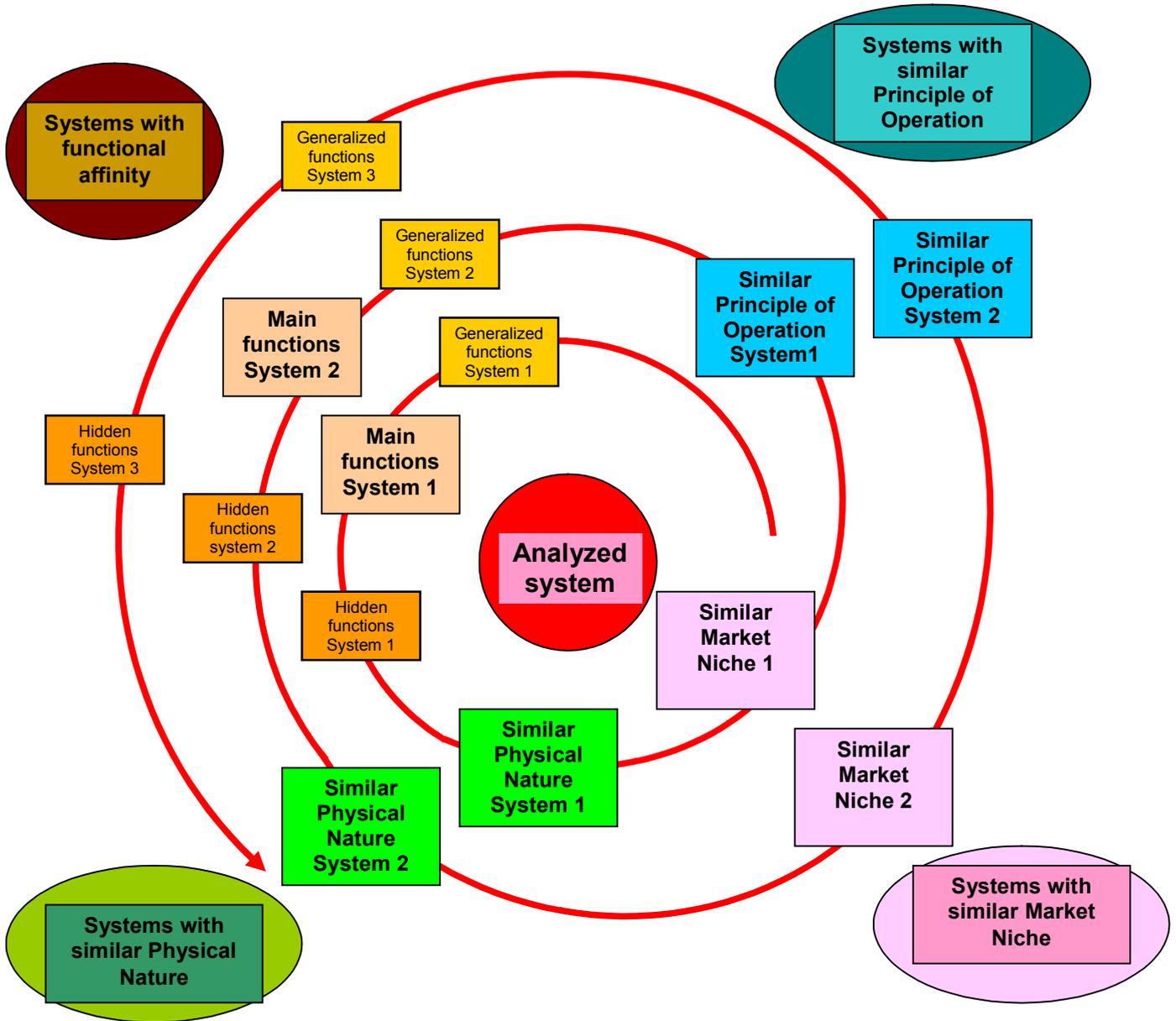
закономерности, с которыми имеют дело ЗРТС. В любом случае, число осмысленных и нетривиальных сценариев развития анализируемой системы будет весьма ограниченным. Далее эти сценарии можно ранжировать по вероятности или времени реализации. Может быть также, что данная система в будущем распадется на несколько видов, каждый – будет развиваться по своему сценарию.

