

Схема ЗРТС

и развитие системы знаний - науки, теории, парадигмы

А.Захаров

Вступление

Схема ЗРТС является общей Схемой этапов изучения и совершенствования систем. В настоящей работе выдвигается и обосновывается гипотеза, что предлагаемой универсальной Схеме ЗРТС соответствует и эволюция **системы знаний**, которую, в зависимости от уровня обобщения, мы называем - наука, теория или, например, парадигма.

Основу для универсального описания Природы, т.е науки, искали и ищут, - идеи, как говорится, носятся в воздухе:

- «...наиболее плодотворный **подход к трансдисциплинарной унификации наук** может заключаться в **принятии эволюции в качестве основного понятия. Единая теория**, которая непременно возникнет, будет описывать различные фазы и грани эволюционного процесса **инвариантными общими законами**. Эти законы позволят исследователям описывать поведение и эволюцию **квантов, атомов, молекул, клеток, организмов и систем организмов** по непротиворечивой **единой схеме...**¹
- «... **законы естественного отбора распространяются на идеи**. Действительно, идеи могут наследоваться, изменяться, копироваться. Они просто не могут не подчиняться правилам естественного отбора. То есть, **теория Дарвина имеет всеобщий смысл**, а ее биологическая имплементация - всего лишь частный случай. Она **работает и в науке...**».²
- Что это за процесс, которым новый кандидат в парадигмы заменяет своего предшественника? Верификация подобна **естественному отбору**: в конкретных исторических условиях среди реально имеющихся альтернатив **отбирается наиболее жизнеспособная**.³
- Аналогия, которая связывает эволюцию организмов с эволюцией научных идей, - **процесс отбора** посредством конфликта внутри научного сообщества **наиболее пригодного способа будущей научной деятельности**. Чистым результатом осуществления такого отбора является удивительно приспособленный набор инструментов, который мы называем современным научным знанием.⁴

Но для начала, - сама Схема ЗРТС и ее подробное объяснение.

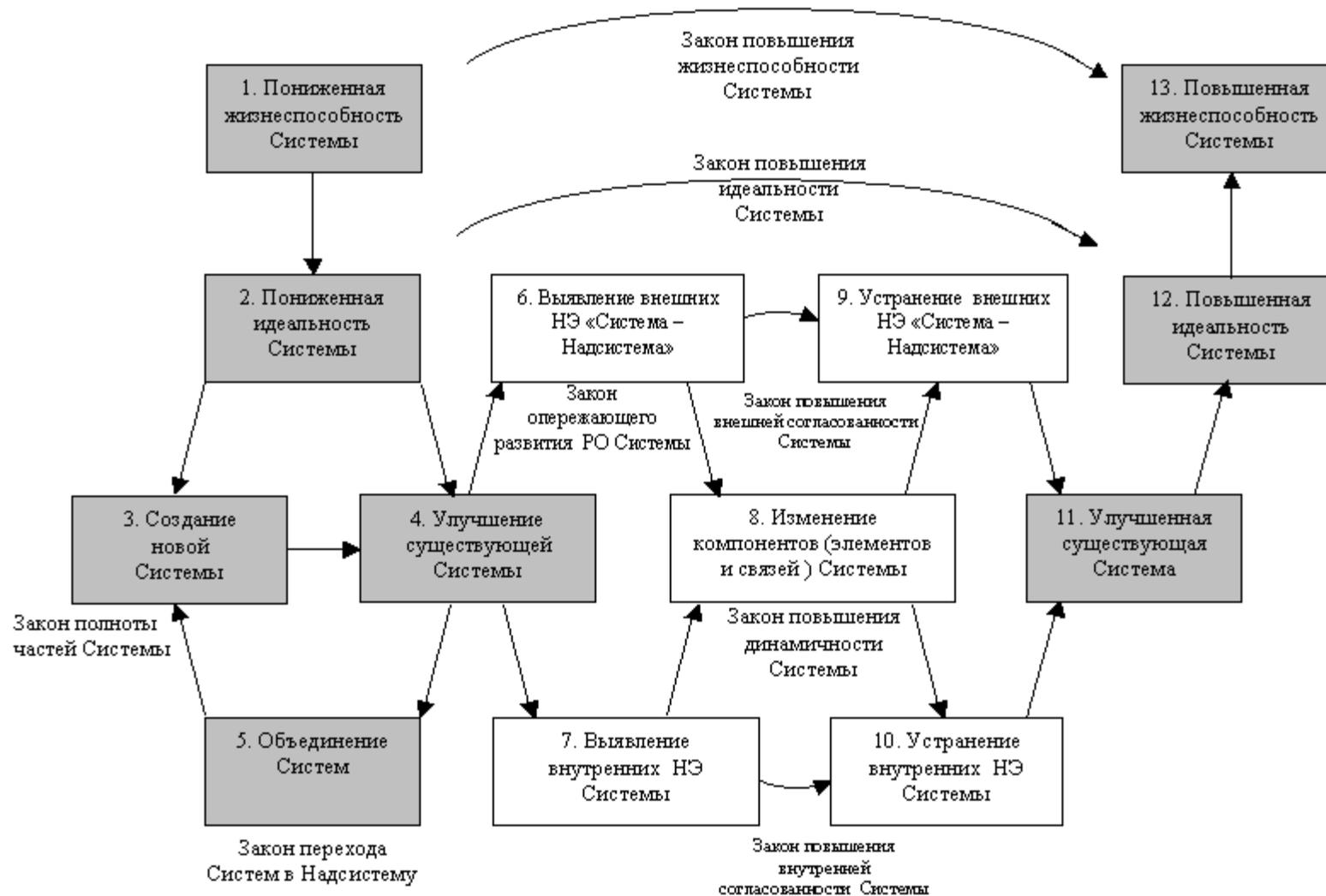
¹ Эрвин, Ласло. Основания трансдисциплинарной единой теории. Московский синергетический форум. <http://ns.iph.ras.ru/~mifs/laslo~1.htm>

² Сухарев, М. Прологомены к инфоэкономике. <http://www.forum.msk.ru/files-ni/990321194158.html>

³ Kuhn, Thomas S. The Structure of Scientific Revolution. The University of Chicago Press, 3d ed., 1996, p. 146.

⁴ Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 217

Обобщенная Схема законов развития технических систем, Схема ЗРТС



Пояснения к Схеме ЗРТС

1. Пониженная жизнеспособность Системы - Выявление проблемы, угрожающей выживанию системы.

Со стороны общества чувства по отношению к такой ТС выражаются в виде пожелания-предостережения, - **либо меняйся, либо умирай**, уступай место той системе, которая может делать то, что обществу нужно. История техники знает множество случаев, когда та или иная конструкция **«не хотела» продолжать развиваться**. Исход всегда был один – от такой конструкции **отказывались**.⁵ Блоку 1 соответствует формулировка административного противоречия по Альтшуллеру: «Надо что-то сделать!».

2. Пониженная идеальность Системы - Выявление пониженной идеальности системы: пониженная величина отношения полезных функций системы к затратным, вредным.

При переходе к блоку 2 становится ясной причина тревоги по поводу жизнеспособности ТС – низкая идеальность.

3. Создание новой Системы (если Система с нужной функций либо не существует, либо у существующей Системы нет ресурсов) - Создание новой Системы, для которой возникшая проблема выживания по выявленным факторам либо исчезает вообще, либо не имеет значения, либо не так остра. Этому блоку соответствует **Закон полноты частей ТС**: наличие необходимого набора элементов Системы и связей между ними, минимальная работоспособность элементов и связей.⁶

4. Улучшение существующей Системы (если у Системы есть ресурсы) – Такое изменение существующей системы, при котором возникшая проблема выживания по выявленным факторам либо исчезает вообще, либо не имеет значения, либо не так остра.

5. Объединение существующих Систем (если у одной, двух или нескольких Систем нет ресурсов) - Выявление возможностей объединения (симбиоза) 2-х (или нескольких) систем.

Это еще один путь синтеза новой ТС – собрать ее из двух (или более) «выдохшихся» систем, когда в выбранной для совершенствования **одной** существующей системе при анализе выяснилось, - ресурсов совершенствования нет. Надо устранять выявленные внешние и внутренние НЭ, а элементы и связи ТС исчерпали возможности изменения (совершенствования, развития) на предыдущих циклах. Вот и происходит объединение систем (однородных; со сдвинутыми характеристиками, в т.ч. – альтернативных; разнородных; антисистем). Количества объединяемых (объединяющихся) систем нам знакомы: би-системы, поли-системы.

⁵ Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. М., «Московский рабочий», 1973, с. 243

⁶ Работоспособность связей оценивается проводимостью вещества, энергии, информации. Проводимость, как главную характеристику связи, тоже можно рассмотреть с помощью предложенной Схемы ЗРТС (см. А.Захаров. Схема ЗРТС и Закон повышения проводимости. Февраль 1999 г. , Бостон)

- ТС объединяется с другой, но обязательно **существующей**⁷ ТС, и любого возраста. Часто объединяются ТС-«пенсионеры», чтобы взаимно поддержать друг друга.
- ТС объединяется почти с любой ТС, а не только с ТС с той же ГПФ: объединение **разнородных** систем (часы + авторучка), **систем и анти-систем** (система записи сигнала на пленку или на CD + система стирания сигнала...)

*После объединения вполне естественно происходит переход от блока 5 «Объединение ТС» к блоку 3 «Создание новой ТС». Ведь получена **новая система**⁸, с новым **системным** качеством. И эта **новая система**, удовлетворив Закону полноты частей, начинает новый цикл развития как **существующая**, что и показано переходом от блока 3 к блоку 4.*

Блоки 1 – 5 и далее 11 - 13 показывают один полный цикл совершенствования системы, либо ее создания и последующего совершенствования, - поэтому на Схеме ЗРТС эти блоки выделены цветом.

