

TRIZ Developers Summit 2020

August 17-21, 2020. Minsk, Belarus

Развитие функциональности в технических и бизнес системах

Валерий Сушков

ICG Training and Consulting, Enschede, The Netherlands

Abstract

The paper presents a new addition to the TRIZ Theory of Engineering and Business Systems Evolution: the trend which studies how functionality of systems develops over time and how these changes affect structure and composition of the systems. Eighteen steps of functionality evolution are presented and illustrated by examples from technical and business areas.

Keywords: TRIZ; Trend of Functionality Evolution; Theory of Technical Systems Evolution; Business Innovation Roadmapping

Аннотация

В статье представлено новое дополнение к Теории Развития Технических и Бизнес Систем: тенденция, изучающая, как функциональность технических систем изменяется с течением времени и как эти изменения влияют на структуру и состав технических и бизнес систем. Представлены восемнадцать шагов развития функциональности, и каждый шаг проиллюстрирован примерами из техники и бизнеса.

Ключевые слова: ТРИЗ; Тенденция Развития Функциональности; Теория Развития Технических Систем; Дорожная карта инноваций

1. Введение

В своих ранних работах по ТРИЗ Г. Альтшуллер сформулировал девять законов развития технических систем [1]. Сведенные в систему, эти законы были названы «ЗРТС» (аббревиатура от «Законы Развития Технических Систем») и сформировали Теорию Развития технических систем (ТРТС), которая с тех пор развивается как одно из основных направлений ТРИЗ.

ТРТС изучает законы, закономерности и линии эволюции, которые демонстрируют общие закономерности, управляющие конкретными этапами инновационного развития различных технических систем. Общим критерием для того, чтобы изучаемые закономерности стали частью ТРТС, является независимость от узкоспециальной области, поскольку исследования ТРИЗ нацелены на создание независимой от конкретной технической области системы методов и инструментов для поддержки изобретательства и инноваций. В настоящее время известно несколько модификаций исходной системы ТРТС [2-7]. Эти модифицированные версии по-прежнему сохраняют первоначальные девять законов в том или ином виде, сформулированные Г. Альтшуллером, но добавляют новые законы, тенденции и линии эволюции или уточняют существующие.

Параллельно с изучением законов и линий эволюции в технике, развивается система законов и линий эволюции бизнес-систем [8-9], поэтому сегодня можно говорить о расширении ТРТС в Теорию Развития Технических и Бизнес систем. Нельзя говорить о полном сходстве законов и закономерностей в технике и бизнесе, однако есть как общие закономерности, так и закономерности, присущие лишь технике или бизнесу.

Представленная в статье Тенденция Развития Функциональности сформулирована и исследована автором на основе большого количества проведенных инновационных проектов как в области техники, так и бизнеса. Эта конкретная тенденция (линия развития) достаточно универсальна и изучает эволюцию функциональности утилитарной искусственно созданной системы с течением времени и фокусируется на выявлении и представлении общих закономерностей появления, развития и исчезновения функций в процессе инновационной эволюции.

2. Функциональность систем

Словарь Merriam-Webster определяет функциональность как «*возможность практического использования: возможность функционирования*» [10]. То есть, функциональность – совокупность функций, реализуемых системой для реализации цели, для которой создавалась искусственная система. Описываемая в данной статье тенденция основана на определении функции, широко используемом в ТРИЗ и предложенном в методике ТРИЗ-ФСА [11], где функция рассматривается как конкретное действие между двумя объектами, в качестве которых могут выступать как подсистемы, а также элементы системы и ее надсистемы, которое производит определенный эффект по изменению или предотвращению изменения значения какого-либо атрибута объекта (системы). Кроме того, устанавливается связь между функцией и принципом работы, на основе которого реализуется данная функция.

Цель функции определяется тем, что система в целом или любая ее часть делает по отношению к другой системе. В большинстве случаев цель функции - обеспечить изменение определенного атрибута другого компонента или системы, например, для изменения температуры объекта – повышения или понижения ее значения. В других случаях цель функции может заключаться в том, чтобы либо предотвратить изменение атрибута (например, предотвратить изменение значения температуры объекта), либо передать информацию, либо обеспечить какое-либо нематериальное действие (например, принятие какого-либо решения).

Общие принципы формулирования функций для технических и бизнес-систем одинаковые, хотя имеются небольшие отличия, продемонстрированные в [12]. Основное отличие касается функций, в которых выполняется некая работа, но не происходит изменения значения атрибута объекта, по отношению к которому выполняется работа, например, в процессах наблюдения, мониторинга, контроля.