Итак, на сегодняшний день найдено пока четыре источника общности (параллельности линий эволюции):

- Функциональная общность систем (включая обобщённые и скрытые функции),
- Общность Физической природы,
- Общность Принципа Действия, и
- Общность Маркетовой Ниши.

Однако автор допускает возможность нахождения в будущем и других источников общности, которые могут оказаться полезными для нахождения эффективных и нетривиальных потенциальных линий развития данной технической системы.

Scheme of Spiral-like Search for the Parallel System



3. Особенности метода ПЛЭ

3.1. Решение задачи. Какой?- Не знаем.

Следует заметить, что во всех перечисленных примерах мы явно не формулировали проблем исходной системы. Просто исходили из мысли, что, если в передовой области, перешли на другую технологию, тем самым решили какие-то проблемы старой технологии (включая, конечно проблемы низкой эффективности, дороговизны и пр.).

Скажем, как в Примере 3, в бумажной промышленности перешли на инфракрасную сушку, значит этим решали проблемы, которые, наверное, есть и в нашей системе.

Таким образом, еще одна важная особенность ПЛЭ-анализа состоит в том, что он дает прогноз развития системы без явного формулирования ее проблем. Более того, иногда реальные проблемы системы можно выявить, уже после синтеза, на стадии анализа линии развития системы-аналога.

Получается оригинальная ситуация, когда можно в принципе решать задачи, которые не только не поставлены, но и не выявлены. Более того, перенос линии эволюции из другой системы, в принципе, может способствовать выявлению ранее скрытых проблем данной системы.

Надо сказать, что возможность решения задачи без ее явного выявления, в принципе, присутствует и в других прогностических инструментах ТРИЗ, а не только в ПЛЭ. Например, в ЗРТС мы можем, используя Закон Динамизации, утверждать, что система должна стать динамичнее, не формулируя задачу.

Задача и противоречия, как бы подразумеваются, проходят на заднем плане.

Понятно, что изначальная проблема была в том, что нединамичная система плохо адаптировалась к изменяющимся во времени или в пространстве условиям.

Противоречия возникают там, где число уравнений (условий) превышает число переменных. Сделав систему более динамичной, то есть введя дополнительные параметры, мы уравниваем число уравнений и неизвестных. Таким образом, выводим задачу из тупика. Но все этого мы можем явно и не формулировать. То же самое можно проследить по другим законам. Каждый закон связан со своим "фирменным" противоречием.

В методе ПЛЭ, по-сравнению с другими инструментами прогнозирования, отказ от формулирования задачи на стадии синтеза решения становится еще более отчетливым. Подчас сами решаемые задачи не вполне ясны вплоть до детального анализа обеих систем.

Следует отметить, что в принципе, возможность решения задачи без ее явного формулирования заложена самой постановкой вопроса о замене цели ТРИЗ - от решения задач к совершенствованию технической системы [2].

3.1.1. Вероятность ошибки. Соотношение анализа и синтеза

Ясно, что не ставя и даже, не выявляя задачи, мы с высокой вероятностью можем попасть "пальцем в небо". Метод ПЛЭ вообще часто "набрасывает" много идей без особого разбора. Ничего страшного. Просто после синтеза наступает время анализа. Почему там перешли на новую технологию? Какие решались проблемы, противоречия? Есть ли эти проблемы в нашей системе? Что мешает внедрению опыта в нашей системе? Выяснить все эти вопросы - необходимая, но рутинная работа.

Здесь надо сказать несколько слов о соотношении синтеза и анализа.