6. Выявление вредных факторов (нежелательных эффектов) взаимодействия Системы с Надсистемой

Деление на **внешние и внутренние** НЭ принципиально важно. В поиске и устранении в **первую очередь** внешних НЭ, т.е. рассогласований прежде всего рабочего органа ТС с элементами надсистемы (внешней среды), проявляется **Закон неравномерного развития** ТС (или закон опережающего развития рабочего органа ТС).

7. Выявление вредных факторов (нежелательных эффектов) взаимодействия внутри самой Системы

Поиск внутренних НЭ, т.е. рассогласований между элементами и связями внутри системы.

8. Изменение компонентов (элементов и/или связей) Системы - Изменения в Системе, при которых выявленные внешние и внутренние факторы (нежелательные эффекты) либо исчезают вообще, либо либо не имеют значения, либо их действие становится не столь острым. Указанному блоку 8 соответствует **Закон повышения динамичности ТС**, который реализуется:

- количественными и качественными изменениями элементов и связей ТС – переход от жестких элементов к элементам с шарнирами и эластичным, переход с макро- на микроуровень (использование все более глубоких свойств материи), вытеснением человека из ТС
- изменением свойств ТС⁹ - управляемости, ремонтпригодности и т.д.
- изменением временных процессов в ТС – переход к периодическим, импульсным, резонансным и т.д. процессам; переход к свойствам ТС (масса, плотность,

⁷ Пусть и в виде идеи, но умозрительно принимаемой как работоспособная.

⁸ Пусть нас не смущает, что получена она из хорошо известных существующих. Именно получение **нового** свойства, которое отсутствовало у отдельных составных частей, и знаменует рождение **системы**. Вспомним классическую задачу о скреплении (склеивании) ломких пластин в единый блок для обработки...

⁹ В примечании 6 уже сказано про проводимость и про пути ее совершенствования. Все то же самое относится к **любому** свойству системы, - каждое из них можно «прогнать» по Схеме ЗРТС. И, таким образом, увидеть возможные пути совершенствования этих свойств.

температура, проводимость, химические свойства и пр.), имеющим временной градиент.

- пространственными изменениями ТС – переход к свойствам ТС (масса, плотность, температура, проводимость, химические свойства и пр.), имеющим пространственный градиент.

«Изменение компонентов (элементов и связей) ТС» все это и подразумевает. Причем, **любое** изменение, а не только с разрешением противоречий.

Блоки 6 – 8 показывают механизм совершенствования системы.

9. Устранение вредных факторов (НЭ) взаимодействия Системы с Надсистемой - Установление факта, что внешние вредные факторы (НЭ) за счет изменения (динамизации) компонентов Системы либо исчезли, либо потеряли значение, либо их действие стало не столь острым.

10. Устранение вредных факторов (НЭ) взаимодействия внутри самой Системы - Установление факта, что внутренние вредные факторы (НЭ) за счет изменения (динамизации) компонентов Системы либо исчезли, либо не имеют значения, либо их действие стало не столь острым.

Блоки 9 и 10 показывают результат совершенствования. Другими словами, последовательность блоков 6 – 10 показывает процесс улучшения существующей ТС и результат этого процесса. Блоки с 6 по 10 можно «спрятать» в блок 4.

11. Улучшенная существующая Система - Установление факта улучшения всей в Системы в целом.

«Измерение» числа недостатков в ТС. После всех процедур их либо вообще нет (идеальный случай), либо значительно меньше, чем было в списке после блоков 6 и 7. Вывод - **ТС улучшилась**. Т.е. после устранения НЭ (либо снижения их важности или остроты) получаем усовершенствованную существующую ТС, что и отмечается в блоке 11.

12. Система с повышенной идеальностью - Установление факта повышения идеальности Системы (повышение отношения полезных функций системы к затратным, вредным).

«Измерение» величины отношения «функциональность / затраты», т.е. величины идеальности ТС. Возможны разные взаимные комбинации для изменившихся $\Sigma\Phi$ и $\Sigma\mathcal{Z}$, но после всех процедур блока 8 величина их отношения выросла. Вывод - **идеальность ТС повысилась**.

13. Система с повышенной жизнеспособностью - Установление факта повышения жизнеспособности Системы: система получает преимущества по отношению к другим, не изменившимся (не измененным) в лучшую сторону системам.

Системы с большей идеальностью, т.е. те, которые приносят больше пользы на «единицу хлопот», среди ТС-аналогов получают преимущество, и на этой основе выживают. Вывод - **жизнеспособность ТС повысилась**.

Общий вывод – этими тремя характеристиками - «улучшенность», идеальность и жизнеспособность, связанными причинно-следственной цепочкой, ТС обладает

одновременно. Только для наглядности эти характеристики разнесены по блокам 11, 12 и 13.

Иерархия Законов развития на Схеме наглядно представлена переходами в парах:

- от ТС с пониженной жизнеспособностью (блок 1) → к ТС с повышенной жизнеспособностью (блок 13) - **Закон повышения жизнеспособности Системы**
- от ТС с пониженной идеальностью (блок 2) → к ТС с повышенной идеальностью (блок 12) - **Закон повышения идеальности Системы**
- от выявленных внешних НЭ по отношению к Системе (блок 6) → к устраненным внешним НЭ (блок 9) - **Закон повышения (внешней) согласованности Системы**
- от выявленных внутренних НЭ Системы (блок 7) → к устраненным внутренним НЭ (блок 10) - **Закон повышения (внутренней) согласованности Системы.**
- переход от неизменных элементов и связей Системы к измененным (блок 8) - **Закон повышения динамичности Системы.**

Применим теперь предложенную Схему ЗРТС к совершенствованию систем «наука», «теория», «парадигма». Но для начала отметим, что предлагалось, что уже сделано или делается в направлении совершенствования этих систем.

Пожелания и реальность

Уже знакомый нам Ласло Эрвин отметил, что «...в XXI веке мы можем предвидеть в развитии естествознания наступление фазы, когда исследования, пока еще ограниченные рамками научных дисциплин, получают подкрепление посредством математической формулировки **трандисциплинарной динамики**, отражающей эволюционные процессы в различных областях наблюдения.

Эту схему не нужно расчленять на части классическими границами научных дисциплин: она может быть единой и, вместе с тем, строгой. Возникновение такой схемы является составной частью прогресса эмпирической науки в конце XX и начале XXI столетий».¹⁰

Идея построения такой теории (схемы, обобщения) попала даже в учебник: «...весьма актуальной является **задача построения теории развития науки** – теории, объясняющей и раскрывающей механизмы успешного функционирования науки и эффективного ее развития».¹¹

Какие же подходы к реализации отмеченных пожеланий сегодня есть? Что можно положить в основу построения такой теории? Приведем краткий обзор источников, содержащих полезные идеи, а также дадим комментарий к ним с точки зрения Схемы ЗРТС.

Источник, идея	Комментарий
<p>«Философия и методология науки», с. 536:¹²</p> <p>Г.Спенсер (1820-1903). Английский философ и социолог. Развивал учение о всеобщей эволюции, относящейся к природе, обществу, человеку. Является основоположником органической школы в социологии, истолковывающей общество по аналогии с живым организмом.</p> <p>Основным законом социального развития считал закон выживания наиболее приспособленных обществ, а дифференциацию общества – важнейшим фактором его приспособления к окружающей действительности.</p>	<p>Учение о всеобщей эволюции должно приводить к универсальной Схеме развития систем любой природы.</p> <p>Особо отмечен закон выживания, его реализация с помощью наибольшей приспособленности – т.е. с помощью наибольшей согласованности, которая может быть достигнута с помощью дифференциации общества (одного из видов динамизации – прием «дробление» по какому-либо параметру)</p>

¹⁰ Эрвин, Ласло. Основания трандисциплинарной единой теории. Московский синергетический форум. <http://ns.iph.ras.ru/~mifs/laslo~1.htm>.

¹¹ Философия и методология науки. Под ред. В.И.Купцова. М., «Аспект Пресс», 1996, с. 334

¹² Впрямую указания на систему «наука» нет, но не забудем, что наука – это одна из подсистем общества.

<p>http://www.utm.edu/research/iep/e/evolutio.htm. The Internet Encyclopedia of Philosophy. Evolution.</p> <p>Наиболее полное развитие целостной системы взглядов на эволюцию представлено работами Г. Спенсера, который выступал в поддержку принципа развития даже раньше публикации Ч.Дарвином работы «О происхождении видов», - развитие является высшим законом всей природы, а не только органической.</p> <p>Индивидуальные процессы мира явлений рассматриваются через «призму» развития, через распространение движения, с которым связана интеграция (объединение) материи в одно целое...</p> <p>Тот же самый вид интеграции наблюдается в социальных организмах... Подобный вид интеграции виден в развитии языка, искусства и науки...</p>	<p>Универсальные идеи развития для всего сущего.</p> <p>Единство природы – общества – производства (в форме искусства, науки)...</p>
<p>«Философия и методология науки», с. 439:</p> <p>Научная деятельность носит конкурентный характер. В силу этого и механизмы самоорганизации научного сообщества в некоторых существенных моментах напоминают механизмы рынка</p>	<p>На Схеме ЗРТС есть все характеристики развития в условиях конкуренции: выживание, идеальность, согласование, динамизация.</p>
<p>«Философия и методология науки», с. 519:</p> <p>Т.Кун (1929-1996). Американский историк и философ науки, один из лидеров исторической школы в методологии и философии науки.</p> <p>В книге «Структура научных революций» (1962) наука представлена как смена нормальных и революционных периодов в ее развитии, как результат конкурентной борьбы между различными научными сообществами.</p>	<p>Признаки эволюции - конкуренция, отбор.</p>
<p>«Философия и методология науки», с. 538:</p> <p>С.Тулмин:</p> <ul style="list-style-type: none"> • развитие науки подобно биологической эволюции, в которой проявляется единство консерватизма и инноваций • на эволюцию научного содержания влияют как внутринаучные, так и вненаучные факторы. 	<p>Развитие системы «Наука» по Схеме ЗРТС.</p> <p>Учет внешних и внутренних факторов (связей) при изучении эволюции системы «Наука»</p>