Впервые Тенденция Развития Функциональности была представлена в работе [13] и описывала исключительно развитие технических систем. За последовавшие годы активное применение ТРИЗ к системам бизнеса и управления доказали, что эта же тенденция наблюдается и в развитии утилитарных бизнес систем. к которым, прежде всего, относятся:

1. Бизнес организации, создающие добавленную ценность (компании, кооперативы, консолидированные группы)
2. Социально-технические системы, создаваемые для обеспечения выполнения конкретных бизнес услуг.

Любую из таких систем можно описать с помощью ее функций, которые представляют собой совокупность функций, производимых частями системы (подсистемами), чтобы обеспечить функционирование всей системы. Типы этих функций можно классифицировать по-разному, но с точки зрения ТРИЗ мы можем выделить три основные категории функций:

1. Внутрисистемные функции, которые существуют между подсистемами внутри системы (основные и вспомогательные функции).
2. Внешнесистемные функции (главные и дополнительные функции системы), которые взаимодействуют с надсистемой или средой, в которой существует система.
3. Надсистемные функции, которые создаются в надсистеме, чтобы помочь системе реализовать или улучшить реализацию свои внутрисистемные и внешние функции.

В любой более или менее сложной системе ее подсистемы можно рассматривать как независимые системы, для которых другие части системы, с которыми они взаимодействуют, становятся их надсистемой. То, что мы называем системой, зависит от границ, определенных в каждом конкретном случае.

В следующем разделе представлены этапы (шаги) Тенденции Развития Функциональности применительно к техническим и вышеупомянутым типам бизнес систем.

3. Линия Развития Функциональности

В таблице 1, приведенной ниже, перечисляются основные шаги развития функциональности, проиллюстрированные развитием технической системы – велосипеда, и бизнес-системы – аэропорта. Аэропорт, в первую очередь, является именно бизнес-системой, поскольку его основная цель – обеспечение и управление посадкой-взлетом самолетов. В то же время современный аэропорт обладает сложной технической инфраструктурой, в основном, состоящей из большого количества функционально независимых технических и бизнес систем. Поэтому аэропорт можно рассматривать как сеть объединенных бизнес-систем с конкретными связями между отдельными бизнес-системами. В нашем примере мы будем рассматривать аэропорт как консолидированную бизнес-систему с точки зрения предоставляемых услуг.

В данной статье шаги представлены в общем виде. В развернутом виде некоторые из шагов могут включать в себя различные категории компонентов систем, реализующих необходимые функции на данном шаге [13].

Таблица 1. Шаги линии развития функциональности систем

| Шаг 1: Создание простейшей системы, основанной на определенном принципе действия (Системы Первого Поколения - СПП), обеспечивающим новую главную полезную функцию, нигде ранее не реализованную. | |
|---|---|
| <i>Пример из техники</i> | <i>Пример из бизнеса</i> |
| Первый рабочий велосипед, известный как «Hobby Horse», был изобретен в 1817 году бароном фон Дрейзом. Машина имела раму, два колеса, рулевое колесо, | Первыми площадками для самолетов были поля со скошенной травой и указателями. Появления ангаров для защиты первых самолетов от воздействия внешней среды. |

