

Метод Анализа Причинно-Следственных Цепочек на основе Многоэкранной Схемы Мышления и Модели Состояния и Взаимодействия

Хонъйоль Юн
Сеул, Южная Корея 2012

Аннотация

Каждая техническая система находится в состоянии спонтанной деградации, что является причиной некачественной работы, а подчас вызывает катастрофические сбои. Кроме того, неожиданные и нежелательные события происходят, как правило, вне нашей способности предвидения. Инженеры подвергались наступлению нежелательных событий, в том числе «целевых недостатков», так как технические системы были изобретены. В целях обеспечения эффективного предотвращения целевых недостатков инженеры пытаются установить их основные причины, чтобы повысить надежность технических систем. Было разработано несколько способов применения Метода Структурного Анализа Причинно-Следственных Связей, изобретенного К. Исикавой через построение Причинно-Следственных Цепочек. В области современного ТРИЗ, различные методы Анализа Причинно-Следственных Связей обладают важным общим признаком, что нежелательные события как причины должны быть расположены как Причинно-Следственные Цепочки. Однако, несмотря на все свои достоинства, внедрение Причинно-Следственных Цепочек имеет некоторые недостатки. Прежде всего, это не так легко строить Причинно-Следственные Цепочки, когда мы впервые сталкиваемся с целевыми недостатками. Трудным может оказаться не только уладить недостатки, касающиеся целевого недостатка, но и их идентифицировать. С другой точки зрения применения ТРИЗ, Причинно-Следственные Цепочки должны предоставить набор моделей проблем, который может использоваться для генерации идей решения проблемы с помощью инструментов ТРИЗ. Если основные причинные факторы не поддаются предотвращению, другие причины становятся предметами предотвращения. Чем более полон охват причин, тем больше возможностей у Причинно-Следственных Цепочек предотвратить целевой недостаток. Таким образом, набор моделей проблем, выработанный при помощи построения Причинно-Следственных Цепочек должен обеспечить всеобъемлющий характер его предписания для предотвращения целевого недостатка. Это тесно связано с полнотой Причинно-Следственных Цепочек.

В целях совершенствования Метода Структурного Анализа Причинно-Следственных Связей из приведенных выше точек зрения, автор диссертации предлагает ряд новых способов мышления. Если вкратце представить этот процесс, два новых метода могут быть предложены и обсуждены с другими относящимися к ним исследованиями.

Во-первых, автор представляет «Временно-Условную Ось(Time-Condition Axis)», которая предназначена для замены традиционной Оси Времени Многоэкранной Схемой Мышления. По данному анализу Параметров с Функциональным Анализом, Многоэкранная Схема Мышления по Временно-Условной Оси(Time-Condition Axis) и Оси Системного Масштаба(System Scale Axis) может дать нам общее понимание о взаимодействиях между ресурсами и условиями, что является необходимой информацией для выстраивания Причинно-Следственных Цепочек.

Автором разработана «Временно-Условная Ось(Time-Condition Axis)» опираясь на представление о том, что определенный этап времени Многоэкранной Схемы Мышления должен быть определен не только течением времени, но и исходя из условий изменения значения параметра ресурсов. Очень часто нам приходится подумать о супер / подсистемах в соответствии с определенными условиями, которые установлены изменением значения параметров неких ресурсов, а не просто потоком времени.

Предпосылкой «Временно-Условной Оси(Time-Condition Axis)» является предположение о том, что в физическом мире определенное событие происходит в определенных конкретных условиях и эти конкретные условия задаются с помощью конкретного параметра, связанного с событием, а не только по оси времени. В частности, нежелательное явление чаще всего оказывается не совсем предвиденным, а спонтанным нежелательным событием. В этом случае, это не относится к одной из наших операций, которые предназначены для завершения процесса. Таким образом, мы должны проверить значение параметров некоторых ресурсов. Существует два основных вида параметров, определяющих условия: параметры оценки, выставленные в целевом недостатке и контрольные параметры определенных ресурсов.