<p>Чеховская Т., Щербаков Р. Ощеломляющее разнообразие жизни. М., Знание, 1990.¹³</p> <p>Новые идеи тоже подвергаются естественному отбору.</p>	<p>Вот оно проявление единства законов эволюции систем любой природы. Отметим, что идея – система нематериальная!</p>
<p>http://www.iph.ras.ru/~mifs/kkm/G11.htm</p> <p>Капица С.П. и др. Синергетика и прогнозы будущего. 1996, Часть 1, с.38:</p> <p>Американский историк науки Дж.Холтон обратил внимание на то, что в ходе развития наук меняются наборы фактов и теорий, которые считают наиболее важными. Однако неизменными остаются некоторые макротемы (инварианты), общие для различных дисциплин. Такова, например, тема эволюции (переход простых форм в сложные)...</p>	<p>Подтверждение существования инварианта – эволюции!</p>

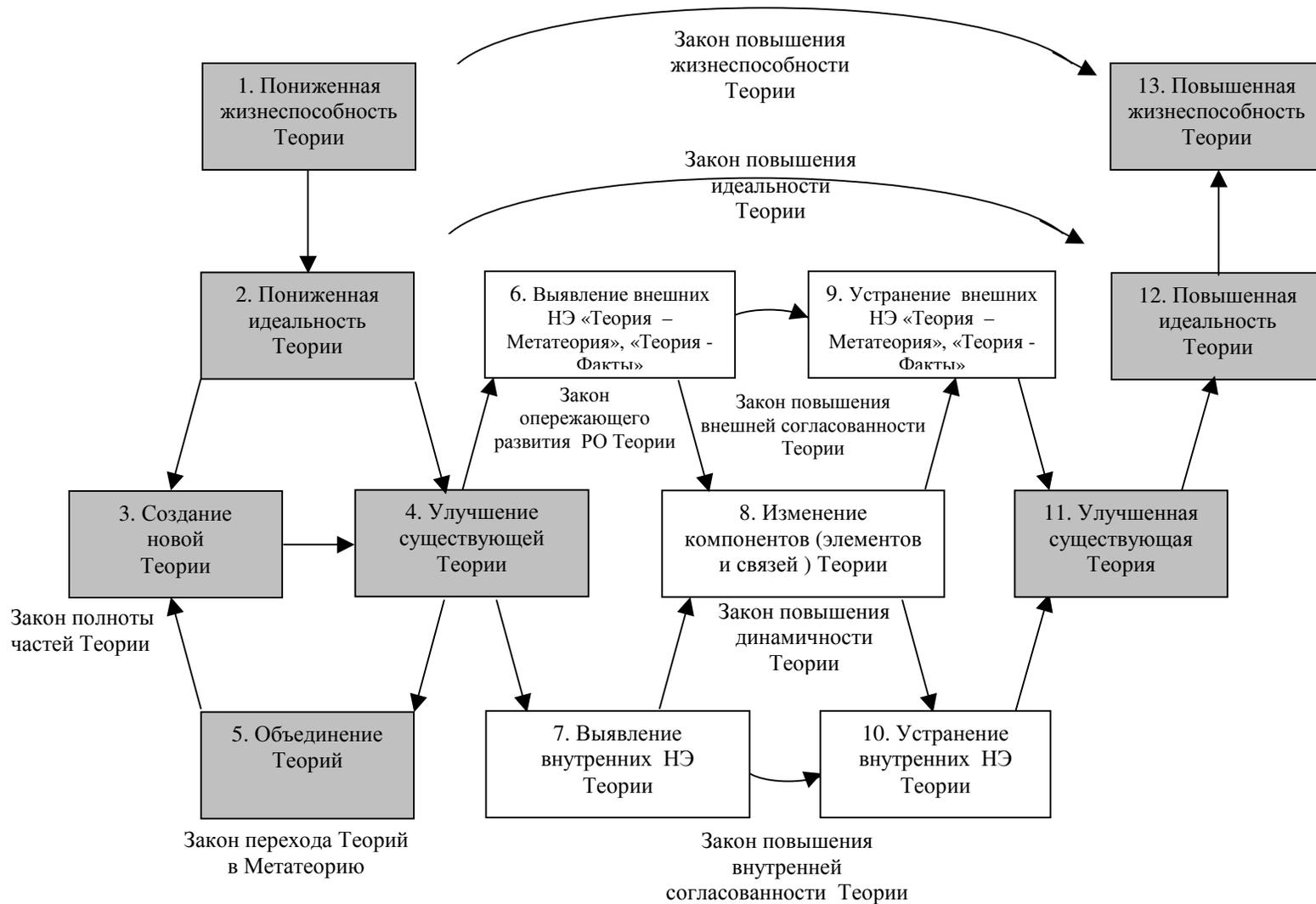
Налицо потребность в упорядочении, в классификации, поскольку разнообразие подходов (идей, инструментов) грозит превратиться в хаос. Сам процесс упорядочения, создания классификации служит познанию природы и выяснению связей между явлениями. Классификация подводит итог тому, что уже сделано, и намечает новые горизонты исследования. Иначе говоря, она обладает прогностической силой, позволяет предсказывать еще неизвестные явления.¹⁴ Поэтому сведение воедино всех указанных подходов, выявление в них общности, и можно рассматривать как упорядочение, как классификацию, **как предложение некоторой Схемы**.

Итак, теперь уже не отвлекаясь, применим Схему ЗРТС к исследованию систем «Наука», «Теория», «Парадигма».

¹³ Цитируется по: Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. Ассоциация ТРИЗ, СПб, 1998, с. 272

¹⁴ Миркин Б.М. О науке старой, но не стареющей. ХиЖ, 1/93, с. 28

Обобщенная Схема законов развития науки, теории, парадигмы



Примечание 1. На Схеме в качестве объекта рассмотрения выбрана система «Теория», хотя все сказанное в полной мере относится к системам «Наука» или «Парадигма».

Примечание 2. Метатеория – теория, в которую рассматриваемая Теория входит как элемент, т.е. Надсистема Теории.

Пояснения к блокам Схемы

1. Пониженная жизнеспособность Теории

Такой период в жизни теории как «**Пониженная жизнеспособность**» чаще всего относится к периоду ее «старости», когда основные возможности теории исчерпаны, новые открытия невозможны без выхода за рамки данной теории, когда накапливаются психологическая инерция, стереотипы, а теория стремительно усложняется, становится труднодоступной.

Воспользуемся максимально упрощенным описанием процесса познания.¹⁵ Для выяснения истины наилучшим способом является **научный метод**:

1. Подвергни наблюдению некоторый аспект Природы.
2. Предложи теорию, которая находится в согласии с тем, что наблюдалось.
3. Используй теорию для выработки прогнозов.
4. Проверь эти прогнозы при помощи опытов или дальнейших наблюдений.
5. Измени теорию в соответствии с результатами опытов (наблюдений).
6. Вернись к шагу 3.

Содержание п. 5 алгоритма по сути и означает, что речь заходит о **выживании теории**. Если найдется объяснение результатам опытов (наблюдений) в рамках первоначально предложенной теории, - то будет жить эта теория, не найдется - спасибо ей за прошлые объяснения, и прощай. Ведь согласно п. 2 алгоритма должна быть предложена теперь уже **новая теория**, «...которая находится в согласии с тем, что наблюдалось».

Проблема «низкой жизнеспособности», т.е. кризиса некоторой области знания, существующей в виде теории, часто осознается во время подготовки докладов, при чтении лекций, т.е. **в процессах систематизации, упорядочивания знаний**, в пору их логической обработки:¹⁶

- В курсе химии, который Д.Менделеев читал студентам, ему не нравилось, как излагался в учебниках и специальной литературе раздел об элементах.
- Педагогическими соображениями руководствовался Н.Лобачевский, когда начинал исследования по неевклидовой геометрии.
- Г.Илизаров, в бытность еще молодым сельским врачом, мучительно переживал несовершенства традиционного способа лечения переломов.

Здесь мы отметили, что недовольство исследователя, осознание им недостатков существующей теории и практики ее применения, есть **причина последующих шагов к совершенствованию этой теории**. Последнее мы детально рассмотрим, когда будем говорить о мотивах деятельности ученого.

¹⁵ http://www.xnet.com/~blatura/skep_1.html#1.1 Отметим, что сам алгоритм процесса познания, т.е. **научный метод**, укладывается в Схему ЗРТС!

¹⁶ Дело тут не только в таланте ученого увидеть некие несовершенства теории. Человеческий разум вообще требует цельного и связного представления о мире. Недостаток цельности и связности вызывает беспокойство и тревогу. См. Жакоб Ф. Игра возможного. Эссе о разнообразии живого. ХиЖ, 4/94, с. 5

Познание начинается с осознания аномалии, то есть с установления того факта, что природа каким-то образом нарушила ожидания, направляющие развитие нормальной науки. Это **осознание различия** между вновь обнаруженными фактами и теорией **приводит** затем к более или менее **расширенному исследованию области аномалии**.¹⁷

Но из этого вполне логично вытекает и **вариант отказа от теории**, когда теория просто не может быть усовершенствована. Именно так и поступили Д.Менделеев, Н.Лобачевский или Г.Илизаров. А что можно сказать об отвергнутых ими теориях или практике, – **они не выжили...**

Зачем Н.Копернику понадобилось выдвигать свою идею гелиоцентрической системы мира? Коперник увидел, что **два фундаментальных мировоззренческих принципа** его времени – принцип кругового движения небесных тел и принцип простоты природы **явно не реализуются в астрономии**. Решение этой фундаментальной проблемы и привело к великому открытию.¹⁸ Еще раз подчеркнем - начало работы ученого в недовольстве существующим! А что стало с геоцентрической системой мира Птолемея? Она осталась в истории науки, но только как прекрасный пример развития знания, как этап эволюции, но, увы, пройденный.