С некоторой натяжкой можно утверждать, что техническом творчестве синтез – это полет, креативность, а анализ – это рутина.

Вообще существуют парные инверсные операции: сложение-вычитание, деление-умножение, возведение в степень – извлечение корня, взятие производной-нахождение интеграла и т.п. Во многих случаях одна из операций – рутинная, требующая четкого исполнения заранее известных шагов. Вторая операция требует, в каком-то смысле, творчества. Например, умножение – рутина, а вот деление столбиком – это уже – творчество. (Деление столбиком – это в сущности, последовательный подбор чисел с помощью умножения). То же соотношение между возведением в степень и извлечением корня, между взятием производной и нахождением интеграла. То же соотношение между генерацией идей и их отбором.

Может случиться, что привнесенные идеи не работают в данной области. Но их отбросить легче, чем сразу сгенерировать что-то новое и полезное.

3.2. Указание на необходимость качественного скачка

Иногда ПЛЭ-анализ может указывать на необходимость качественного скачка, изменения «принципа действия» в данной отрасли, чтобы следовать выявленной линии эволюции. Скажем, в Примере 5 линия эволюции указывает на необходимость создания вкусной и здоровой пищи для домашних животных. Но создать такую пищу вряд ли удастся при нынешней технологии, то есть, в пределах нынешнего «принципа действия». Сейчас белковую часть корма берут из всяких останков животных и частей, бесполезных для человеческой пищи. То есть, по-сути, методом собирательства.

Если еще раз применить ПЛЭ-анализ, добыча человеческой пищи шла по линии Собирательство – Производство (охота – животноводство). Переносим эту линию на пищу для домашних животных, можно предсказать появление специальных "ферм" для выращивания белковой массы. Например, можно выращивать каких-то специальных червячков с заранее заданным набором белков (при этом, очевидно, нет ограничений на генетическую инженерию). Здесь открывается интересная перспектива. Как известно, рост поголовья скота в развитых странах сдерживается во многом в связи с проблемой утилизации навоза. Возникает идея выращивания белковой массы на основе навоза.

Или как в Примере 6 о защите лопаток турбинного двигателя – метод ПЛЭ указал на необходимость перехода к новому принципу действия – активной защите. Конечно, указание на необходимость перехода к новому принципу действия – не есть прерогатива ПЛЭ. Другие прогностические инструменты ТРИЗ тоже могут такие прогнозы. Но в силу своей специфичности, указания ПЛЭ, если наталкиваются на препятствия в реализации в данной системе, формулируются в виде особо обостренных противоречий, для разрешения которых требуется переход к новому принципу действия.

Такое указание на необходимость смены принципа действия по методу ПЛЭ – не удивительно, учитывая, что в качестве аналогов данной системы мы выбирали только системы с "яркой" эволюцией, к которым по определению произошла в той или иной степени смена принципа действия.

4. ПЛЭ и другие инструменты ТРИЗ

4.1 Инструменты прогнозирования. Связь ЗРТС- Линии Развития - ПЛЭ

Законы Развития Технических Систем – это фундаментальные закономерности развития, которые относятся, практически ко всем системам. Они, как правило, дают общие указания, направления совершенствования системы.

Линии Развития – более частные закономерности, относящиеся с определенному классу систем. Они дают более конкретные указания. В сущности, они конкретизируют указания, данные законом.

Например, законы Динамизации и Согласования, связанные с адаптацией систем к внешним условиям, практически универсальны.