Автор обнаружил весьма классический пример «Временно-Условной Оси(Time-Condition Axis)» в работе Г.С.Альтшуллера над анализом времени, который базируется на АРИЗ-85В. Согласно п. 2.2. «Проблема молниеотвода и антенны», Альтшуллер проанализировал ресурсы времени, то есть «Оперативное Время». Он разделил ось времени на две стадии – «время удара молнии» и «время до следующего удара молнии». По мнению автора, его анализ временных ресурсов соответствует не только оси времени (например, до определенного момента или после этого момента), но и определенным условиям, установленным изменением значения параметров (т.е., наличие или отсутствие ударов молнии).

В качестве другого примера можно привести: предположим, что мы должны уменьшить или предотвратить гальваническую коррозию стального корпуса. Когда мы применяем Многоэкранную Схему Мышления для решения этой проблемной ситуации, у нас нет предполагаемых интервалов времени между временными этапами. Мы не можем получить необходимые этапы времени вдоль оси времени, если речь идет о чистом и простом потоке времени. Мы должны представить в своем воображении гипотетическую ситуацию о том, что произошло до целевой коррозии в соответствии с условиями от конкретных проблемных ситуаций.

Как в этом случае, если мы не обладаем знанием о гальванической коррозии, мы могли бы

предположить, что степень развития коррозии в качестве оценки параметров для целевого недостатка должна быть рассмотрена в условиях изменений. Мы могли бы разделить Временно-Условную Ось в зависимости от степени коррозии на следующие категории:

Временно-Условная Ось 1 – не в коррозионном состоянии

→ Временно-Условная Ось 2 - подвергнуто действию коррозии, но покрытие слоев сохранено.

→ Временно-Условная Ось 3 - стальной корпус подвержен коррозии.

Если мы знаем общий механизм электрохимической коррозии, влияние на которую оказывает концентрация воды и солей и желаем выстроить определенные Причинно-Следственные Цепочки в нашей конкретной ситуации, мы могли бы добавить больше Временно-Условных этапов в зависимости от концентрации соли в воде в качестве контролирующего параметра коррозии, что соответствует со следующим:

Временно-Условная Ось 1 – не в коррозионном состоянии при высокой влажности воздуха вокруг объекта

→ Временно-Условная Ось 2 – еще не подвергнуто действию коррозии, но проникновение воды с нулевой концентрации соли через слои покрытия / Временно-Условная Ось 3 - еще не подвергнуто действию коррозии, но проникновение воды с высокой концентрацией соли через слои покрытия

→ Временно-Условная Ось 4 - замкнутая цепь гальванической коррозии без соли / Временно-Условная Ось 5 - замкнутая цепь гальванической коррозии с большим количеством соли.

Проведенное исследование по Временно-Условной Оси позволяет нам установить механизмы конкретного взаимодействия ресурсов. Без описания условия вряд ли можно проанализировать конкретную ситуацию. Для того, чтобы установить взаимодействие ресурсов, в первую очередь, нам следует знать условия, при которых ресурсы даны. Поэтому, если об описании условия мы не находим общей точки зрения, нам вряд ли удастся провести функциональный анализ по Многоэкранной Схеме Мышления. На основании этого автором данной работы предложен общий функциональный подход к анализу Многоэкранной Схемы Мышления. Если мы проверяем значения параметров ресурсов, которые меняются вдоль Временно-Условной Оси, мы можем получить результат каждого функционального анализа для каждой Временно-Условной стадии.

В данной диссертации будет приведен практический пример проблемы фары у автомобиля, о которой будет введено определенное условие тестирования.

Во-вторых, абсолютно новым руководством для построения Причинно-Следственных Цепочек представляется «Модель Состояния и Взаимодействия», состоящая из серии, следующей одна за другой по схеме «сущность + ее атрибут + оценка атрибута» и «сущность + функциональная модель + оценка функции». Проверка Причинно-Следственных Цепочек в соответствии с «Моделью Состояния и Взаимодействия» позволит нам найти невыявленные причины.

«Модель Состояния и Взаимодействия» предусматривает, что «описание состояния»

«ДОЛЖНО» следовать за «описанием взаимодействия» и наоборот. «Описание состояния» заключается в схеме «сущность + ее параметр + оценка параметров» как «температура контейнера для воды выше (ниже), чем 100 °С».