Например, за свою историю математика испытала три сильнейших потрясения, три кризиса, которые касались ее основ:

- Первый кризис разразился еще в древности и был вызван открытием факта неизомерности величин (например, стороны и диагонали квадрата). Кризис был преодолен введением новых чисел, которые не были ни целыми, ни дробными. **А прежние «бестранцендентные» основы математики ушли в историю.**
- Очередная катастрофа произошла в 17-18 столетиях: на этот раз дело касалось истолкования бесконечно малых величин. Выход был найден в создании О.Коши теории пределов. **А прежние «беспредельные» основы математики ушли...**
- Последний кризис, рубеж 19-20 вв. Парадоксы Г.Кантора о множествах всколыхнули математику, оказали благотворное влияние на ее развитие: возникло новое обоснование, опирающееся на интуитивные начала. **А прежние «доканторовские» основы математики...**

Американский математик Ф.Дэйвис отметил, что во все времена, в любой точке своей эволюции стоило математике оказаться в кризисном положении, как ее спасала какая-нибудь новая идея.¹⁹ А что стало со старыми идеями, существовавшими ранее в виде оснований математики?

*Вывод № 1. Приведенные примеры дают возможность говорить о таком периоде в развитии, когда теория **может** быть отвергнута, т.е. о **периоде пониженной жизнеспособности Теории**. В соответствии этому периоду на Схеме законов развития и предложен блок 1 «Пониженная жизнеспособность Теории».*

¹⁷ Кун Т. Структура научных революций. М., Прогресс, 1975, с.78

¹⁸ Философия и методология науки, с. 259

¹⁹ Сухотин А.К. Парадоксы Науки. М., "Молодая гвардия", 1978. 240 с. с ил. (Эврика). С. 10 – 13. Здесь и далее ссылки даются на электронный вариант книги, находящийся по адресу - <http://www.nit.kiev.ua/>

2. Пониженная идеальность Теории

Понятие ТРИЗ «Идеальность» может быть распространено и на научные системы - модели, более или менее адекватно отражающие объекты и явления Природы. Полезными функциями таких моделей можно считать глубину и точность отражения реальности, а факторами расплаты – сложность модели, необходимость дополнительных постулатов, аксиом, ограничений, налагаемых на модель и т.д.²⁰

Действительно, основания для выбора Теории (парадигмы), которые философами науки обычно перечисляются, - это **точность, простота, результативность**.²¹ Среди других упоминаемых факторов, - **широта охвата явлений и совместимость с другими специальностями**.²²

В той или иной форме понятие **идеальности научной системы** можно найти у многих ученых, именитых и не очень, - взять хотя бы понятие «Бритвы Оккама». Известны слова И.Ньютона: «Природа проста и не раскошествоует излишними причинами вещей. Не должно принимать в Природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений».

Из высказываний наших современников:

- «Среди всех принципов, которые можно выделить в мире науки, трудно вообразить более привлекательный, чем **принцип простоты**». - М.Рис, Р.Руффини, Дж.Уилер. Черные дыры, гравитационные волны и космология.²³
- Язык науки (ее теоремы, формулы) имеет свои "законы красоты", складывающиеся из **внешней простоты** (радующей глаз структуры) и **внутренней логической стройности**, когда формула связывает в **простой форме** разнородные явления, неожиданно освещая светом разума **сложные явления** (уравнения Максвелла, Эйнштейна).²⁴
- Явлениям природы можно найти множество различных объяснений. Но каким образом избрать наиболее убедительные или приемлемые? Один из принципов отбора – **принцип простоты теоретического объяснения**. - Овчинников Н. Мы будем вам нужны, когда будем нужны. «З-С», 10/88.²⁵

Любая теория никогда не описывает всей доступной совокупности фактов в равной степени успешно. Что-то объясняется хорошо, а какие-то факты вообще не находят своего объяснения в рамках устоявшихся представлений. И если в рамках теории:

- число необъясненных фактов растет, и/или,

²⁰ Злотин Б., Зусман А. Решение исследовательских задач. Кишинев, МНТЦ «Прогресс», Карта Молдовеняскэ, 1991, с. 45

²¹ Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 251

²² Там же, с. 259

²³ Цитируется по: Громов Г.Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации. М., "Наука", 1985, с. 96

²⁴ Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. Уч. пособие. Диалектика прогрессивной линии развития как гуманная общечеловеческая философия XXI века. М., ВЛАДОС, 1994, с. 319

²⁵ Цитируется по: Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. Ассоциация ТРИЗ, СПб, 1998, с. 157.

- если для объяснения требуется все больший набор аксиом, допущений, ограничений и т.д.,

то налицо именно то самое **понижение идеальности Теории**. Для описания этого явления учеными даже введен так называемый «**принцип уменьшения отдач**», согласно которому для новых завоеваний наука требует все более крупных усилий, в том числе, и материальных затрат.

Ну, определили наличие кризиса Теории, а что дальше? Ответом могут быть слова Т.Куна, что «...все кризисы заканчиваются одним из трех возможных исходов:

- проблема объявляется неразрешимой с помощью известных сегодня методов (сегодняшней Теорией) и отставляется в сторону
- возникновение нового претендента на место парадигмы (Теории)
- нормальная наука (Теория) доказывает свою способность разрешить проблему».²⁶

В первом случае Теория просто не эволюционирует, поэтому этот вариант вариант на Схеме Законов развития и не указан. Два последних случая, - возникновение новой Теории или дальнейшее развитие Теории существующей отражены блоками 3 и 4 Схемы. Стало ясно, куда двигаться, но прежде...

*Вывод № 2. Причиной пониженной жизнеспособности Теории является ее **пониженная идеальность**, что выражается в уменьшении величины отношения полезных функций Теории (объяснительная сила Теории) к затратным факторам (используемое в Теории число постулатов, аксиом, допущений и т.д.). В соответствии с этим на Схеме законов развития и предложен блок 2 «Пониженная идеальность Теории».*

²⁶ Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 115

3. Создание новой Теории

Новая наука, или теория начинает создаваться с момента открытия нового явления или с появлением нового взгляда на явление уже известное, но труднообъяснимое с точки зрения теории существующей. «Наблюдение открывает какой-нибудь **новый факт, делающий невозможным прежний способ объяснения фактов**, относящихся к той же самой группе. С этого момента возникает потребность в новых способах объяснения...».²⁷

Так, Пьер Мопертюи, президент Берлинской академии, человек дерзкой интуиции и широкого научного кругозора, астроном и геодезист, механик и натурфилософ, давно размышлял о природе движения тел и имел ряд интересных соображений на сей счет. Но сформулировать их на четком математическом языке не мог, **не хватало самой математики**. Л.Эйлер, взглянув на проблему свежим взглядом, **создал вариационное исчисление**, - математический анализ функций, зависящих от бесконечного числа переменных.²⁸ Таким образом, **новая теория возникает как реакция на неумение существующей науки объяснить аномальные факты**.

Серьезные, неустранимые в рамках прежней парадигмы кризисы требуют для своего преодоления **коренного изменения существующей научной системы**. Именно такой процесс идет сегодня, например, в астрономии, которая переживает новую эпоху великих открытий. **Они приводят к радикальным изменениям в научной картине мира**. Теория раздувающейся Вселенной, квантовая космология расширили границы мегамира. Бурные **мировоззренческие дискуссии** вызывает антропный принцип, выявляющий неразрывную связь между глобальными свойствами Метагалактики и появлением в ней человека.²⁹

А теперь - формальная сторона дела. Согласно Закону ТРИЗ о полноте частей, - в жизнеспособной системе должны быть:

- 4 минимально работоспособных элемента – Рабочий Орган, Трансмиссия, Источник энергии – Двигатель и Система управления
- необходимые между указанными элементами связи – материальные: вещественные и/или энергетические; информационные; и на основе всех указанных, - функциональные.

Чтобы определить, какие элементы Теории являются аналогами РО, Т, ИЭ-Дв и СУ, определим сначала Главную функцию Теории и Объект ее Главной Функции.

Если коротко, то главная функция Теории **состоит в сведении сложности к простоте**. Понимание мира означает его упрощающее представление. Начиная с эпохи Возрождения, **минимальное представление (объяснение) явлений природы создается наукой** - задача науки в этом и заключается.³⁰ Т.е. Теория – это система, на вход которой

²⁷ Энгельс Ф. Диалектика природы. с. 191. В кн. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук. Изд. АН СССР, М., 1962, с. 43

²⁸ Смирнов С. Незнакомец по имени Действие. «З-С», 5/91, с. 27.

²⁹ Астрономия и современная картина мира / РАН. Ин-т философии; Ред.: В.В. Казютинский. - М.: ИФРАН, 1996. 247 с.

³⁰ Волькенштейн М. Красота науки. НиЖ, 9/88, с. 15.

подается сверхсложная информация, а на выходе получается простая. Или другими словами: информация о безгранично сложной природе в результате обработки Теорией переводится в гораздо более простую модель (иерархию моделей).

Что же является тем рабочим органом, при помощи которого (или которых), реализуется обработка информации? Воспользуемся готовым ответом: «Для получения научных знаний необходимы различные **методы наблюдения и экспериментирования**, а также многообразные средства, при помощи которых они осуществляются, - многочисленные **приборы, экспериментальные установки, методики измерения, сбора, обработки, хранения и передачи информации...**».³¹

Теперь об источнике энергии – двигателе. Что заставляет «Теорию» работать? Теорию, которая как бы «спрятана» в ученом или в целом научном коллективе. На поверхности всегда отмечается борьба ученых или коллективов:

- В соответствии с традицией, уходящей корнями в европейскую историю, **наука - это диспут**. Состязательный характер науки подчеркивает система научных званий, степеней, премий и наград. Участвуя в "турнире идей", **ученый утверждает себя как личность**. Он мыслит свою деятельность в категориях личной **победы или поражения**. Подлинным вознаграждением для ученого остается **признание научным сообществом** его имени, его вклада в науку.³²
- Научная деятельность носит конкурентный характер: в ней есть элементы рынка, причем роль капитала в науке играет **признание коллег**.³³
- Т.Кун, 1962, «Структура научных революций»: наука - **результат конкурентной борьбы между различными научными сообществами**.³⁴
- Технолог должен все время иметь «питание», т.е. какое-то желание решать задачу. Это может быть **стремление быть первым, желание получить награду за отличное решение, любопытство, доказательство себе и окружающим своих возможностей**.³⁵

Но давайте присмотримся внимательнее: ведь борется не ученый с ученым,³⁶ а некая система воззрений (Теория 1) по поводу некоторых аспектов природы с другой системой воззрений (Теория 2). Для Т1 и Т2 ученые являются только носителями этих воззрений, - получается этакая «человеко-теоретическая» система. Тогда традиционная схема Закона полноты ТС примет вид:

³¹ Философия и методология науки, с. 14.