| | |
|--|--|
| седло и была полностью деревянной. | |
| Шаг 2: Появление функций интерфейса (взаимодействия) между основными подсистемами системы для обеспечения главной полезной функции. | |
| Появление руля позволяет управлять колесом, появление педалей позволяет вращать колесо. | Появление службы, обеспечивающей надлежащее качество взлетного поля. Регулировщик взлета-посадки. Появление служб, обеспечивающих высадку-посадку пассажиров. |
| Шаг 3: Появление вспомогательных функций, которые доводят выполнение основной полезной функции до требуемого уровня производительности, исправляют и предотвращают сбои и ошибки в реализации главной полезной функции. | |
| Добавлена подсистема трансмиссии (цепь и шестерни), обеспечивающая вращение заднего колеса. В современных велосипедах трансмиссия позволяет переключаться между разными режимами езды. Появление тормоза предотвращает аварии. | Появление взлетной полосы. Появление прожекторов. Появление ветряных указателей. Появление служб радиосвязи. Появление служб проверки пассажиров и груза. Появление транзитных зон для пассажиров, следующих пересадочными рейсами. Служба управления трафиком самолетов вокруг аэропорта. |
| Шаг 4: Появление дополнительных и вспомогательных функций, связанных с удобством использования, эргономикой, удобством управления, последующей утилизацией, устранением вредных эффектов, и т.п. | |
| На металлические рамы была добавлена резиновая шина для улучшения плавности хода. На руль велосипеда поместили пластиковые ручки для улучшения сцепления с ладонями. Педали сделали вращающимися для удобства езды. Добавили звонок. | Появление служб обслуживания пассажиров. Появление залов ожидания. Появление служб, обеспечивающих питание пассажиров. Появление мест отдыха экипажей. Появление служб безопасности. |
| Шаг 5: Появление других систем в среде, окружающей СПП, которые реализуют надсистемные функции для поддержки и расширения функциональности СПП. | |
| Воздушный насос для накачивания велосипедной шины. Велокомпьютер для измерения скорости и пройденного расстояния. Камеры и шины, производимые отдельно. | Появление служб подготовки и обучения персонала. Поставщики авиационного керосина. Поставщики ремонтного оборудования. Поставщики питания. Появление внешних авиакасс. Появление таможенных и пограничных служб. |
| Шаг 6: Увеличение количества и разнообразия дополнительных функций в СПП. | |
| Детское сиденье может быть установлено для езды с ребенком. Корзина для транспортировки покупок. | Появление парковки. Появление турагенств внутри аэропорта. Появление служб аренды автомобилей. |
| Шаг 7: Появление функций интерфейса, которые обеспечивают взаимодействие дополнительных функций с надсистемой или средой. | |
| Задний и передний багажники позволяют прикрепить груз. Стойка для бутылок предназначена для размещения бутылки с | Появление функций, обеспечивающих инфраструктуру обслуживания грузовых авиарейсы. |

| | |
|--|---|
| водой. | |
| Шаг 8: Интеграция надсистемных функций в СПП. | |
| Сначала велосипедная фара продавалась как внешняя система, но позже производители велосипедов интегрировали ее в СПП. | Создание собственных ремонтных бригад. Создание служб проверки самолетов. |
| Шаг 9: Появление вариантов СПП для работы в различных контекстах, обладающих разными наборами основных параметров ценности | |
| Горный велосипед. Трековый велосипед. Велосипед для людей с ограниченными возможностями. Детский велосипед | Гражданские аэропорты. Военные аэропорты. Аэропорты малой авиации. Гидроаэропорты. |
| Шаг 10: Развитие надсистемных функций, которые обеспечивают жизненный цикл СПП и расширяют функциональные возможности СПП. | |
| Расширяется количество производителей различных видов велосипедных замков, детских сидений, сумок, велосипедных шлемов, велосипедных дорожных знаков и т. д. | Расширяется количество поставщиков для аэропортов, предлагающих различные виды сервисов и услуг как для самого аэропорта, так и пассажиров, например, Магазины Duty Free, появление крупных торговых центров различных брендов. |
| Шаг 11: Функциональная адаптация к меняющимся внешним условиям и меняющимся основным параметрам ценности. | |
| Современный городской велосипед должен быть маленьким, легким, чтобы носить с собой, безопасным, устойчивым к краже, хорошо видимым в условиях низкой освещенности. | Появление посадочных полос для дальнемагистральной авиации. Появление отелей для отдыха экипажей. Появление медицинских служб. |
| Шаг 12 Переход к другому базовому принципу действия, обеспечивающему выполнение главной полезной функции (или новой бизнес-модели для бизнес систем). Появление принципиально нового поколения системы. Возможное повторение шагов 2-11 для новой системы, основанной на новом принципе действия. | |
| Электрический велосипед, в котором водитель может переключаться между мускульным и электрическим режимами, а также использовать оба режима одновременно. | Изменение бизнес-модели: изначально аэропорты принадлежали кооперативам владельцев самолетов или конкретным авиалиниям. Сейчас большинство крупных аэропортов принадлежат городам и управляются управляющими компаниями. |
| Шаг 13: Сокращение вспомогательных функций. | |
| Велосипед, в котором ступица свободного хода с прямым приводом соединяет ось кривошипа с осью заднего колеса, укорачивая колесную базу и минимизируя конструкцию [14] | Система автоматической логистики багажа устраняет множество вспомогательных операций. В современных условиях концепция «хабов» меняется – они исчезают. Пассажиры предпочитают беспересадочные полеты. Идет сокращение транзитных зон и транзитных служб. |