Следует иметь в виду, что лишь один параметр не может стать описанием состояния. Каждое состояние является состоянием определенной сущности. В связи с этим, автором введен термин «Состояние» вместо термина «Параметр» для описания «сущность + ее параметр + оценка параметров». «Описание взаимодействия» заключается в схеме «сущность + функциональная модель (+ оценка функции» как «контейнер для воды нагревает воду в нем (недостаточно)». В данном случае, автор ввел термин «Взаимодействие» вместо «Функции» просто потому, что каждое описание взаимодействия должно ясно показать две «Сущности», которые вступают в определенное взаимодействие. Но, функциональная модель дает только действие и цель.

Предпосылкой «Модели Состояния и Взаимодействия» является то, что в физическом мире, взаимодействие между сущностями происходит только при определенных условиях состояния, которые достигаются между ними и определенное состояние между сущностями достигается только при определенных взаимодействиях. Лишь одним состоянием не может привести к разным состояниям. Определенное состояние вызывает другое путем взаимодействий. Что касается взаимодействий, любое взаимодействие не может привести к другим взаимодействиям без выполнения определенного условия состояния. Исходя из этого предположения, Причинно-Следственная Цепочка представлена на рис.1. На рис.1, стрелки означают «левое событие вызывает правое».

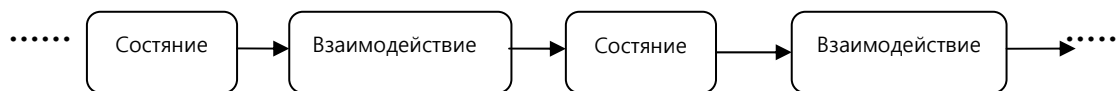


Рис.1. Причинно-Следственная Цепочка, построенная на основе «Модели Состояния и Взаимодействия»

Если строго придерживаться правила описания, «Модель Состояния и Взаимодействия» также поможет нам определить, какие ресурсы должны быть рассмотрены для установления причин и выявления недостающих причин. Как показано на рис.2, если один недостаток описан в виде «Инструмент + Действие + Объект» или в форме взаимодействия, причиной недостатка может послужить определенное состояние «Инструмента» и, если необходимо, состояние прямого взаимодействия между «Инструментом» и «Объектом». Недостатком в результате может быть состояние «Объекта».

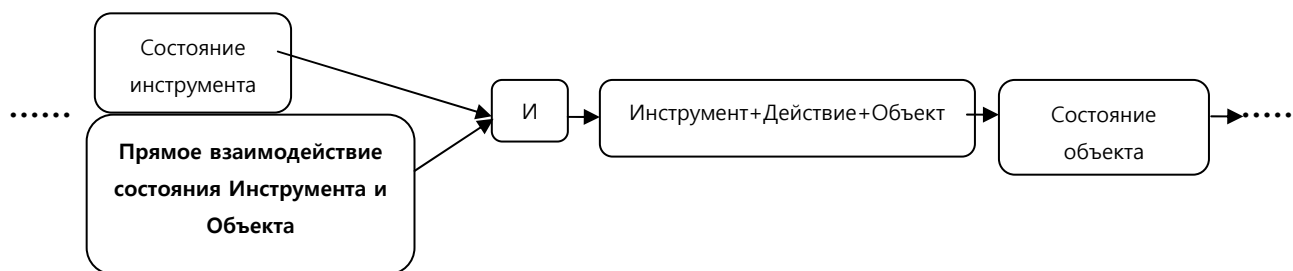


Рис.2. Основные отношения между ресурсами в соответствии с «Моделью Состояния и Взаимодействия»

Исходя из изложенной выше логики, автор предлагает следующие способы поиска скрытых причин с применением «Модели Состояния и Взаимодействия».

- (1) Поиск скрытых причин путем пересмотра форм описания причин
- (2) Поиск скрытых причин путем проверки прямого взаимодействия.
- (3) Поиск скрытых причин путем введения отсутствующих взаимодействий или состояний

Необходимо отметить, что «Модель Состояния и Взаимодействия» не опеределяет правильность или неправильность Причинно-Следственных Цепочек, а составляет основу для поиска скрытых причин и придания Причинно-Следственным Цепочкам более всеобъемлющего характера.