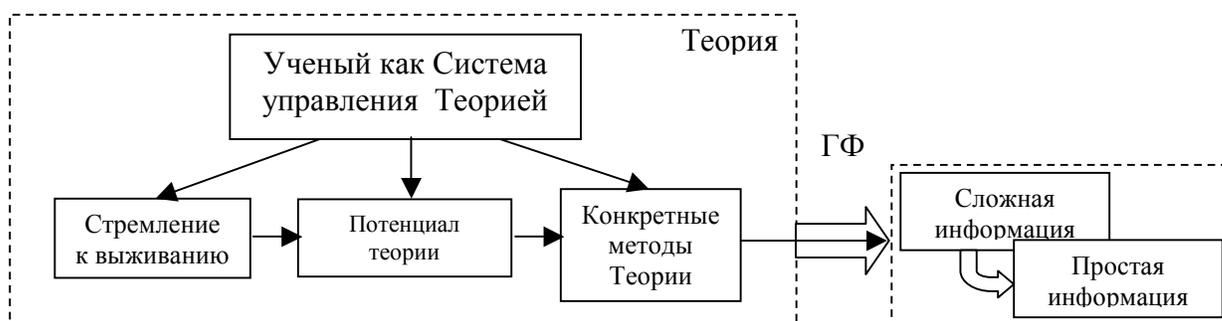
³² Арапов М. Информационная среда фундаментальной науки и новые информационные технологии. <http://sr.isa.ac.ru/sr-88/arap.html>

³³ Философия и методология науки, с. 439

³⁴ Там же, с. 519

³⁵ Митрофанов В.В. От технологического брака до научного открытия. Ассоциация ТРИЗ, СПб, 1998, с. 378

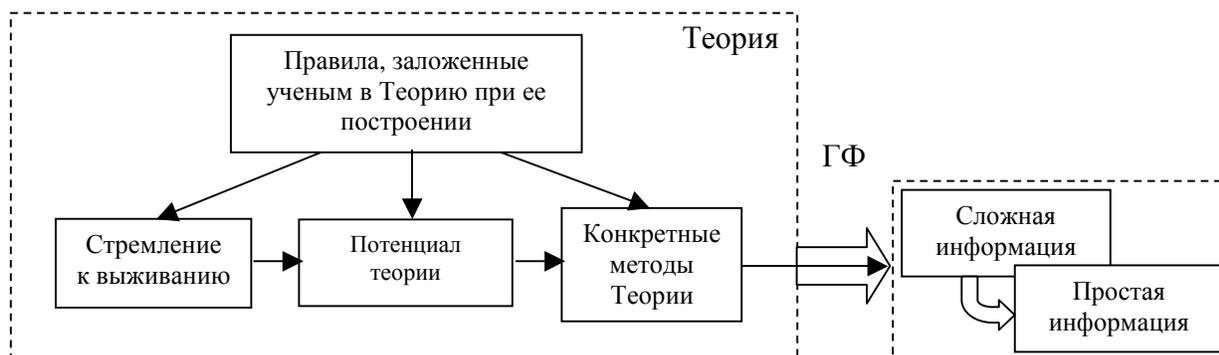
³⁶ Хотя в науке тоже не редкость борьба не идей, а людей.



Ученый, как Система управления системы «Теория», кровно заинтересован, чтобы его³⁷ «Теория» была востребована научным сообществом и, в конечном счете, обществом, т.е. чтобы его «Теория» выжила в борьбе с другими «Теориями». Именно в этом причина состязательности науки, конкурентной борьбы научных школ, борьбы за признание коллег и т.д. Если **отвергается, т.е. не выживает Теория, то не выживают и все ее элементы, в т.ч. и ученый**. Понятно, что речь не идет о физической гибели, - гибнет репутация, гибнет ученый как ученый. Именно из этого следует, что Источником энергии и двигателем системы «Теория» является **стремление к выживанию**. Еще раз подчеркнем, что осознание этого принадлежит ученому, Системе управления системы «Теория», а стремится к выживанию вся система «Теория».

Здесь прослеживается прямая аналогия между системами «человеко-теоретическими» и системами «человеко-техническими», или техническими (более традиционное название), в которых человек является Системой управления. И аналогично выполняется Закон вытеснения человека из «человеко-теоретической» системы.

Если можно так выразиться: «Ньютон умер, но дело его живет!». Т.е. созданная ученым «Теория»³⁸ оказались настолько правильной, настолько верно и глубоко описывающей явления природы, что **физически** сам ученый ей уже и не нужен, - она как бы «сама работает», и как бы «сама себя» защищает, как бы «сама выживает»... Поэтому в «вытесненном» варианте схема Закона полноты для «Теории» примет вид:



Но примем во внимание то, что **теория, верно объясняющая природу, не работает одна**, - новые ученые становятся ее Системой управления, и либо просто применяют ее для

³⁷ Здесь не так важно, является он создателем Теории или только ее толкователем – пользователем.

³⁸ А так же правила ее применения.

решения своих задач, либо дополняют и развивают изначально заложенные в нее правила. Т.е. снова «Теория» выживает...

Прежде чем говорить о трансмиссии, - звене, соединяющем Источник энергии – Двигатель и Рабочий Орган системы, рассмотрим последовательность действий, ведущих к применению «Теории». Эта последовательность представляется такой:

1. Общество ставит ученому сообществу **задачу объяснить какое-либо явление природы**, которое общество так или иначе намерено использовать.
2. Конкретный ученый, член ученого сообщества, владеющий Теорией, **действуя как Система управления «Теории»**, понимает необходимость решения задачи, что выражается:
 - 2.1. В осознании, что **выживание его как ученого**:
 - улучшиться в случае успешного объяснения явления природы (при успешной реализации ГФ «Теории»), или
 - ухудшится, если явление природы объяснено не будет (при неуспехе реализации ГФ «Теории») или будет объяснено не лучшим образом (в случае слишком дорогой реализации ГФ «Теории»).
 - 2.2. **В управлении потенциалом «Теории»**:
 - обзор и выбор нужных методов объяснения явления природы из существующих, либо
 - улучшение существующих или разработка новых, если потенциал «Теории» недостаточен или отсутствует
 - 2.3. **В использовании конкретных существующих, улучшенных или вновь созданных методов** для объяснения явления природы.
3. Стремление к выживанию **заставляет активизировать** накопленный Теорией **потенциал**.
4. Из накопленного Теорией потенциала **выбирается и используется метод, решающий поставленную обществом задачу**.

Таким образом, «Трансмиссия» в применении к Теории - это то, что накопила «Теория» с момента ее создания до конкретного момента использования, потенциал Теории.

Если для явлений природы существующих объяснений просто нет, - сделано открытие, то Теорию надо изобрести! Именно это мы и видели в примере с **созданием (изобретением) Л.Эйлером теории функций с бесконечным числом переменных**. Но всю указанную цепочку деятельности и схему Закона полноты можно найти и в этом случае:

- Общество не ставило Л.Эйлеру задачу объяснения тонкостей законов движения, **Эйлер поставил ее себе сам**. Его самолюбие было бы уязвлено, если бы он, один из сильнейших математиков своего времени, не решил бы задачу. И так, стимул - Источник Энергии и Двигатель в системе Теория, появился.
- Нужна Трансмиссия – потенциал Теории, который позволил бы выбрать метод, объясняющий тонкости движения тел. Но, увы, нет такого потенциала. И Эйлер

воспользовался аналогией, - теорией функций для нескольких переменных. На этой основе родилась идея - обобщить теорию для бесконечного числа переменных. В новых «бесконечномерных пространствах» удалось определить производную и интеграл, находить экстремумы функций, изучать их графики. Потенциал Теории, - Трансмиссия – появился!

- И, наконец, Рабочий Орган Теории, методы созданной теории вариационного исчисления, заработали - проблема выбора траектории реального движения тела свелась к поиску точек в «фазовом» пространстве движений, а этот поиск оказался привычной уже «задачей на минимум».

Вывод № 3. В любом случае в «Теории» существуют элементы:

- **Источник энергии и двигатель** - стремление «Теории» к выживанию
- **Система управления системы «Теория»** - ученый
- **Трансмиссия** как передаточное звено между Источником энергии – двигателем и рабочим органом «Теории» - потенциал, накопленный «Теорией»
- **Рабочий орган «Теории»** - существующий, либо вновь изобретаемый метод (набор методов), с помощью которого происходит реализация ГФ «Теории» - переработка информации о природе.

В существующей или во вновь создаваемой «Теории» каждый из указанных элементов минимально работоспособен и связан необходимыми связями с другими.

4. Улучшение существующей Теории

До тех пор пока средства, предоставляемые Теорией, позволяют успешно решать проблемы, наука проникает на самый глубокий уровень явлений, уверенно используя эти средства. Причина этого ясна: как и в производстве, **в науке смена оборудования – крайняя мера**, к которой прибегают лишь в случае действительной необходимости.