Линии Развития "Точка - Линия – Плоскость" (или наоборот, в зависимости от цели) или "Постоянное воздействие – Вибрации – Удар" также отражают адаптацию систем, соответственно в пространстве и во времени. Эти линии по сути, являются частным случаем проявления Закона Согласования. Они – не универсальны, относятся к определенному классу систем, зато дают более определенные указания. В работах автора [21,22] было показано, что эти линии связаны с определенным консерватизмом систем (неконсервативные системы – неустойчивы), с преодолением некоторого порога. Значит, если такое преодоление – полезно, надо идти по Линиям Развития в сторону концентрации усилий в пространстве или во времени. Если же такое преодоление – вредно, как, например, в задачах по прочности, надо идти обратно, рассосредоточивая усилия. Таким образом, Линии Развития, связанные с концентрацией усилий в пространстве и во времени – не универсальны, они эффективны только для систем с выраженной консервативностью (так называемой, "мягкой нелинейностью" в общем случае). Зато их указания достаточно конкретны.

ПЛЭ по шкале универсальности находятся еще дальше, они относятся к довольно узкому классу систем, связанных с данной некоторой общностью - функциональной, по физической природе, принципу действия или маркетовой нише. Однако, их указания могут быть очень конкретны – вплоть до готовой технологии и адреса фирмы, куда можно обратиться.

Эту связь между прогностическими инструментами ТРИЗ и методом ПЛЭ продемонстрируем на приведенном выше Примере 6 по защите двигателя самолета.

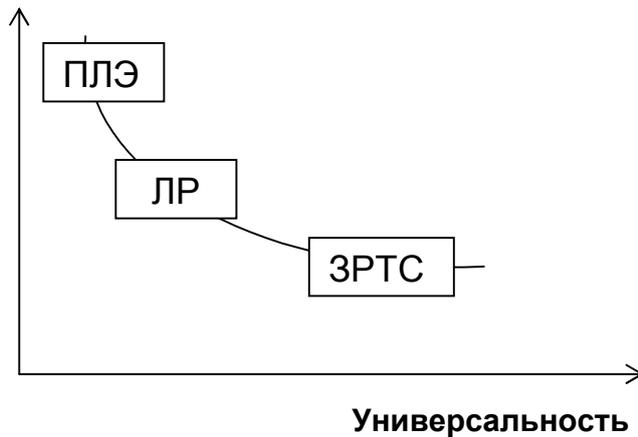
С помощью метода ПЛЭ, по аналогии с военным делом мы сделали прогноз развития систем защиты самолетного двигателя – от пассивной защиты, к активной.

Можно ли было сделать такой прогноз на основе Линий Развития и Законов? В принципе, и в военном деле переход от пассивной защиты к активной – это тоже, конечно, следование Линиям Развития, а значит и Законам. Почему военные так любят и слово "удар", да и сам удар? Потому, что удар – это концентрация усилий сразу по двум Линиям – по времени и в пространстве. И такая концентрация очень эффективна для преодоления высокого порога в сугубо консервативной системе, каковой является забаррикадированный противник. Но, если атака эффективна, то это значит, что против такого концентрированного удара пассивная (рассредоточенная) защита – не особенно эффективна. В плане защиты имеет место явное рассогласование. Закон велит: надо согласовать! То есть на концентрированную атаку надо ответить сконцентрированным ударом – активная защита.

Таким образом, до этого всего можно было, наверное, дойти и на основе ЗРТС или ЛР, но, как говорится, "папа тоже мог, но бык (вернее ПЛЭ) лучше". Следуя данной аналогии, можно сказать, что метод ПЛЭ наносит концентрированный удар.

Итак, если Законы Развития Технических Систем дают общие указания для практически любых систем; Линии Развития дают более конкретные указания для достаточно широкого класса систем; ПЛЭ дают сугубо специфические указания для сравнительно узкого класса систем. Это можно отразить графически

Специфичность указания



4.2. Функционально-Ориентированный Поиск

Как отмечалось выше, для метода ПЛЭ первой и наиболее естественной является общность главных функций двух систем. В этой точке – опоре на функциональную общность двух систем, анализ Параллельных Линий Эволюции соприкасается еще с одним инструментом ТРИЗ – методом Функционально-Ориентированного Поиска (ФОП).