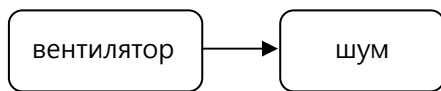
«Модель Состояния и Взаимодействия» может быть использована, как правило, путем проведения следующих частных анализов каждой связи между причиной и результатом.

- **Поиск скрытых причин путем пересмотра каждой формы описания причин**

Убедитесь, что описание «Состояния» выражается в виде «Сущность + определенный ее параметр + оценка параметра» и описание «Взаимодействия» в форме «Инструмент + Действие + Объект». Если не так, то, в первую очередь, описание должно быть изменено в соответствии с требованиями. Благодаря коррекции, мы можем найти недостающие скрытые причины.

Например, давайте предположим, что пара Причинно-Следственных Цепочек описывается как только существительными, «вентилятор» и «шум» показаны на рис.3. Согласно «Модели Состояния и Взаимодействия», мы должны установить по крайней мере две причины, связанные с «вентилятором» и «шумом», с одной стороны состояние вентилятора выступает в качестве причины, а, с другой стороны, в качестве причины можно рассмотреть взаимодействия между вентилятором и другими ресурсами.

Начальная причинно-следственная связь в недостаточном описании



Пересмотренная причинно-следственная связь через 'Модель Состояния и Взаимодействия'

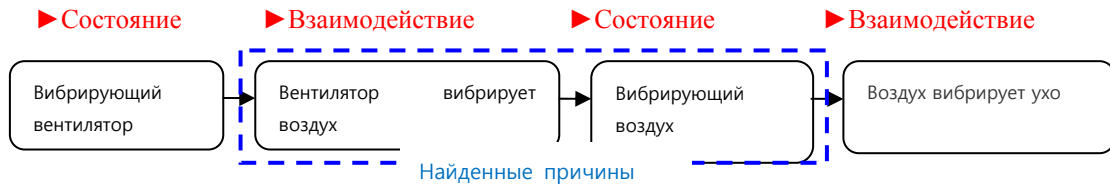


Рис.3. Применение «Модели Состояния и Взаимодействия» в недостаточных описаниях причин

● **Поиск скрытых причин путем определения «Прямых взаимодействий»**

Если связь между одной причиной и одним результатом образует пара описания «Состояния» и описания «Взаимодействия», показанная на рис.8, проверьте, что «Взаимодействие» осуществляется непосредственно между описанием «Состояния» «Сущности» и описанием «Взаимодействия» другой «Сущности» в качестве «Инструмента» или «Объекта». Под «Прямым Взаимодействием» понимают, что нет промежуточного передатчика(носителя) для установления взаимодействия между сущностями. На Рис. 4 приведены типичные случаи об этом.

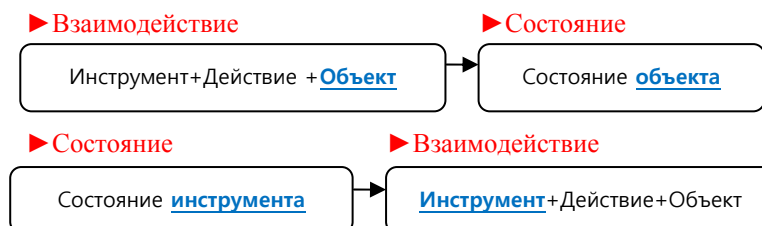


Рис.4. Типичные отношения Причинно-Следственной связи, основанной на описании прямого взаимодействия

Если «Взаимодействие» не установлено непосредственно между «Сущностями», это означает, что между первыми двумя причинами могут быть какие-то «скрытые причины». Предлагаем вернуться к «Многоэкранной Схеме Мышления» и поискать «Сущности», которые непосредственно взаимодействуют между начальным событием причины и событием следствия. С помощью этой процедуры мы можем найти некоторые скрытые причины.

● **Поиск скрытых причин путем поиска отсутствующих «Сотояний» или «Взаимодействий»**

Если связь между одной причиной и одним установлена НЕ с помощью пары описания «Состояния» и описания «Взаимодействия», представленной на рис.8, это можно объяснить на примере несколько вариантов случаев.