Как совершенствовать существующую Теорию? Точки приложения усилий выявлены с помощью схемы Закона полноты частей системы. Прежде всего, пусть это и звучит тривиально, - надо приспособлять Теорию к информации о явлениях природы, т.е. устранять **недостаточное взаимодействие Теории и Природы**. Для этого, на основе все той же схемы Закона полноты, переходить к совершенствованию конкретных элементов и связей системы «Теория»:

- Прежде всего совершенствовать РО³⁹ «Теории», к которому относятся **методы наблюдения и экспериментирования**, а также многообразные средства, при помощи которых они осуществляются, - **приборы, экспериментальные установки, методики измерения, сбора, обработки, хранения и передачи информации...**
- Естественно, что должна совершенствоваться СУ «Теории» в лице ученого. Здесь схема Закона полноты частей тоже указывает на множество возможных направлений развития:
 - улучшение понимания ученым своего положения и функционирования в системе «Теория» для ее (и своего) выживания
 - улучшение существующих или разработка новых методов, если потенциал «Теории» недостаточен, совершенствование способов выбора нужных методов из уже имеющихся
 - совершенствование применения существующих, улучшенных или вновь созданных методов

Разными авторами и не единожды отмечается необходимость согласования «Теории», понятийного, логического, методологического. Снова вспомним про критерии - **целостность, внутренняя непротиворечивость**.⁴⁰ Понятно, что удовлетворение последним - это задача **совершенствования внутреннего**.

*Вывод № 4. Улучшение, совершенствование, т.е. эволюция уже существующей «Теории», это более частый в истории науки процесс, чем революция. Для научной системы в большинстве случаев кризис оказывается несмертельным: удастся найти возможности его устранения в рамках имеющейся модели, нередко просто **устранив ошибки, найдя достоверные объяснения «неудобных» фактов, показав взаимосвязь между казавшимися несовместимыми выводами.***⁴¹

³⁹ Это проявление Закона опережающего развития РО. Вспомним про ранее упомянутые критерии оценки: та теория лучше, которая **способна описать БОльшую совокупность фактов**. Это **совершенствование внешнее**.

⁴⁰ Яковенко И. Реплика. 3-С, 4/98, с. 125. Это и означает согласование внутри самой системы «Теория».

⁴¹ Злотин Б., Зусман А. Решение исследовательских задач. Кишинев, МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991, с. 42

5. Объединение Теорий

История науки изобилует примерами объединения Теорий как способа дальнейшего развития, а также рекомендациями по реализации такого объединения:

- Для получения полной картины тех или иных процессов необходимо их **описать с точки зрения, по меньшей мере, двух взаимоисключающих, противоположных позиций.**⁴²
- Нильс Бор неустанно проповедовал принцип дополнительности среди ученых коллег из других областей современного знания - биологии, психологии, лингвистики, социологии, истории культуры... Всюду, где появляются сочетания несочетаемого, - а они появляются ВСЮДУ, - нужно для понимания явления **находить дополняющие друг друга стороны действительности.**⁴³
- Сформулировав какое-то положение в науке, не следует ждать, пока оно перестанет справляться с объяснением всех необходимых фактов, а сразу же **искать противоположное положение, обосновать его и перейти к их объединению.**⁴⁴
- Проект по эвристическому программированию, в котором использованы эмпирические приемы, помогающие ЭВМ (!) решить, что делать дальше. Одна из рекомендаций гласит: **если какая-то операция представляет интерес, то обратить внимание на обратную ей.**⁴⁵
- Важно, чтобы ученый располагал **несколькими концепциями по одному и тому же вопросу.** В научном отношении они могут быть равноправны, отличаясь лишь тем, что основаны на различных физических представлениях. Ведь с разных точек зрения **открываются разные возможности для модификаций.**⁴⁶

Сегодня эти рекомендации особенно актуальны, поскольку **современная наука развивается преимущественно в смежных точках,** т.е. именно там, где объединение теорий, их взаимное усиление, особенно плодотворно.

Так, в науке Нового времени выделяются несколько познавательных моделей, которые иногда конкурируют в различных дисциплинах, иногда **мирно сосуществуют, дополняя друг друга:**⁴⁷

- Одна из первых моделей - **схоластическая.** В рамках барокко мир воспринимался в виде огромной, созданной Богом книги, и образ книги делался моделью многочисленных сложных понятий.

⁴² Принцип дополнительности Н.Бора, сформулированный им вначале для объектов микромира, а затем распространенный на самые разные объекты науки. Злотин Б., Зусман А. Решение исследовательских задач. Кишинев, МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991, с. 48

⁴³ Данин Д. Старт кентавристики. НиЖ, 6/96, с. 68

⁴⁴ Подход А.А.Любищева. Злотин Б., Зусман А. Решение исследовательских задач. Кишинев, МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991, с. 50

⁴⁵ Мичи Д., Джонстон Р. Компьютер-творец. М., «Мир», 1987, с. 114

⁴⁶ Р.Фейнман, из нобелевской лекции. Сухотин А.К. Парадоксы Науки. М., "Молодая гвардия", 1978. 240 с. с ил. (Эврика), с. 83

⁴⁷ Капица С.П. и др. Синергетика и прогнозы будущего. Часть 1, сс. 38-40 <http://www.iph.ras.ru/~mifs/kkm/G11.htm>. Приведенный ряд можно рассматривать и как динамизацию модели (описаний) природы во времени, т.е. как модель, становящуюся все более и более адекватной природе.

- **Механическая** модель, восходящая к Р.Декарту, трактует Вселенную, человека, общество как некоторые машины.
- В XVIII - начале XIX в. на сцену выходят **случай, законы больших чисел, статистика**. Статистическая физика и "гиббсовский" стиль мышления в различных науках, от экономики до математики.

В конце XX в. поиск новых концепций, новых парадигм, новых познавательных моделей ведется на разных направлениях. Один из подходов - фундаментальное изменение методологии:

- При анализе сложных систем классическая "черно-белая" гегелевская триада: "тезис - антитезис - синтез" должна уступить более сложным схемам. Например, **тринитарной методологии**, в рамках которой рассматриваются соотношения между парами категорий - **точностью, простотой и универсальностью**.
- Познавательная модель часто основывается на **экологическом императиве**, на изменении этических норм взаимодействия Общества и Природы.
- Можно строить новую философско-методологическую концепцию, отправляясь от опыта реализации крупных научно-технических проектов и осмысления исторического пути развития человечества. Глубоко и последовательно этот подход, называемый **универсальным эволюционизмом**, развивается Н.Н.Моисеевым.

«Объединение Теорий», как направление **эволюции научного познания**, отражено в книге В.Ф.Турчина "The Phenomenon of Science"⁴⁸ в виде «теории метасистемных переходов»: переход от нижних уровней системной иерархии к верхним происходит путем метасистемных переходов. Каждый метасистемный переход можно рассматривать как объединение ряда подсистем S_i нижнего уровня и появление дополнительного механизма *управления* C объединенными подсистемами. В результате метасистемного перехода формируется система S' нового уровня ($S' = C + \sum_i S_i$), которая может быть включена как подсистема в следующий метасистемный переход.

Один из организационных способов, помогающих объединению Теорий, хорошо известен и широко используется: коллектив исследователей строится как **творческая мастерская**, в которой **объединяются ученые разных поколений, разных стилей мышления, имеющие разные взгляды** на изучаемые проблемы.

Интересно, что подход «Объединение Теорий» использовался для **спасения теорий уже отживших**, т.е. для теорий, потерявших свою объяснительную силу, но еще нужных отдельным ученым, некоторым общественным институтам, например, религии, или даже всему обществу.

Так, вокруг гелиоцентрической системы мира Н.Коперника развернулась ожесточенная борьба. В 1588 г. появились возражения со стороны известного астронома Т.Браге, хотя он признавал ясность и простоту идеи Коперника. Взамен Т.Браге предложил свою теорию, которая являла **сочетание старых птолемеевских воззрений, и новых**: Солнце движется

⁴⁸ <http://pespmc1.vub.ac.be/POSBOOK.html>. Здесь мы видим практически дословную формулировку Закона ТРИЗ о переходе Технической Системы в Надсистему!

вокруг Земли, остающейся в центре мира (по Птолемию), а все остальные планеты вращаются вокруг Солнца (по Копернику)!⁴⁹

Вывод № 5. Пути синтеза новой «Теории»: «собрать» ее из двух (или более) Теорий, когда:

- *элементы и связи «Теории» исчерпали возможности изменения⁵⁰ (совершенствования, развития) на предыдущих циклах, либо*
- *элементы и связи «Теории» еще имеют возможности изменения.*

*С точки зрения «близости - отдаленности» теорий друг от друга возможно объединение «Теорий» - однородных; со сдвинутыми характеристиками, в т.ч. – альтернативных; а также разнородных или анти-«Теорий». Число объединяемых (объединяющихся) «Теорий» нам знакомо: **би-система, поли-система.***

При объединении формально получается новая Теория (переход от блока 5 к блоку 3 Схемы ЗРТС), в которой, согласно Закону полноты, есть все элементы системы.⁵¹ Далее начинается развитие этой новой Теории уже как существующей (Переход от блока 3 к блоку 4).

Как и в случае с ТС, при описании эволюционного и/или революционного развития Теории **один полный цикл** показан Блоками 1 – 5. Блоки 6 – 8 показывают **механизм совершенствования** Теории, а блоки 9 и 10 – **результат** этого **совершенствования**. Блоки с 6 по 10 можно «спрятать» в блок 4.

Теперь подробно раскроем содержание блока 4 «Улучшение существующей Теории».

⁴⁹ Сухотин А.К. Парадоксы Науки. М., "Молодая гвардия", 1978. 240 с. с ил. (Эврика), с. 21

⁵⁰ Чаще встречается, поскольку помощь извне нужна именно в период «старости» Теории.

⁵¹ Обязательно есть, поскольку в обеих объединяемых Теориях-системах они были.