ФОП разрабатывался как инструмент для решения задач, а не как специальный прогностический инструмент. Однако он способен выдавать сильные решения и, в этом смысле, мы вслед за Г.Альтшуллером, можем рассматривать его как прогностический инструмент.

Согласно ФОП для решения поставленной задачи требуется найти другую систему с той же главной функцией, как и в исходной системе. В качестве аналога желательно найти систему, в которой данная функция имеет более высокую функциональную значимость, проще говоря, важнее или выполняется в более тяжелых условиях. Поэтому высока вероятность, что в этой системе поставленная задача уже решена. Осталось только перенести решение на исходную систему. Как видно идеологические подходы методов ПЛЭ и ФОП близки между собой. Только, если последний производит, как бы, отображение точки в точку, метод ПЛЭ производит отображение линии в линию - тренды развития различных систем с близкими функциями.

Пример 11. В одном из недавних проектов, который явно следует отнести к типу 1, требовалось найти способ приклеивания одной детали к другой, сохраняя при этом заданную толщину клеевого слоя. Главная функция системы присоединить, более конкретно, не меняя принципа действия – приклеить две детали. Такая функция имеется у великого множества технологий. Можно сформулировать главную функцию сразу применительно к данной задаче – склеить две детали с сохранением толщины клеевого слоя. ФОП дает указание на технологию приклеивания чипов в электронике. При этом, выводит на неплохое решение – добавка в клей стелюанных или металлических калиброванных шариков. Недорого, просто и практично. На этом можно было бы и успокоиться. Но метод ПЛЭ требует проследить всю линию эволюции. Оказывается в электронике переходят на деформируемые (полимерные) шарики, потому что при запекании клея в печи могут возникать термические напряжения на границе шарик-клей. Может возникнуть опасность образования микротрещины. Смотрите, мы узнали о проблеме из анализа эволюции в системе-аналоге. Оказалось, что в исходной системе эта проблема может оказаться еще более острой.

Не всегда линии эволюции следуют линии изменения параметров по одной функции. Часто эволюция идет с «перескакиванием» с одной функции на другую. Например, было бы смешно сегодня описывать эволюцию одежды в терминах улучшения главного параметра – обеспечивать термическую изоляцию от окружающей среды. Вообще, системы на 3-м этапе S-образной кривой часто перескакивают по функциям, то есть конкуренция и эволюция систем идет не по главной, а по вспомогательным функциям – в каждый данный момент времени какая-то функция становится доминирующей. Например, пища когда-то должна была доставлять необходимые калории, потом вкусовые ощущения, потом здоровье, потом вкус и здоровье вместе при меньшем количестве калорий. ПЛЭ может легко перескакивать с функции на функцию, следуя этой линии (как, скажем, в Примере 5 по эволюции пищи для домашних животных). В то же время механизм аналогий, ориентированный на развитие только по одной главной функции, в такой ситуации столкнулся бы с проблемами.

Несмотря на различия, ПЛЭ и ФОП имеет много общих черт. Одна из них состоит в том, что оба инструмента дают очень специфические указания.

Очень важной задачей является также нахождение уже существующей технологии и перенос ее в данную область. Происходит "изменение парадигмы не только ТРИЗ, но и понятия изобретательства в целом – вместо придумывания новой идеи с последующим многолетним мучительным внедрением предлагается поиск и перенос готовых технологических решений" [2].

Метод ПЛЭ, как и ФОП дает указание на уже готовую технологию или фирму, которая может эту технологию адаптировать к требованиям исходной системы.

Отличия метода ПЛЭ, кроме упомянутого выше отображения линии в линию, заключаются также в опоре не только на главную функцию системы, но и на обобщенные функции в самом широком смысле, скрытые функции, а также на другие признаки общности двух систем, такие, как Физическая Природа, Принцип Действия, Маркетовая Ниша.

Таким образом, метод ПЛЭ, как инструмент прогнозирования тесно связан с другими инструментами прогнозирования ТРИЗ, не заменяя, а дополняя их.

