

ТРИЗ и трансформации социо-технических и социо-экологических систем. Сравнение

Ханс-Герт Грэбе
Лейпцигский Университет, Лейпциг, Германия

Цель презентации

- Мы сравниваем системные концепции трансформаций (крупных) технических систем по ТРИЗ с системными концепциями трансформаций в теории устойчивого управления экологическими системами.
- **Параллели:** В обоих направлениях дальнейшее развитие существующих систем требует трансформации противоречивых, основанных на интересах требования в функционирующую «мировую модель» и реализации этой модели на практике.
- Мы подчеркиваем **инженерный характер и процессов управления и предлагаем единый ТРИЗ-методологический подход** к процессам подготовки и принятия решений, поддерживающий взаимосвязь моделей в сложных обстановках.

Цель презентации

- Мы проведем параллели между требованиями к развитию современных компаний и к социо-экологическим трансформациям.
- Я считаю, что ТРИЗ как систематическая инновационная методология может внести свой вклад в обе темы и таким образом построить мост между дискурсом устойчивого развития, который заостряет внимание на долгосрочных целях без реалистичных представлений о соответствующих инструментах, и отраслевым дискурсом, который фокусируется на развитии «человеческих ресурсов» только как «инструментов» и квалификаций, без формулирования четких долгосрочных целевых коридоров общественного развития.

Подробности: http://dx.doi.org/10.14625/graebe_20200627 (на немецком языке), english version submitted to TRIZ Reviews .



Социально-экологические и социально-культурные системы

Социально-экологические и социально-культурные системы отличаются от социально-технических главным образом тем, что первые не построены «целенаправленно», а возникли «естественным образом». Однако такое предположение вводит в заблуждение по следующим причинам:

- Интерес к разрешению противоречий, в том числе и в социально-экологических системах, в основном определяется целями и интересами.
- Тысячелетиями социально-экологические системы трансформировались под влиянием человеческой деятельности. Это приближает социокультурный характер таких систем к техническим.
- Концепции перехода к таким системам носят ярко выраженный технический характер в том смысле, что социокультурные процессы планируются методами, в значительной степени заимствованные от инженерных подходов.

Понятие системы

Мы используем самоподобное понятие системы как «сокращение до необходимого»,

- состоящей из
 - компонент,
 - «**существенных отношений**» между ними
 - и структурно-генерирующего внешнего потока,
- с **основным функциональным поведением**, теоретически выраженным спецификацией и практически **гарантированной производительностью**,
- при условии, что **необходимые инфраструктурные требования** практически выполнены.

Понятие системы

Компоненты сами являются системами, но редуцировано к другому «существенному». Практическое функционирование компонентов системы **требуется**

- для **воспроизведения внутренней структуры** системы
- и для способности системы **предоставлять предлагаемую услугу**.

Эта структура определяет **направленный граф зависимостей** между системами, ставя тем самым отношение надсистема-система на основу, сравнимую с отношением система-компонент. Мы избегаем понятия надсистемы за счет понятия соседней системы.

Системная динамика

Редукционистский характер нашего системного понятия требует различать теорию и практику как разницу между *теоретическим предсказанием* $v(t)$ и *практическим развитием* $p(t)$ системы.

$v(t)$ выражает *обоснованные ожидания* и $p(t)$ *полученные результаты*.

Точнее, как и в теории динамических систем, мы начинаем с фазового пространства Φ , в котором два процесса

$$v: T \rightarrow \Phi \quad \text{и} \quad p: T \rightarrow \Phi$$

развиваются во времени, предполагая Φ метрическим пространством для выражения *величины отклонения* $d(t)$ между предсказанным и реальным развитием.

Далее мы предполагаем, что $v(t)$ можно описать через уравнения движения, которые близко к временному ходу процесса и решения которых **близки к равновесию** (аттрактору) **устойчивого состояния**.

Системная динамика

Как Холлинг [Но2001] мы далее предполагаем, что на системную динамику $p(t)$ влияет восстанавливающая сила, она обычно движется вблизи аттрактора и поэтому $d(t)$ остается маленьким, пока на аттракторе место для продвижения (*r-Фаза Холлинга*).