6. Выявление внешних НЭ «Теория - Факты», «Теория - Метатеория»

Рано или поздно в научном познании возникают кризисные явления, связанные с появлением **трудностей в развитии**. Это связано прежде всего с появлением новых данных, которые в рамках принятой Теории выглядят аномалиями. Вновь обратимся за примерами к астрономии.⁵²

- **Вулкан – ближайший к Солнцу, 1816-1916 гг.** В прошлом веке одной из неразрешимых проблем астрономии были **необъяснимые отклонения в движении Меркурия**. Французский астроном и математик У.Леверье в 1860 году предположил, что проблема может быть разрешена, если между Солнцем и Меркурием находится еще одна планета.

Многочисленные попытки найти гипотетическую планету Вулкан успехом не увенчались. Когда в 1916 г. А.Эйнштейн опубликовал общую теорию относительности, нужда в дополнительной планете исчезла: новая теория объяснила все нерегулярности в движении Меркурия.

- **Спутник Меркурия, 1974 г.** 27 марта 1974 г. американский космический корабль «Маринер-10», пролетал вблизи Меркурия. И вдруг один из инструментов зарегистрировал мощное **УФ-излучение там, где его и быть не должно**. Неужели у Меркурия есть спутник?.. Посчитали скорость возможного объекта, - около 4 км/с, что для спутника вполне приемлемо. Но позднее выяснилось: «Маринер» обнаружил излучение одной из звезд, поскольку УФ-лучи поглощаются в межзвездной среде не полностью. Открытие спутника Меркурия не состоялось, зато была создана целая новая область науки - УФ-астрономия.

«...степень «рассогласованности» между данными опыта и объяснениями признанной теории является обычно показателем глубины назревающих событий».⁵³ Возрастание числа таких НЭ создает новую атмосферу. Круг аномальных явлений расширяется за счет того, что теперь видятся старые трудности теории, на которые раньше закрывались глаза. Что прощалось и даже не замечалось у Теории в пору ее расцвета, теперь становится предметом пристального внимания. Действительно, более важными становятся **факты, которые Теории не подчиняются**. Ведь именно в них ростки новых идей совершенствования.

Так, например, только после экспериментов Галилея с движением тел по наклонной плоскости стало возможным понять (сформулировать) представление о причине **рассогласований** результатов опыта с теорией и ввести понятие (явление) трения.

Отвергнутые теории играли видную роль в развитии науки. Так, теория флогистона, в начале «своей карьеры» **внесла упорядоченность** в большой ряд физических и химических явлений, объяснив:

- почему тела горят
- почему металлы имеют намного больше общих друг с другом свойств, нежели их руды

⁵² Корн А. Астрономические хроники. О том, чего не было. 3-С, 3/98, с. 53

⁵³ Чувствуете, даже термин наш, тризовский - степень «рассогласованности»! Сухотин А.К. Парадоксы Науки. М., "Молодая гвардия", 1978. 240 с. с ил. (Эврика). с. 16.

- ряд реакций получения кислоты при окислении веществ, подобных углероду и сере
- уменьшение объема, когда окисление происходило в ограниченном объеме воздуха

Если бы перечисленные факты были единственными явлениями, которыми теоретики флогистона ограничивали свою теорию, то последняя никогда не могла бы быть подвергнута сомнению. Но, **чтобы сохранять теории** таким образом, **нужно ограничить область их применения** теми явлениями и такой точностью наблюдения, с которой уже имеющиеся эксперименты имеют дело.⁵⁴ Хотя ни теория Лавуазье, ни теория Пристли **не согласовывались точно** с существующими наблюдениями, лишь немногие из современников колебались более десятилетия, прежде чем заключить, что теория Лавуазье лучше соответствует природе.

Вывод № 6. В процессе применения Теории начинают фиксироваться и накапливаться НЭ двух типов:

- *Невозможность объяснения явлений (фактов) с точки зрения Теории, т.н. аномалии, - НЭ типа «Теория - Факт».*
- *Сама Теория перестает «вписываться» в рамки Метатеории (своей надСистемы) - НЭ типа «Теория - Метатеория».*

⁵⁴ Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 132

7. Выявление внутренних НЭ Теории

Естественно, что к Теории предъявляется требование **внутренней** непротиворечивости. Причем требование не только предъявляется, - делаются энергичные попытки устранения выявленных «несообразностей». Так, попытка Н.И.Лобачевского согласовать, «состыковать» между собой исходные постулаты геометрии Евклида, привела к построению новой геометрии.

Геометрия Евклида, созданная в конце IV - нач. III вв. до н.э., отличалась, с одной стороны, замечательной строгостью и логичностью доказательств, но, с другой стороны, для нее была характерна **неясность и запутанность основных положений** - определений, аксиом и т.п.

Пятый постулат Евклида гласит: через точку, лежащую вне прямой, можно провести только одну прямую, параллельную данной прямой. Еще до Н.Лобачевского математики пытались доказать, что это не аксиома, т.е. положение, принимаемое без доказательств, а теорема, **логически выводимая из остальных аксиом**. Поначалу Н.Лобачевский пытался тоже такое доказательство отыскать. Однако, убедившись в тщетности задуманного, он круто изменил линию исследования.

Если постулат недоказуем, невыводим из других, значит, он от них независим! Но тогда отчего бы не построить геометрию, опираясь на противоположный тезис: через точку, лежащую вне прямой, можно провести по крайней мере две прямых, параллельных данной прямой. Чем не геометрия?! Так родилась великая проблема, решение которой перевернуло наши представления о пространстве.⁵⁵

Вывод № 7. В процессе применения Теории начинают фиксироваться и накапливаться внутренние НЭ – например, трудность или даже невозможность логического объединения, «стыковки» элементов теории между собой - НЭ типа «Элемент₁ Теории – Элемент₂ Теории».

⁵⁵ Сухотин А. Парадоксы науки. М., «Молодая Гвардия», 1980, с. 51

8. Устранение НЭ за счет изменения компонентов (элементов и связей) Теории

В условиях появления данных, которые выглядят аномалиями, ученые стараются **модифицировать принятую теорию**, стараются дать такую интерпретацию новому явлению, которая не противоречила бы исходным принципам.

8.1. Количественные изменения элементов и связей Теории.

После того как открытие осознано, научное сообщество получает возможность объяснять более широкую область явлений и процессов или более точно описать те явления, которые были известны ранее, но были плохо объяснены. Но этого можно достичь только **путем отбрасывания некоторых убеждений прежней парадигмы** или их замены другими.⁵⁶

8.2. Качественные изменения элементов и связей Теории.

- Переход с макроуровня Теории на микроуровень, использование все более тонких объяснительных механизмов.

В развитии научных систем переход на микроуровень в первую очередь связан с описанием (отражением) все более глубинных уровней строения материи. Неделимый атом Демокрита был переоткрыт Дальтоном и Лавуазье как основная компонента газообразного вещества, но их атом оказался делимым. Потом нижний **уровень исследований углубился до уровня частиц, окружающих ядро атома Резерфорда**.

После открытия квантовой природы света был достигнут еще более глубокий уровень. С **открытием кварка острие физического исследования проникло в микромир еще глубже**. Не удивительно, что внимание ученых сосредоточилось на квантовом вакууме - области, в которую погружены все эти все более мелкие сущности. Пространство трансформировалось **из пассивного евклидова пространства**, лежащего в основе классической механики, и превратилось **в бурлящий, переполненный энергией вакуум** новой физики.

- Переход от описания постоянных процессов ко временным – процессам периодическим, импульсным, резонансным и т.д.; переход к описанию свойств объектов (масса, плотность, температура, проводимость, химические свойства и пр.), имеющих временной градиент.
- Переход от описания постоянных пространственных величин к переменным – переход к описанию свойств объектов (масса, плотность, температура, проводимость, химические свойства и пр.), имеющих пространственный градиент.
- Вытеснение человека из Теории.

Под вытеснением человека из научной системы можно понимать **переход от интуитивных действий человека к соответствующим алгоритмам с последующей передачей его функций машинам**.⁵⁷ Чем больше алгоритмизирована некоторая деятельность, тем менее интеллектуальной она представляется, а в некотором смысле и становится. Как только развита методология деятельности, - разработаны ее структура и

⁵⁶ Кун Т. Структура научных революций. М., Прогресс, 1975, с.78.

⁵⁷ Злотин Б., Зусман А. Решение исследовательских задач. Кишинев, МНТЦ «Прогресс», Картя Молдовеняскэ, 1991, с. 40-41

логическая организация, созданы методы и средства, - деятельность перестает быть творческой и становится рутинной.

Вывод № 8. С целью устранения внешних и/или внутренних НЭ Теории предлагаются различные ее модификации – количественные и/или качественные изменения компонентов (элементов и связей) Теории, т.е. их динамизация.

9. Отсутствие внешних НЭ «Теория – Факты», «Теория – Метатеория»

Установление факта, что **внешние** вредные факторы (НЭ) за счет изменения (динамизации) компонентов Теории либо отсутствуют, либо не имеют значения, либо их действие стало не столь острым.

10. Отсутствие внутренних НЭ Теории

Установление факта, что **внутренние** вредные факторы (НЭ) за счет изменения (динамизации) компонентов Теории либо отсутствуют, либо не имеют значения, либо их действие стало не столь острым.

11. Улучшенная существующая Теория

Установление факта **улучшения** Теории: недостатков (НЭ) в Теории после всех процедур либо вообще нет (идеальный случай), либо значительно меньше, чем было в списке после блоков 6 и 7. Вывод – **Теория улучшилась**, т.е. после устранения НЭ, либо снижения их важности или остроты, получена усовершенствованная Теория.

12. Теория с повышенной идеальностью

Установление факта повышения идеальности Теории – произошло повышение величины отношения полезных функций Теории к затратным, вредным. Возможны разные взаимные комбинации для изменившихся $\Sigma\Phi$ и $\Sigma\Omega$, но после всех процедур величина их отношения выросла. Вывод - **идеальность Теории повысилась**.