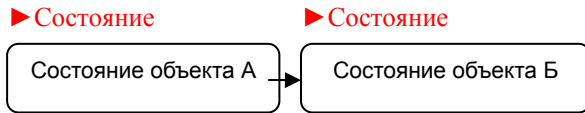
а. Пара описаний «Состояния» согласно случая А показана на Рис. 5-а.

В этом случае, мы должны определить, какой вид взаимодействия происходит между

двумя объектами, вступающими в начальную Причинно-Следственную связь. Отсутствующее взаимодействие должно стать скрытыми причинами. Это само собой разумеется, что мы должны также проверить «Прямое Взаимодействие» в целях найти недостающие причины.

Случай А

Начальная причинно-следственная связь в недостаточном описании



Пересмотренная причинно-следственная связь через «Модель Состояния и Взаимодействия»

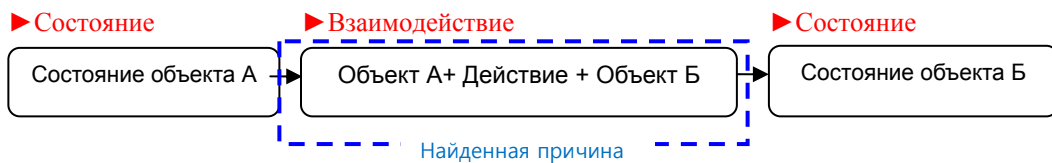


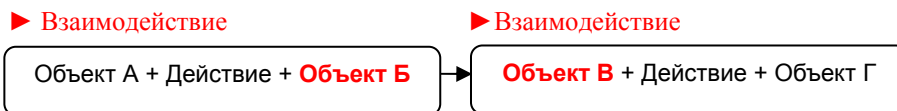
Рис.5-а. Случай пары описаний «Состояния»

б. Пара описаний «Прямого Взаимодействия» согласно случая Б показана на Рис.5-б.

Как в этом случае, мы должны понять, какое состояние «Объекта Б» требует бывшего взаимодействия для получения результата в следующем взаимодействии, вступающем в начальную Причинно-Следственную связь. При этом скрытыми причинами должно стать отсутствующее состояние «Объекта Б».

Случай Б

Начальная причинно-следственная связь в недостаточном описании



Пересмотренная причинно-следственная связь через «Модель Состояния и Взаимодействия»

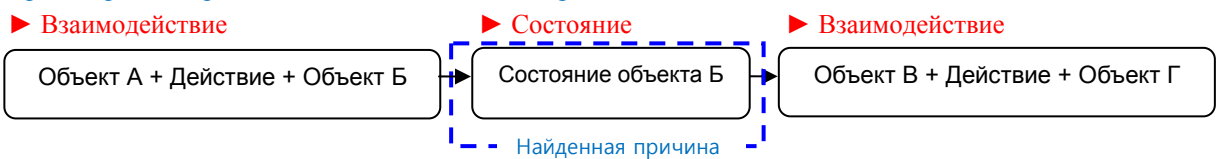


Рис.5-б. Случай пары описаний «Прямого Взаимодействия»

в. Пара описаний «Косвенного Взаимодействия» согласно случая В показана на Рис. 5-в.

Относительно данного случая, мы должны найти отсутствующие «Состояние» и «Прямое взаимодействие» «Объекта Б» и «Объекта В», а также другие промежуточные сущности между ними, если таковые имеются. Данный случай рассматривается повторно, в соответствии с рекомендациями по случаям, изложенными ранее.

Случай В

Начальная причинно-следственная связь в недостаточном описании





Пересмотренная причинно-следственная связь через «Модель Состояния и Взаимодействия»



Рис.5-в. Случай пары описаний «Косвенного Взаимодействия»

Приведенные выше методы были с большим успехом применены в различных проектах для широкого круга ведущих корпораций по всему миру с 2005 года, особенно для таких компаний как Samsung Electronics, Samsung SDI, Samsung Mobile Display, LG Display, POSCO, Hyundai Motors, Hyundai Mobis, Amore Pacific и т.д.