

Новый подход к вепольному (структурному) анализу

В. Петров, Г. Воронов

Ключевые слова: вепольный анализ, структурный анализ, вещество, поле, элемент, действие, знание.

1. Введение

Вепольный анализ был разработан Г.Альтшуллером [1]. Он сформулировал закон увеличения степени вепольности и описал его механизмы [2] и [3].

В [4] и [5] было расширено понятие этого закона и существенно изменено понятие форсированного веполя (Рис. 1).

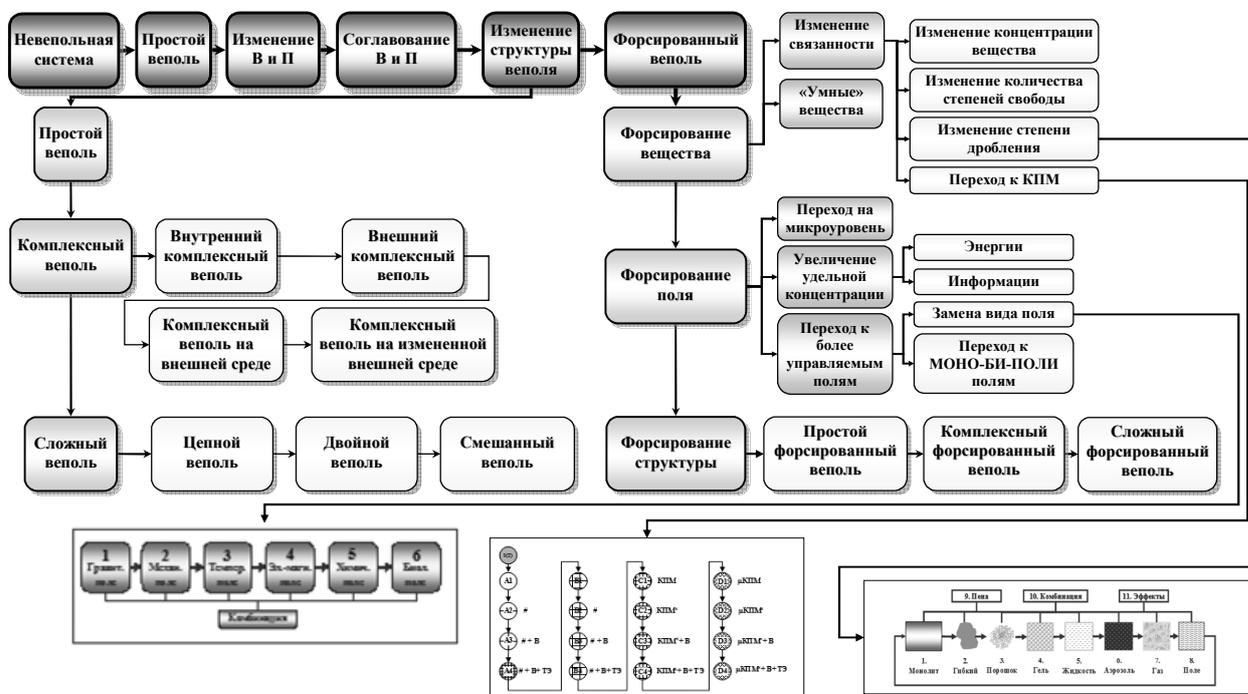


Рисунок 1. Схема закона увеличения степени вепольности

Кроме того, веполь был переименован в **EI-Action**. *Вещество* было названо *элементом* и обозначено английской буквой **E (Element)**, *поле* – *действием* и обозначено английской буквой **A (Action)**. Такое обозначение подходит также для анализа информационных систем.

Закон увеличения степени EI-Action представлен на Рис. 2.