| | |
|---|--|
| | |
| Шаг 14: Сокращение или устранение надсистемных функций. Вынесение функций в надсистему. | |
| Если в велосипеде используется технология самонадувающихся шин или шины не нуждаются в дозаправке воздухом, воздушный насос устаревает, так как он больше не нужен. | Средства само-регистрации (self check-in) сокращают количество персонала и уменьшают количество ошибок; аутсорсинг кейтеринга, продажи билетов и других непрофильных функций сторонним бизнесам. |
| Шаг 15: Свертывание системы к основным и главным полезным функциям. Максимальное приближение к «идеальной» системе | |
| Велосипед еще не достиг этой стадии, хотя предпринимаются некоторые попытки, например, концепция велосипеда «Hubless Zigzain» [15], в которой велосипед состоит из упрощенной рамы с колесами, вращающимися с помощью небольшого карданного вала. | Аэропорты для обслуживания малой авиации практически полностью аутсорсят все второстепенные службы в надсистему. |
| Шаг 16: Слияние с другими неконкурирующими системами для реализации двух или более главных полезных функций. | |
| Велосипед может быть оснащен компонентами, которые превращают велосипед в тренажер. Летом на велосипеде можно кататься на улице, а зимой заниматься спортом дома. Другой пример - объединение велосипеда с катамараном для создания водного велосипеда. | Крупная железнодорожная станция совместно с аэропортом. |
| Шаг 17: Полная передача главной полезной функции в надсистему. Исчезновение отдельной изолированной системы (но не ее главной полезной функции). | |
| Многопользовательские велосипеды. Велотренажер с очками виртуальной реальности. | Создание транспортной интермодальной системы: единого комплекса из аэропортов в крупных городах, связанных многополосными автодорогами и железнодорожными магистралями |
| Шаг 18: Полное исчезновение главной полезной функции | |
| В будущем: человеку больше не нужна функция перемещения. Физическая форма поддерживается за счет контролируемой активации релевантных нейронных сетей. Перемещение в пространстве происходит с помощью устройств мгновенной телепортации («Beam me up, Scotty» [16]). | Полная замена больших самолетов небольшими дальнемагистральными индивидуальными авиaperевозчиками устранил функцию пассажирского аэропорта. Приземляться можно будет на крыше или в саду. |

В таблице хорошо просматривается линия развертывания – свертывания систем, затем переход в надсистему, и в итоге полное исчезновение главной полезной функции (Рис. 1).