Этот потенциал развития исчерпывается, когда система входит в локальный экстремум аттрактора – тогда система при возмущении возвращается к той же точке на аттракторе (*K-Фаза Холлинга*).

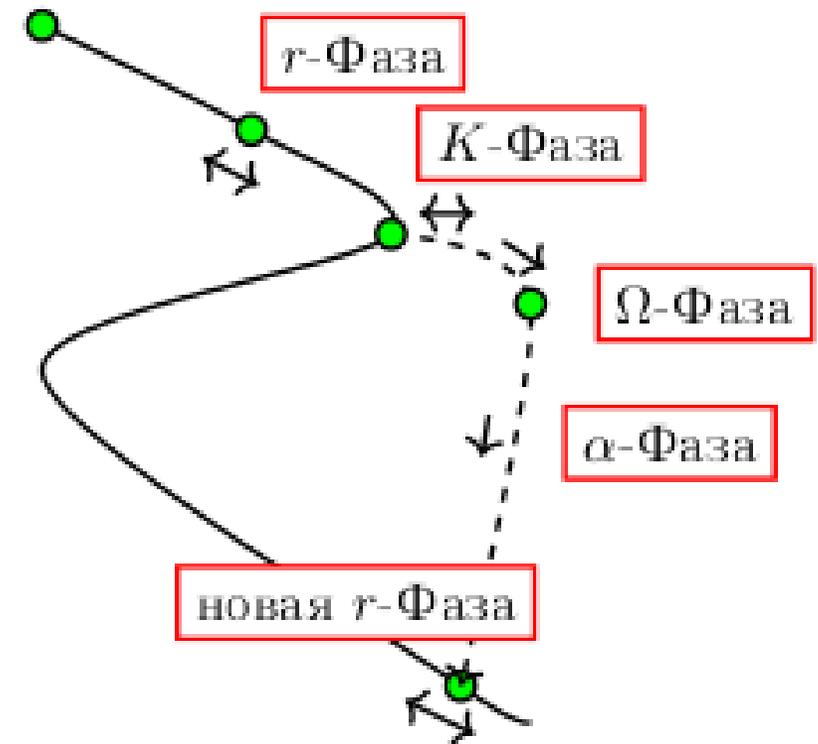
Crawford S. Holling (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. In: Ecosystems (2001) 4, 390–405.

Системная динамика

Так накапливаются возмущения, статус систем удаляется от аттрактора, влияние восстанавливающих сил больше не срабатывает и система «движется» на «поиск» новой, часто удаленно точки отсчета на аттракторе (Ω -Фаза Холлинга).

На этой далекой новой точке отсчета требуется изменение структуры и динамики системы в соответствии с новыми параметрами (α -Фаза Холлинга),

После этой модификации система переходит в другую более длительную стабильную фазу развития (следующая r -фаза Холлинга).



Системная динамика

В основе проблемы системных концепций перехода лежит вопрос о том, в какой степени такие переходные процессы распространяются в причинно-следственной сети взаимосвязанных систем.

Эта сеть возникает в результате двойной редукции реально существующей тотальности,

- не только из-за редукции сложности *описания системы*,
- но и как следствие структурирования процессов *реальной реализации* систем в соответствии с *обоснованными ожиданиями*, вытекающими из описаний и других систем.

Переходные пути

[GS2007] описывает ряд типов возможных путей перехода. Это можно рассматривать как попытку ввести некоторую структуру в фазу преобразования Ω - α .

Потребность в системной трансформации возникает, если возможности локального развития на системном аттракторе исчерпаны, так как система двигалась с прогрессирующей «идеальностью» в локальный экстремум аттрактора.

Такая смена одной системы влияет на системы, связанные с этой системой (компоненты системы, соседние системы, общие «несистематические» отношения с другими системами). В этом смысле *переходные процессы* более или менее мигрируют по причинно-следственным связям через сеть систем.

Источник нарушения и место перехода могут быть в разных местах этой сети.

Существуют *структурные переходы* и *процессуальные переходы*.