Рисунок 2. Общая тенденция развития EI-Action

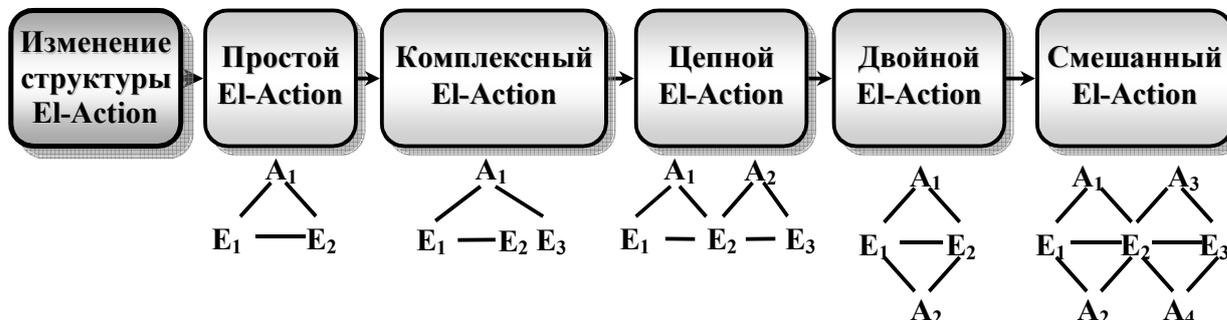


Рисунок 3. Тенденция изменения структуры EI-Action



Рисунок 4. Тенденция изменения комплексного EI-Action

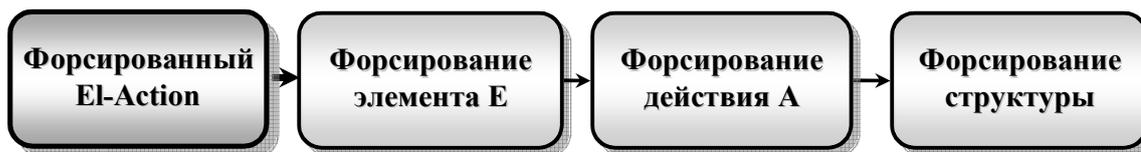


Рисунок 5. Тенденция изменения форсированного EI-Action

2. Новая структура вепоя

2.1. Общие понятия

В данной статье вводится новая структура вепоя (EI-Action). Кроме **элементов** и **действий** вводится еще один компонент – **знание**.

Новая структура включает «*элемент – Element (E)*», «*действие – Action (A)*» и «*знания – Knowledge (K)*».

Модель, включающая *элемент, действие* и *знание* будем называть **ЕАК**. Методику анализа и преобразования ЕАК будем называть **ЕАК анализ**.

Возможны следующие этапы учета **знаний (K)** в системе:

1. Знания вне системы. Не ЕАК система.
2. Частичные знания водятся при проектировании системы. Остальные необходимые знания находятся вне системы (в надсистеме).

TDS-2013.

3. Все необходимые знания вводятся в систему. Управление знаниями находится вне системы (в надсистеме).

4. Управление знаниями осуществляется в системе.

Пример. Необходимо просверлить отверстие в детали.

1. Знания (K) вне системы.

Сверлят вручную. *Действие (A)* – это вращение. Оно действует на *элемент (E)* – сверло. *Знания (K)* вне системы. Они находятся у рабочего. Он знает, где необходимо просверлить отверстие и как его сверлить.

$$A \longrightarrow E \quad (1)$$

2. Частичные знания в системе.

Делается специальное приспособление (кондуктор) для сверления отверстия. Рабочему не нужно не только делать разметку места сверления, но и кернить. Эти знания уже заложены в систему в виде приспособления. *Знание (K)* управляет *действием (A)*, которое воздействует на *элемент (E)*. Знания, как делать отверстие (технология изготовления) – вне системы (у рабочего). Пунктирная стрелка обозначает, что используются частичные знания.

$$\begin{array}{ccc} & K_1 & \\ & \swarrow & \\ A & \longrightarrow & E \end{array} \quad (2)$$

3. Все знания о процессе в системе.

Станки с числовым программным управлением (ЧПУ) имеют все необходимые знания для осуществления технологии изготовления изделия. Управление этими знаниями – программирование – вне системы. Управление знаниями выполняются оператором.

$$\begin{array}{ccc} & K_1 & \\ & \swarrow & \\ A & \longrightarrow & E \end{array} \quad (3)$$

4. Управление знаниями осуществляется в системе.