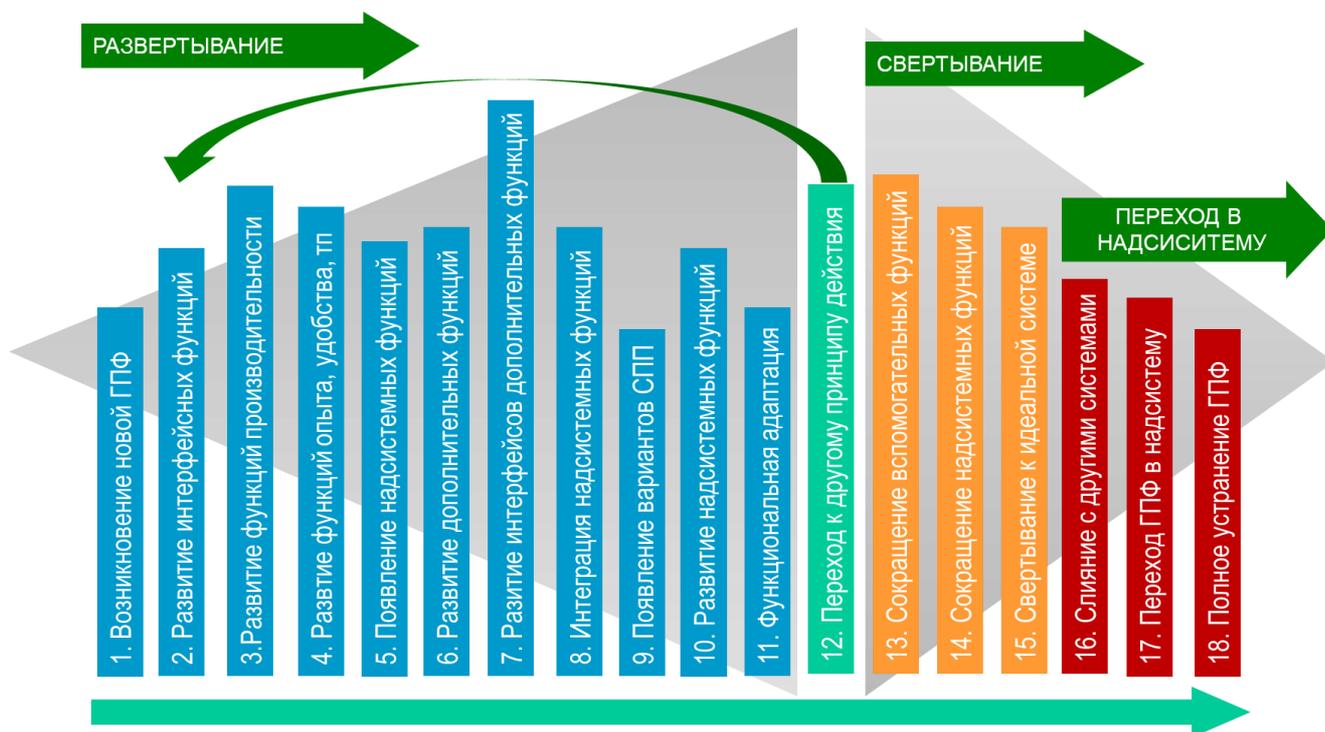


Рис. 1. Линия Развития Функциональности

4. Заключение

Важно отметить, что приведенный выше порядок 18 шагов не является строго обязательным, всегда повторяющимся, а лишь является статистической вероятностью. Некоторые шаги могут происходить раньше, а некоторые - позже. Например, системы новых поколений, основанные на революционных или подрывных инновациях, могут быть изобретены в любое время (шаг 12), и могут полностью заменить системы предыдущих поколений еще до того, как они войдут в фазу свертывания или перехода в надсистему.

Также важно, что для повышения вероятности успешного применения Тенденции Развития Функциональности, она не должна использоваться как изолированный метод или инструмент. Ее следует использовать в сочетании с другими тенденциями и законами развития, известными в ТРИЗ, которые помогают определить текущее состояние технической или бизнес системы и дать более точный прогноз ее будущего развития.

В целом, понимание законов ТРИЗ, закономерностей и линий развития систем дает более точное представление о стратегическом развитии технологий, продуктов и услуг и создании более аккуратных инновационных дорожных карт, поскольку снижает риски неудач и помогает заблаговременно распознать и использовать новые возможности.

Литература

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука: теория решения изобретательских задач. Москва, Советское радио, 1979.
2. Саламатов Ю.П. Система законов развития техники. В «Шанс на приключение», Петрозаводск, Карелия, 1991.

3. Zlotin B., Zusman A. Directed Evolution: Philosophy, Theory and Practice. Ideation International Inc., 2001.
4. Mann D. Hands-on Systematic Innovation in Technology and Engineering, IFR Consultants, UK, 2001.
5. Любомирский А., Литвин С. Законы развития технических систем. Gen3 Partners, 2003. <https://www.metodolog.ru/00767/00767.html> . Последний визит: 8 августа 2020.
6. Девойно И. Развёртывание технических систем, Диссертация на звание Мастера ТРИЗ, Минск, 2009.
7. Петров В. Серия статей «Законы развития систем». 2010. <https://www.trizland.ru/trizba/books/1759/> Последний визит: 18 августа 2020.
8. Mann D. Hands-on Systematic Innovation in Business and Management, IFR Consultants, UK, 2003.
9. Souchkov V. Laws and Trends of Evolution of Business Systems. In TRIZ for Business and Management Training Materials, ICG T&C, 2019.
10. Merriam-Webster Dictionary, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/functionality> , Последний визит: 8 августа 2020.
11. Герасимов В.М, Калиш В. С., Карпунин М. Г., Кузьмин А. М., Литвин С. С. ТРИЗ-ФСА - Методические рекомендации 1991. Основные положения методики проведения функционально-стоимостного анализа. Москва, МП Информ-ФСА, 1991
12. Souchkov V. "Extension of Function Modeling to Non-Technical Systems". In Proceedings of the 15th International Conference TRIZfest 2019. The International TRIZ Association - MATRIZ. September 11-14, Heibronn, Germany. 2019. pp 130-137
13. Souchkov V. The Trend of Functionality Evolution. In "Proceedings of ETRIA TRIZ Future 2013 Conference", Technical University of Paris, Paris, France, October 29-31, 2013, pp 779-788
14. Bicymples. <https://shop.bicymples.com/> Последний визит: 8 августа 2020.
15. Hubless Zigzain Bicycle Concept Powered by Simple Driveshaft. <https://gizmodo.com/hubless-zigzain-bicycle-concept-powered-by-simple-drive-5471462> Последний визит: 8 августа 2020.
16. Телевизионный сериал «Star Trek», 1966-2020. <https://intl.startrek.com/> Последний визит: 8 августа 2020.