Frank W. Geels, Johan Schot (2007). Typology of Sociotechnical Transition Pathways. In: Research Policy 36 (2007), 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>

Переходные пути

[GS2007] далее вводит **организационные уровни** – индивидуальный, организационная подсистема, организация, организационное накопление, организационное поле, общество, мировая система – главным образом для того, чтобы сконцентрироваться на *структурных переходах* существующих организационных структур на разных уровнях (например, в «системе общества») вместе с их «кодами Лумана», которые необходимы для того, чтобы общаться внутри этих систем о возмущениях вообще, оценить, является ли они «инкрементальным, радикальным, системным или технико-экономическим» **типом возмущения** и **как на это реагировать соответствующим типом образом.**

Переходные пути

Тезис об источнике возмущения в одной системе становится хрупким, если это возмущение распространяется волнообразно в сети систем, и нельзя отличить, «волна» вызвана точечным источником или является целостным явлением сети (которое само по себе может рассматриваться как система, но на другом уровне абстракции) как резонантная реакция на внешнее возмущение.

В таких переходах три сферы взаимодействуют друг с другом:

- Сфера форм описания (*общественно доступные оперативные знания*),
- Сфера реально существующей, в системах структурированной реальности (*институционализированные оперативные процедуры*) и
- Кооперативные субъекты (с их «индивидуальным» оперативно-процессуальным умением).

Переходные пути

В [GS2007] структуры взаимодействия, приводящие в действие такое посредничество в «модели агентства», выявляются как основа **общего «понимания мира» субъектами сотрудничества**, которое должно доказать свою полезность и закрепляется в действиях этих структур («правила использования», «правила не только ограничивают, но и открывают возможность» [GS2007]).

Это те формы, в которых прагматика развивается и, таким образом, *процессы концептуализации в реальном мире* индуцируются, до «концептуализации социотехнических ландшафтов», которые «...формируют внешний контекст, на который действующие не могут повлиять в краткосрочной перспективе» [GS2007].

Переходные модели

[GS2007] обсуждает шесть моделей перехода.

P0: Система находится в *r-фазе* и может поглощать давление на изменения от одного из своих компонентов («нет внешнего ландшафтного давления»). То же самое остается правильным, если давление поступает «извне» (т.е. из других систем) и не слишком большое.

P1: Давление поступает «извне», нет давления со стороны компонентов, система выходит из *K-фазы* или находится уже за ее пределами. Система может реагировать только реорганизацией внутренних отношений.

Пример (Датский гигиенический переход от выгребных ям к канализации) является наглядным для динамики в Ω -фазе, которой на стороне ТРИЗ соответствует переход от одной S-образной кривой к другой.

P2: Система распадается, ее компоненты реорганизуются по-иному. В качестве типичного сопутствующего явления диагностируется «вакуум», как он возник при распаде Восточного блока.

Переходные модели

В примере (автомобиль заменяет транспорт лошадьми) не учитывается, что новые условия структурно развивались в подсистемах уже некоторое время – «в лоне старого общества».

РЗ: Давление исходит не от окружающей среды, а от отдельных компонентов. Система может быть реорганизована таким образом, что внешние условия, необходимые для реорганизации компонентов, могут быть обеспечены внутри системы, не отказываясь от функциональности системы в целом относительно внешнего мира.

В примере (Бритский переход от парусников к пароходам) эффект волны Кондратьева около 1890 года не учитывается. Также не обсуждается «очищение рынка», характерное для таких переходов, в результате продуктивного внедрения новых технологий в более широких масштабах, требующих больших объемов вложенного капитала.

Переходные модели

P4: Компоненты в Ω -фазе встречают систему в α -фазе. В действительности, однако, трансформация исходит из более глубокого технологического уровня, который воздействует на *многие компоненты* и переводит их в Ω -фазу, но возмущения поглощаются системой в α -фазе (и, таким образом, в особенно гибкой r -фазе). Так же и пример (американский переход от традиционных фабрик к массовому производству).

P5: В отличие от P4, изменения *не могут быть* поглощены системой и пере-направляются. Это означает, что нестабильными становятся и отношения системы к внешнему миру. Авторы предлагают «последовательность переходных путей» и не приведут примера.