TDS-2013.

Программирование (знание K_2) должно осуществляться в самом станке. Это следующий этап развития.



Случаи 2 - 4 могут быть в общем виде описаны более сложными моделями, чем модели (2) – (4).

Элемент (E) может первоначально содержать какие-то знания (K). Для управления элементом (E), часто необходимо знание (K) о его состоянии.

Тогда модель (2) можно представить так:



На этапе 3, если контролируется состояние элемента (E), то модель (3) может быть представлена так:



Этот случай характерен для любых самонастраивающихся систем, например, самонаводящаяся ракета.

Этап 4 при контроле состояния элемента (E), может быть представлен, например, так:



Где:

K_2 – знание о состоянии элемента (E),

K_3 – знание, управляющее знаниями.

TDS-2013.

В примере с самонаводящейся ракетой K_3 может представлять собой, например, изменение цели, отмену действия или самоуничтожение и т.д.

Учет знаний и закономерностей их развития – это современные тенденции развития техники. Особенно важно их учитывать при развитии информационных технологий.

Часто веполь изображают в виде треугольника. Аналогично можно представить и *El-Action*. Тогда ЕАК в общем виде можно изобразить так:



Таким образом, вепольный и *El-Action* анализ является частными случаями ЕАК анализа, при условии, что знания не учитываются или не рассматриваются при анализе и синтезе системы.

Для полноты картины, необходимо учитывать изменения *элементов (E)*, *действий (A)* и *знаний (K)* во времени, т.е. их динамизацию. Схематично это изобразим в виде стрелки с буквой *t* (время).



Первые модели процессов (своего рода динамический вепольный анализ), в ТРИЗной литературе, были предложены Б.Злотиним [6]. В работе [7] говорилось о необходимости учета изменений полей во времени.

2.2. Закономерности развития ЕАК

Развитие ЕАК осуществляется по закону подобному закону увеличения степени вепольности (см. Рис. 1). Общая тенденция развития ЕАК представлена на Рис. 6.



Рисунок 6. Общая тенденция развития ЕАК

TDS-2013.

Тенденция развития ЕАК начнем рассматривать с этапа, когда в систему еще не введены *знания (K)*. Это предшествующий этап – развития EI-Action (Рис. 2-5). Такой этап мы условно называем **не ЕАК система**.

Простой ЕАК – это этап введения в систему *знания (K)*. Следующий этап *увеличения управляемости системы* – это **изменение и согласование элементов (E), действий (A) и знаний (K)**. Согласование означает, что необходимо, чтобы *действие (A)* отзывалось на *знания (K)*, *элемент (E)* отзывался на *действие (A)*, а *знание* воспринимало изменение состояния *элементов (E) и действий (A)*, управляя ими.

Структура ЕАК, отличается от структур, изображенных на Рис. 3-4, тем, что дополнительно вводится *знание (K)*.

Изменение структуры означает, что для каждой из структур, изображенных на Рис. 3 и 4, дополнительно вводится *знание (K)*. Схема изменения структуры ЕАК показана на Рис. 7 и 8.