5. Параллельные Линии эволюции биологических и технических систем

Говоря об эволюции технических систем, невозможно, не упомянуть ее связь с эволюцией в живой природе. Идея общности технической и биологической эволюции – очень старая, хотя по-прежнему, достаточно плодотворная. Трудно однозначно сказать, какая здесь работает общность. (Наверное, что-то вроде общего стремления к идеальности, целесообразности.) Однако аналогия двух видов эволюции работает. Можно говорить об отдельных узлах, "подсмотренных" у природы, таких как полые кости, устройство нервной системы и мозга. В этом ряду скромно упомянем устройство носового фильтра, который использует центробежный принцип для осаждения частиц аллергенов на стенках канала, также как это происходит в дыхательных путях.

Можно также говорить о неких общих принципах построения системы. Скажем, в живой природе имеет место сочетание специализации органов и клеток с "триммингом", когда один элемент выполняет две разные функции. Известно, например, что кости, эта механическая опора всего организма, используются одновременно для производства клеток крови и т.п.

Однако, здесь хотелось бы немного подробнее остановиться на несколько другом аспекте аналогии эволюции живых и технических систем. Говоря об эволюции в биологии, обычно подразумевают одновекторное развитие от простейших с человеку разумному - вершине эволюции [3]. Однако, при объективном взгляде можно заметить, что у биологической эволюции есть и другая вершина⁵ - это вирусы, бактерии и грибки [23]. Эти микроорганизмы так и остались простейшими, но зато необыкновенно отточили способность к размножению. Если с современным человеком что-то живое и может конкурировать, то есть, реально угрожать, то это не гигантские тигры и акулы, а невидимые глазом простейшие, которые только и умеют, что питаться и размножаться. Но тот, кто знаком с этой борьбой вряд ли сможет однозначно сказать, кто в конечном счете победит, мы или они. Человек придумывает новые антибиотики, а микробы мутируют и

⁵ Здесь автор рискует уподобиться "блондинке" из анекдота [18] (хотя автор не подходит под это определение ни полом, ни возрастом, ни бывшим цветом бывших волос), которая обнаружила, что позвоночник кончается также головой, а не только копчиком.

становятся к ним нечувствительными и так далее. Сейчас применяемые дозы антибиотиков в тысячи раз выше, чем то, что было при изобретении пеницилина. Спрашивается, можно ли в небиологических видах эволюции найти линии развития по "идее вирусов"? Безусловно, и очень много. Например, кто на сегодня может реально противостоять мощи американской армии? Россия? Китай? Нет – Аль-Каеда.

Несколько лет назад промелькнуло сообщение о банде фальшивомонтчиков. Они не утруждали себя копированием сложных систем защиты долларов. Просто печали на цветном принтере купюры по одному доллару и сплавляли их через развитые сети распространителей. Очень эффективно и очень трудно с этим бороться. Ну кто же будет проверять каждый доллар? Все как у вирусов – простота и отточенная система массового производства и распространения. В эволюции технических систем такое направление тоже получило развитие. Еще Альтшуллер заметил тенденцию замены дорогих многоразовых изделий на дешевые одноразовые. Сейчас это развернулось в полной мере. Причем имеются в виду не только одноразовые тарелки, зонтики и даже фотоаппарты. К категории "вирусов" можно отнести все продукты, ставшие дешевыми в массовом производстве. При этом на наших глазах происходит, как бы замена ценностей. Например, лазер в качестве указки. В свое время, автору очень понравилась идея А.Любомирского использовать камеру с экраном в качестве зеркала. Казалось бы, сложные приборы – должно быть очень дорого. Однако, на сегодня так думать – это психологическая инерция. И лазер и камера с экраном по цене уже сравнимы с механической указкой или зеркалом. Но зато какие открываются возможности. Как в сказке "ты мне зеркальце скажи" и пр. (А лазером можно слепить училку, что тоже кайф).