В целом отмечается, что такие сложные процессы не только нельзя объяснить монокаузально, но и переменные в математической модели описания нельзя разделить на зависимые и независимые. Поэтому можно говорить только об *эволюционных закономерностях*.

Сценарии перехода и ТРИЗ

Как концептуализируются сценарии перехода в контексте ТРИЗ?

Концепция перехода играет центральную роль и в ТРИЗ, поскольку для решения противоречивой ситуации требований, возникающих в системном контексте, необходимо определить подходящий *переход этого системного контекста* в состояние, в котором разрешается противоречие. Методология ТРИЗ помогает найти путь системного перехода.

Этот подход существенно отличается от предыдущего в двух измерениях:

1. Он направлен на *практическое исполнение* такого перехода.
2. Подход *ориентирован на решение проблемы*, а не на анализ.

Сценарии перехода и ТРИЗ

В работе [M2019] обсуждается вопрос о том, играют ли методологии решения проблем такую же роль в контексте управления, как и в решении инженерных задач. Ссылаясь на **«теорию сложных адаптивных систем»** из [SB2007], связь с теоретическими основами [FRS2009] очевидна, но [SB2007] фокусируется на «принятии решений менеджментом», а не, как [FRS2009], на общем участии в процессах принятия решений (адаптивное управление) или управлении переходом.

Darrell Mann (2019). Systematic innovation in complex environments. In: Online Proceedings of the TRIZ Summit 2019 Minsk.

David J. Snowden, Mary E. Boone (2007). A Leader's Framework for Decision Making. Harvard Business Review, November 2007.

Timothy J. Foxon, Mark S. Reed, Lindsay C. Stringer (2009). Governing long-term social-ecological change: what can the adaptive management and transition management approaches learn from each other? Environmental Policy and Governance, 19 (1), 3-20. <https://doi.org/10.1002/eet.496>

Управление переходами

В [SB2007] переходные процессы описаны с **точки зрения принятия решений**. Методы принятия решений имеют большую близость к инженерным подходам, но это не удивительно, так как структурированные подходы не перестают с выходом из технической области в узком смысле слова.

Аргументы явно выходят за рамки [M2019], [FRS2009] и [GS2007], поскольку [SB2007] не столько фокусируется на *аналитическом аспекте подготовки решения*, сколько на *процедурном аспекте принятия решения*, и разрабатывает «рамки для принятия решения».

Четыре системных класса «просто», «сложно», «комплексно» и «хаотично» используются для **классификации процессов принятия решений** в соответствии с **качеством имеющейся основы решения**.

Системы принятия решений

Системы принятия решений (ПРИ) должны учитывать, помимо чисто технических аргументов, большое количество других взаимоисключающих аргументов. Принятие решений при этом связывает воедино часто противоречивые утверждения и требования из различных других систем, в частности, из технических систем в строгом смысле слова.

Но эти «другие» системы являются и надсистемами, и компонентами ПРИ. Они являются **надсистемами** ПРИ в той мере, в какой их *логика является предпосылкой логики принятия решений*, они являются **компонентами** в той мере, в какой *противоречивые отношения между этими индивидуальными логиками должны быть рассмотрены и одинаково соблюдаться в процессе принятия решений.*

Системы принятия решений

Таким образом, соответственно нашей концепции система принятия решений (ПРИ) должна быть отделена от различных систем подготовки решений (ПОД) для достижения необходимой редукции сложности.

ПРИ опирается на результаты ПОДов через их *интерфейсы* и должен системно обрабатывать эту *качественно сжатую информацию*.

Социально-техническая система ПРИ, однако, не «комбинирует с техническими объектами и контекстами тоже социальные» (Рубин), но эти «технические объекты и контексты» из ПОД доступны в ПРИ только *через их интерфейсы*, которые представляет **ПОД как компонента в системе ПРИ**. Для надсистемы характерно не большее количество связей, а *иное направление редукции сложности до «существенного»*.

Системы принятия решений

В [SB2007] для этой цели даются методические рекомендации, основанные на *восприятии степени несогласованности сигналов от компонентов*.