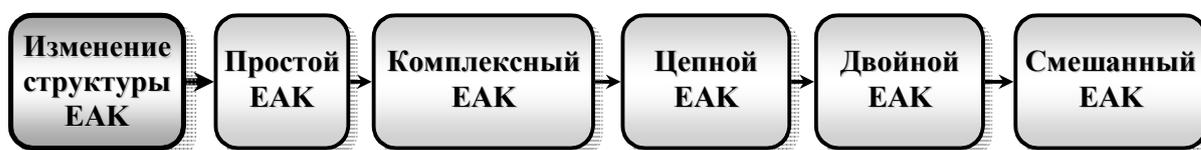


Рисунок 7. Тенденция изменения структуры ЕАК

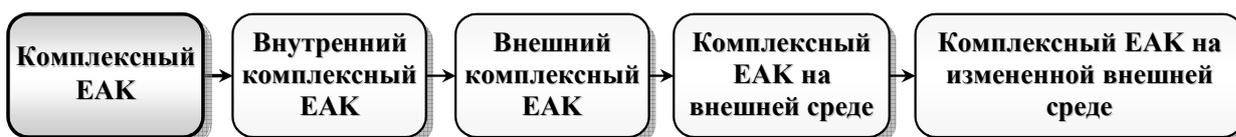


Рисунок 8. Тенденция изменения комплексного ЕАК

Следующий этап – **форсированный ЕАК**. Форсирование означает увеличение степени управляемости. Форсированный ЕАК предусматривает форсирование **элемента (E), действия (A), знаний (K) и структуры**.



Рисунок 9. Тенденция изменения форсированного ЕАК

Закономерности увеличения управляемости элемента, действия и знания будут изложены ниже.

3. Закономерности управления элементом

Закономерность управления элементом является составной частью закона изменения степени управляемости и динамичности, относящийся к группе законов эволюции систем (Рис. 10).