Использование "вирусов", то есть того, что при очень массовом производстве стало дешевым, оказывается мощной Линией Развития технических систем. На сегодня магнитные полосы и RFID встраиваются в проездные билеты.

Микропроцессоры и микромоторы могут быть установлены в обычных продуктах, даже одноразовых, например, свадебных тортах.

Пример 12. В одном консультационном проекте было предложено дать прогноз по развитию уровней – приборов для определения горизонтального или вертикального положения поверхности с помощью позиции пузырька в жидкости. Прибор этот был изобретен 400 лет назад и с тех пор мало изменился. Конечно, существуют датчики поворота с цифровой и звуковой сигнализацией, но бо'льшая часть уровней базируется на старом принципе. Анализ ситуации показал, что все цифровые и звуковые изыски не дают особого преимущества пользователю, поскольку он все равно должен держать уровень одной рукой, а в таком положении нетрудно и на пузырек посмотреть. Значит, чтобы выйти из этого тупика, система должна взять на себя функцию удерживать себя на любой поверхности, включая вертикальную. Что можно использовать для удержания прибора на вертикальной стене, немагнитной и без полочек? Пожалуй только клей и вакуум, то есть присоску. Но трудность заключается в том, что объект измерения, как правило, не гладкий, и клей и присоска отвалятся через пару секунд. Встала задача, как обеспечить вакуум в течение продолжительного времени. Что же может делать вакуум длительное время? Вы будете смеяться – вакуумный насос. Оказалось, что микро вакуумный насос размером с маслину стоит \$5. Это – не особо дорого, если учесть, что дорогие профессиональные уровни с цифровым и звуковым выходом стоят более \$100. То есть, опять же – смена понятий. Довольно сложный прибор, ставший в массовом производстве дешевым, вполне может быть встроен в ручной инструмент, по крайней мере, в профессиональный. Кстати, сильная Линия Развития, в частности, ручного инструмента – то, что есть у профессионалов, постепенно проникает и на рынок для обычных пользователей.

Итак, по аналогии с "вирусным" направлением биологической эволюции, базирующемся на способности быстрого размножения, в технике также можно проследить Линию Развития, основанную на массовом производстве (то есть, в сущности, тоже быстром размножении) миниатюрных и дешевых элементов, которые могут быть встроены в обычные продукты для придания им необычных свойств. Эта Линия хорошо укладывается в изменившуюся парадигму изобретательства, о которой пишет С.Литвин [2]. Здесь, может быть, нет ярких

озарений, связанных с разрешением противоречий, но зато получающиеся решения выдают уже готовую технологию, эффективную и экономически оправданную в свете изменившихся рыночных реалий.

6. Применение метода ПЛЭ в консультационных проектах

И.И. Петий и О.М. Герасимов [24] называют следующие типы консультационных проектов:

1. Повышение функциональности технических систем / технологических процессов,
2. Снижение затрат технических систем и технологических процессов,
3. Создание новой технической системы / технологического процесса и
4. Прогноз развития существующей технической системы / технологического процесса.

Понятно, что метод ПЛЭ – наиболее адекватен 4-му типу консультационных проектов. Однако, 1-й, а особенно, 3-й типы проектов могут также получить существенный импульс от анализа эволюции в более продвинутой системе. В сущности, всюду, где есть потребность найти решение изобретательской задачи, первое, что стоит сделать, попытаться опереться на аналоги. Например, если речь идет о создании новой технической системы, можно, конечно, попытаться изобрести велосипед, а можно, следуя методам ФОР и ПЛЭ, сформулировать главную функцию системы, найти аналог, и пытаться его адаптировать в рамках поставленной задачи. При этом метод ПЛЭ даст не только подсказку для решения, но и следующий шаг.

Таким образом, метод ПЛЭ можно рекомендовать как рабочий инструмент, практически, для любого типа консультационного проекта.