История математик, например, подтверждает использование понятия идеальности Теории. А.Пуанкаре отмечал, что в сферу внимания ученого попадают обычно лишь **плодотворные сочетания**, а остальные сразу же отпадают. Получается так, словно исследователь держит в уме некоего предварительного экзаменатора. Роль этого предварительного экзаменатора выполняют **эстетические идеалы красоты, изящества, элегантности**.⁵⁸

13. Теория с повышенной жизнеспособностью

Установление факта повышения жизнеспособности Теории: Теория получает преимущества по отношению к другим, не изменившимся в лучшую сторону. Т.Кун: «Решение отказаться от парадигмы всегда одновременно **есть решение принять другую парадигму**, а приговор, приводящий к такому решению, включает как сопоставление обеих парадигм с природой, так и сравнение парадигм друг с другом».⁵⁹ По сути, идет сравнение Теорий-аналогов по идеальности: для дальнейшего использования выбирается, т.е. выживает, та Теория, которая объясняет больше фактов на «единицу аксиом, допущений, ограничений». Действительно, верификация подобна естественному отбору: она сохраняет наиболее **жизнеспособную** среди имеющихся альтернатив (теорий) в конкурентной исторической ситуации.⁶⁰

⁵⁸ Сухотин А. Парадоксы науки. М., «Молодая Гвардия», 1980, с. 71

⁵⁹ Философия и методология науки с. 194

⁶⁰ Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 185

Всеми тремя характеристиками - «улучшенность», идеальность, жизнеспособность, связанными причинно-следственной цепочкой, Теория обладает **одновременно**, - по блокам 11, 12 и 13 они разнесены для большей наглядности.

После выяснения путей эволюции Теории переходы в парах на Схеме отчетливо показывают **иерархию** Законов развития:

- от Теории с пониженной жизнеспособностью (блок 1) → к Теории с повышенной жизнеспособностью (блок 13) - **Закон повышения жизнеспособности Теории**
- от Теории с пониженной идеальностью (блок 2) → к Теории с повышенной идеальностью (блок 12) - **Закон повышения идеальности Теории**
- от выявленных внешних НЭ Теории (блок 6) → к устраненным внешним НЭ Теории (блок 9) - **Закон повышения (внешней) согласованности Теории**
- от выявленных внутренних НЭ Теории (блок 7) → к устраненным внутренним НЭ Теории (блок 10) - **Закон повышения (внутренней) согласованности Теории.**
- преобразование (изменение, динамизация) элементов и связей Теории (блок 8) - **Закон повышения динамичности Теории.**

Эту иерархию можно представить и в виде причинно-следственных цепочек, где конечным (или начальным) звеном⁶¹ будет Закон повышения динамичности:

- Почему у Теории пониженная жизнеспособность? Потому, что у Теории пониженная идеальность, - у Теории низкая величина отношения «польза / затраты».
- Почему у Теории пониженная идеальность? Потому, что у Теории пониженная согласованность, - у Теории большое количество внешних и внутренних НЭ.
- Почему у Теории пониженная согласованность? Потому, что у Теории пониженная динамичность, – элементы и связи Теории не изменены (не динамизированы), и поэтому не адаптированы к изменившейся внешней и/или внутренней среде.

Вывод – изменить (динамизировать) элементы и связи Теории, и тем самым адаптировать к изменившейся внешней и/или внутренней среде

- Зачем адаптировать, приспособливать элементы и связи Теории к меняющейся внешней и внутренней среде? Чтобы согласовать Теорию с меняющейся внешней и внутренней средой, т.е. снизить количество внешних и внутренних НЭ.
- Зачем согласовывать Теорию с меняющейся внешней и внутренней средой? Чтобы повысить идеальность Теории, т.е. повысить величину отношения «польза / затраты».
- Зачем повышать идеальность Теории? Чтобы повысить жизнеспособность Теории, т.е. чтобы и далее использовать Теорию для описания объектов и явлений Природы.

⁶¹ В зависимости от направления рассмотрения ПСЦ с помощью вопросов «почему?» или «зачем?»

Оценка предложенной Схемы эволюции

Применим к предложенной Схеме эволюции Теории критерии Куна: «...когда появляется на свет новый кандидат в парадигму (в нашем случае, это Схema эволюции Теории), ученые будут сопротивляться его принятию, пока не будут убеждены, что удовлетворены два условия:

- Во-первых, новый кандидат должен, по-видимому, **решать какую-то спорную и в целом осознанную проблему**, которая не может быть решена никаким другим способом.
- Во-вторых, новая парадигма должна обещать **сохранение** в значительной мере реальной **способности решения проблем**, которая накопилась в науке благодаря предшествующим парадигмам».⁶²

Удовлетворяя первому критерию, предложенная Схema эволюции Теории (науки) может стать основой универсального описания эволюции моделей Природы,⁶³ чем и **решает спорную и в целом осознанную проблему**.

Удовлетворяя второму критерию, предложенная Схema эволюции Теории не только **сохраняет способность решения накопленных проблем**, но и добавляет новые возможности :

- наглядно демонстрирует последовательность периодов эволюции Теории – период пониженной жизнеспособности, период пониженной идеальности и т.д.
- в деталях раскрывает периоды эволюции Теории, раскрывая причины, например, пониженной идеальности и т.д.
- помогает направленно выявлять, формулировать и решать задачи эволюции Теории, используя накопленный опыт как из самой области развития Теории, так и из других областей.

Оценим предложенную Схему законов эволюции Теории (науки, парадигмы) и с помощью критериев, предложенных для оценки научного нововведения.⁶⁴

Критерии оценки научного нововведения	
С точки зрения логики	
Нововведение предлагает унифицированную идею	Ранее Схema законов развития была предложена в рамках ТРИЗ для описания эволюции Технических Систем. Затем обнаружилось, что предложенная Схema является универсальной , пригодной для описания эволюции систем самой различной природы, в данном случае, научных.
Нововведение является внутренне логически последовательным	Проверка с помощью построения ПСЦ (элементов диаграммы FAST) показывает внутреннюю

⁶² Кун, Т. Структура научных революций. Пер. с англ., М., «Прогресс», 1975, с. 213

⁶³ Необходимость универсального подхода и различные мнения представлены во Вступлении к данной работе.

⁶⁴ Root-Bernstein, Robert. Discovering. Harvard University Press, 1989, p. 229 (приведена часть критериев).

логически последовательным	логичность Схемы эволюции Теории.
Нововведение, вероятно, является опровержимым	Схема может быть опровергнута, т.е. фальсифицируема «по Попперу», если найдется Теория, эволюция которой не укладывается в рамки предложенной Схемы.
Нововведение находится в согласии с ранее установленными законами и разработанными теориями	Предложенная Схема соответствует законам диалектики, является иллюстрацией научного метода познания, ⁶⁵ отражает законы эволюции, сформулированные Ч.Дарвином, построена на основе и в соответствии с выявленными в ТРИЗ Законами развития Технических Систем. Уже показано, что Схема является общей для неалгоритмических методов решения проблем (МПиО, МШ, МА, МФО, МКВ), ⁶⁶ а также собирательным образом инструментов ТРИЗ (Алгоритма разрешения ТП, Системы стандартов, АРИЗ). ⁶⁷
С точки зрения опыта	
Нововведение делает наглядно подтверждаемыми предсказания или ретросказания (объясняет старые факты или открывает новые факты в старом)	Схема делает наглядными пути, по которым пойдет эволюция Теории, - создание новой Теории, развитие существующей Теории, объединение Теорий, - при наличии тех или иных условий, ресурсов и т.д. С помощью Схемы возможен анализ реализовавшихся путей эволюции Теории, т.е. анализ наличия в прошлом тех или иных условий, ресурсов и т.д. (восстановление сценариев развития Теории)
С точки зрения общества	
Нововведение указывает на новые проблемы	Схема указывает на необходимость выявления особенностей эволюции систем, которым раньше не уделяли достаточного внимания, например, взаимосвязи пониженной жизнеспособности Теории с ее пониженной идеальностью.
Нововведение изменяет способы мышления и работы	При взгляде на Теорию с помощью Схемы эволюции видны и все возможные пути эволюции, и те необходимые изменения, которым нужно

⁶⁵ Исследование научного метода познания с помощью предложенной Схемы эволюции в процессе разработки.

⁶⁶ Захаров А. Схема ЗРТС и неалгоритмические методы активизации творческого мышления. Бостон, 1999.

⁶⁷ Захаров А. О единстве инструментов ТРИЗ. Челябинск, «Технологии творчества», № 1, 1999, с. 19. В указанной работе приведена «свернутая» Схема ЗРТС.

	подвергнуть Теорию, чтобы ее усовершенствовать и далее использовать.
Нововведение меняет учебники и обучение	Сейчас мы учим прошлой эволюции Теории. С помощью Схемы можно учить будущей эволюции Теории.
С точки зрения эстетики	
Нововведение демонстрирует красоту и гармонию	<p>Еще раз отметим универсальность и простоту Схемы эволюции. Ведь идеальность именно через них и определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> • максимально широкий охват объектов, фактов и явлений, описываемых Схемой, - от эволюции Технических систем до эволюции общественных явлений, в данной случае – науки, и Природы в целом • при минимуме использованных средств - простота Схемы. <p>А красота и гармония, как известно, синонимы идеальности.</p>

Похоже, что и критериям Т.Куна, и критериям оценки научного нововведения предложенная универсальная Схема эволюции Теории (науки, парадигмы) вполне удовлетворяет.

Заключение

В случае со Схемой эволюции напрашивается аналогия с микроскопом. Ведь когда его изобрели, то любая система, на которую посмотрели через новый прибор, предстала в новом свете. Перед исследователями открылся микромир, новый мир!

Приведенные результаты показывают, что универсальная Схема эволюции – эффективный инструмент познания и, что очень важно, преобразования систем любой природы. И раз Схема эволюции дает новые и широкие возможности, почему бы нам вместе не посмотреть «через нее» на наш мир, уважаемые коллеги?

Май 1999 г.

Бостон, США