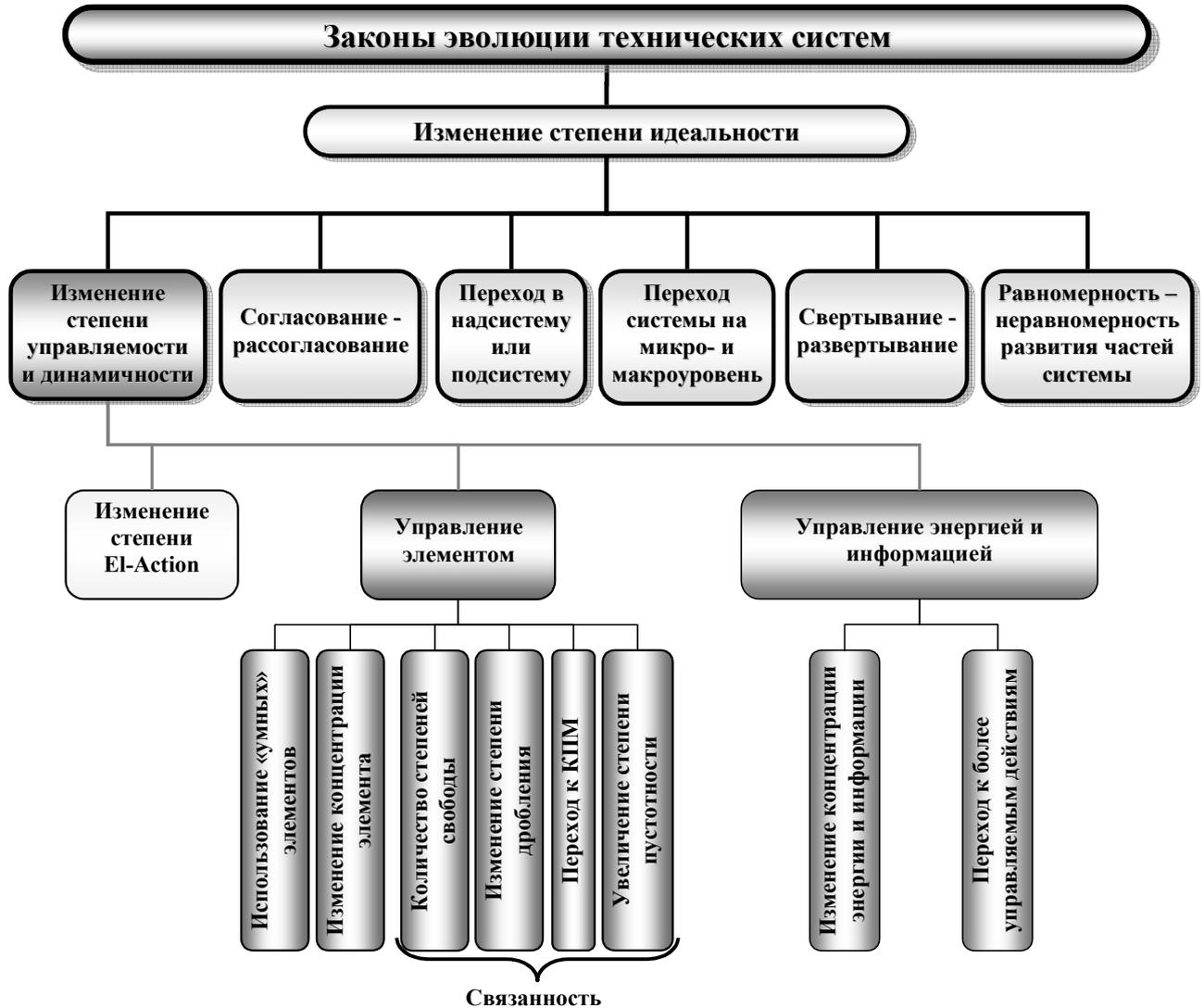


Рисунок 10. Структура законов эволюции технических систем

Управление элементом осуществляется использованием **«умных» элементов**, изменением **концентрации элемента** и его **связанности**.

Под **связанностью** в физических системах, мы понимаем связи между частями объекта, частицами вещества и вплоть до межмолекулярных и атомных связей.

Связанность может увеличивать или уменьшать **жесткость** или **эластичность** объекта.

TDS-2013.

Кроме того, под связанностью мы понимаем и **количество степеней свободы системы** (увеличение или уменьшение числа степеней свободы).

В информационных системах и программном обеспечении под связанностью понимается связь между частями элемента.

Закономерность управления элементом заключается в том, что элемент, *приспосабливаясь под внутренние и внешние изменения, меняет свою управляемость и динамичность.*

Закономерность управления элементом осуществляется тенденциями (Рис. 10):

- *использование «умных» элементов,*
- *изменение количества степеней свободы,*
- *изменения концентрации элемента,*
- *изменения степени дробления,*
- *перехода к капиллярно пористым материалам (КПМ),*
- *увеличение степени пустотности.*

Увеличение степени пустотности является частным случаем перехода к КПМ, а переход к КПМ – частный случай изменения степени дробления.

*Изменение количества степеней свободы и степени дробления, а также переход к КПМ и увеличение степени пустотности представляют собой тенденцию **изменения связанности** (Рис. 10).*

4. Закономерности управления энергией и информацией

4.1. Общие понятия

Закономерность управления энергией и информацией является составной частью **закона увеличения степени управляемости и динамичности**, который относится к группе законов эволюции систем (Рис. 10). Закономерность заключается в том, что *любая система в своем развитии стремится изменить энергетическую и информационную насыщенность в необходимый момент в нужном месте.*

Энергию и информацию можно:

TDS-2013.

- передавать,
- обрабатывать (перерабатывать),
- хранить,
- уничтожать (стирать).

Рассмотрим механизмы энергетического и информационного насыщения, которые, прежде всего, относятся к рабочему органу.

Управление энергией и информацией осуществляется за счет тенденций (см. Рис. 11):

- **изменения концентрации:**
 - энергии,
 - информации,
- **перехода к более управляемым действиям:**
 - замена действия,
 - переход к **МОНО-БИ-ПОЛИ** действиям,
 - динамизация действий.



Рисунок 11. Закон изменения управляемости энергией и информацией

4.2. Увеличение концентрации энергии и информации

Рассмотрим механизмы **увеличения концентрации энергии и информации:**

1. Предварительное накопление энергии и/или информации и использования их за короткий период времени.

TDS-2013.

2. Переход: *объем – плоскость – линия – точка. Концентрация (фокусирование) энергии и/или информации из разных источников в определенной зоне (точке).*

3. Специализация. *Каждой операции или виду работы должен соответствовать свой механизм, наилучшим образом выполняющий свою функцию.*

4. Сжатие энергии и/или информации. *Один из способов сжатия – это использование эффектов: физических, химических, биологических, математических, в частности, геометрических.*

5. Разделение энергии и/или информации и передача их одновременно:
*- разделение на части и передача их параллельно,
- разделение по видам (частотам, полярностям, скважностям и т.п.) и передача их одновременно.*

6. Одновременная передача энергии и/или информации в противоположных направлениях.