Ситуация «**простая**», если импортируемые из компонентов описания гармонизированы настолько, что требуется только «оценить, категоризировать, реагировать».

Ситуация «**сложная**», если «эксперты» из составляющих могут четко выразить свои противоречивые позиции и «существует хотя бы один правильный ответ». Опасность заключается в «инертном мышлении» рутинного поведения и, следовательно, недооценке таких противоречий. Рекомендуется подход, который «приветствует новые мысли и решения от других» (т.е. вкратце: «мозговой штурм»).

Ситуация «**комплексная**», если решение должно быть отфильтровано и сформулировано в самом ПРИ, решение рассматривается как «эмергентное явление», которое может быть сформулировано только после тщательного рассмотрения взаимодействий между компонентами, и является больше, чем сумма частей.

Системы принятия решений

Это открывает возможности для лучшего понимания взаимосвязи между **процессами технического анализа** классического ТРИЗ и **процессами принятия бизнес-решений**, которые одновременно необходимы для практической реализации переходного процесса.

В ПРИ процессы системного принятия решений основываются исключительно на передачах из ПОД. В лучшем случае реализуется *итерационная модель принятия решения*, позволяющая через те же каналы вернуть *частичные решения* компонентам с целью *улучшения частичного решения* в рамках логики ПОД и передавать возражения обратно в ПРИ через интерфейс.

Таким образом кажется, ПРИ принимает на себя роль надсистемы, **но только с точки зрения самого ПРИ**, потому что координация работает только в том случае, если системы в сети ПОД **функционально подготовлены к таким ответам**.

Системы принятия решений

Координирующий запрос от ПРИ должен вызвать функцию в соседней системе, которая способна генерировать ответ. Для этого каждая из соседних систем в сети ПОД должна присутствовать в системе ПРИ в качестве компонента, чтобы обеспечивать передачу запросов в четко определенном формате и ожидать ответа в столь же четко определенном формате.

Реальная надсистема появляется только как результат системного взгляда на отношения между системами в сети ПОД. Однако для этого необходимо подняться на следующий уровень в архитектуре эпистемных слоев. Ее темой является не конкретный процесс решения проблемы в этой конкретной сети ПОД, а **обобщенный анализ большего количества таких проблемных решений**. Это процесс создания концепции на другом уровне и выходит далеко за рамки всех обсуждаемых здесь подходов.

Резюме и перспективы

Насколько далеко в целом заходит подход теории систем?

Не существует единой теории систем, а целая вселенная взаимосвязанных подходов. Предложенная концепция ориентирует на более тщательное рассмотрение *единство описания и реализации системы*, что представляет собой значительный шаг вперед.

Особенно **неспецифические понятия «надсистема» и «окружение»** определяются более четко: Они заменяется понятиями **смежные системы и мир систем**. При таком понимании система может быть связана с *несколькими* надсистемами. Таким образом, отношения система-надсистема теряют свой исключительный характер среди системных отношений соседства.

Резюме и перспективы

С другой стороны, необходимо различать **моделирование и метамоделирование**. Последнее регулярно становится значимым, когда речь заходит о *системном варианте описания форм взаимоотношений между системами*.

Последнее приводит к расслоению реальности по **уровням концептуализации форм описания**. Это можно считать формативным для высокотехнологичных обществ. Такое расслоение описания как специфическая форма редукции сложности («фикция» в [Gr]) находит свой эквивалент в архитектурах технических уровней, как 7 уровней модели OSI.

Hans-Gert Gräbe (2020). DOI: http://dx.doi.org/10.14625/graebe_20200627

Резюме и перспективы

Системные соображения определяют **единство многообразия** в форме описания, из которой **многообразие должно быть восстановлено** в практических применениях.

При этом люди являются и субъектом, и объектом действий. Связанные с этим противоречия в принципе можно сознательно преодолевать, но в этом есть еще один камень преткновения – самоузнавание.

Теория систем в этом отношении имеет естественные ограничения и должна быть встроена в **более общую теорию общества**.

Автор сообщения:

Hans-Gert Gräbe, graebe@informatik.uni-leipzig.de.