Литература

1. Альтшуллер Г. О прогнозировании развития технических систем. –Баку, 1975. <http://www.altshuller.ru/triz/zrts3.asp>.
2. Литвин С.С. Основные направления развития "технической" ТРИЗ. - Журнал ТРИЗ, 14, июнь, 2005.
3. Б.Злотин и А.Зусман. ТРИЗ прогнозирование вчера, сегодня, завтра. Выход за парадигму. – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
4. Zlotin B., Zusman A. Patterns of Evolution: Recent Findings on Structure and Origin. - Altshuller Institute's TRIZCON2006, April, 2006, Milwaukee, WI USA <http://www.trizjournal.com/archives/2006/09/04.pdf>.
5. Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем. GEN3 Partners, 2003. <http://www.metodolog.ru/00767/00767.html>.
6. Simon Litvin Main Parameters of Value as a Tool for Technology Forecast – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
7. Петров В. Законы развития систем. Серия статей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108>.
8. Петров В.М. Система законов развития техники как инструмент прогнозирования. – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
9. Петров В. Законы развития систем. Серия статей. – Тель-Авив, 2002. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=108>.
10. Pinyayev A. Application Condition as a Starting Point of TESE-based Prediction. – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
11. Рубин М. Этюды о законах развития техники. Труды Международной конференции «Три поколения ТРИЗ» и Саммит разработчиков ТРИЗ. ТРИЗФест – 2006. 13-18 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006. – с.219-228. <http://www.temm.ru/ru/section.php?docId=3432>.
12. Рубин М.С. АСС-Прогнозирование. – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
13. Ефимов А.В. Прогнозирование на основе единой системы Законов-Стандартов-Приемов. - Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
14. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники (основы теории развития технических систем). Изд. 2-е испр. и доп. Книга для изобретателя

- изучающего ТРИЗ. INSTITUTE OF INNOVATIVE DESIGN: Красноярск, 1996.
<http://www.triz.minsk.by/e/21101300.htm>.
15. Любомирский А.Л. Практические Механизмы Законов Равития Технических Систем. – Бостон, США, 2003. <http://methodolog.ru/instruments/html>.
 16. S.Litvin. New TRIZ-based tool – Function-Oriented Search. ETRIA Conference TRIZ Future 2004. November 2-5, 2004, Florence, Italy.
 17. Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution – philosophy, theory, and practice <http://www.ideationtriz.com/new/materials/DirectedEvolutionBook.pdf>
 18. Литвин С.С. "Инструменты Определения "Правильных Задач" в Методике G3 : ID" – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2007.
 19. Любомирский А.Л. Выбор базовой системы по параметру «перспективность» – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2007.
 20. Литвин С.С., Гершман М. Применение метода Параллельных Линий Эволюции для технического прогнозирования – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
 21. Гершман М. Лучше сорок раз по разу? – Доклад на конференции Ассоциации ТРИЗ Израиля, 2002.
 22. Гершман М. Об эффективности импульсного и вибрационного воздействия. – Машиноведение, 4, 1980.
 23. Гершман М. Два полюса эволюции биологических и технических систем. – Доклад на конференции Ассоциации ТРИЗ Израиля, 2008.
 24. Петий И.И., Герасимов О.М. Особенности выполнения консультационных проектов. - ТРИЗ конференция 2007.
<http://www.metodolog.ru/01147/01147.html>

Список работ по теме диссертации

1. Литвин С.С., Гершман М. Применение метода Параллельных Линий Эволюции для технического прогнозирования – Доклад на Саммите ТРИЗ, 2010.
2. Гершман М. Лучше сорок раз по разу? – Доклад на конференции Ассоциации ТРИЗ Израиля, 2002.
3. Гершман М. Об эффективности импульсного и вибрационного воздействия. – Ан СССР, Машиноведение, 4, 1980.
4. Гершман М. Два полюса эволюции биологических и технических систем. – Доклад на конференции Ассоциации ТРИЗ Израиля, 2008.