7. Расширение приемных и передающих устройств энергии и/или информации.

8. Применение новых принципов, материалов и прогрессивных технологий.

9. Использование эффектов (физических, химических, биологических и математических).

10. Использование ресурсов.

Увеличение концентрации энергии, прежде всего, следует осуществлять на рабочем органе. Это позволяет не только повысить производительность и качество технологических процессов, но и выполнять качественно новые технологические процессы.

Увеличение концентрации информации позволяет значительно эффективнее управлять системой и создавать принципиально новые процессы.

TDS-2013.

Концентрация информации предусматривает ее предварительный *отбор – фильтрацию*. Концентрируется только необходимая информация.

Обработка информации достаточно общая функция, которая предусматривает, поиск, сортировку информации, выполнение различных действий с информацией и получение новой информации (знаний). Сортировка информации предусматривает как выбор нужной и отбрасывание ненужной информации (фильтрация информации), так и классификация и распределение информации по определенным классам, группам, местам и т.д.

Опишем *способы увеличения концентрации информации*:

1. Предварительное накопление информации и использование ее за короткий период времени в нужный момент в нужном месте.
2. Устранение лишних операций, например, транспортных.
3. Расширение возможностей приемно-передающих устройств, в том числе динамическое расширение.
4. Увеличение удельной плотности информации на единицу площади.
5. Уменьшение импульса и периода передаваемого сигнала.
6. Сжатие информации.
7. Разделение информации на части и передача ее параллельно.
8. Разделение информации по частотам, поляриностям, скважностям, поляризациям и передача одновременно по одному проводу.
9. Между импульсами одной информации помещали импульсы другой информации.
10. Одновременная передача информации в двух направлениях.
11. Расширение приемного и передающего порта.
12. Применение новых принципов и прогрессивных технологий.
13. Использование ресурсов.

4.3. Переход к более управляемым действиям

Любая техническая система в своем развитии стремится использовать более управляемые действия.

Увеличение степени управляемости действий осуществляется по трем направлениям:

- замена **вида действия**,
- переходу **МОНО-БИ-ПОЛИ** для действий,
- **динамизация действий** (использование тенденции изменения действий).

Замена вида действия

Замена вида действия на более управляемое действие может осуществляться путем использования следующей последовательности полей: **гравитационное, механическое, тепловое, электромагнитное, химическое** и любые комбинации этих полей.

Каждым из этих полей можно управлять по определенной закономерности, но имеется и общая закономерность их изменений – **гипервеполи**¹ (Рис. 13).

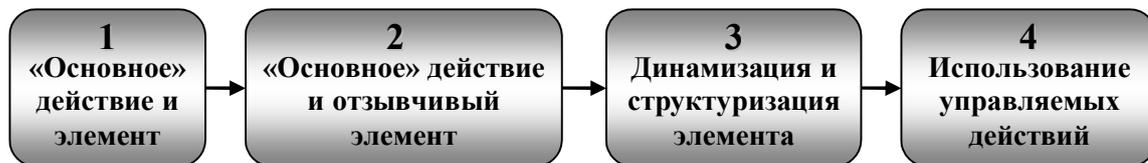


Рисунок 13. Тенденция изменения действий – гипервеполи

Переход действия от МОНО к БИ и ПОЛИ

Эффективность работы рабочего органа увеличивается путем применением комплекса действий по схеме **МОНО-БИ-ПОЛИ** (Рис. 14).



Рисунок 14. Тенденция перехода МОНО-БИ-ПОЛИ действия

¹ Петров В.М. Система формирования фонда физических эффектов. – Всесоюзная конференция "Автоматизация поискового конструирования" АПК-83, Иваново. 1983. Ч 2. С. 136.

Петров В. Гипервеполи и тенденции их изменения. – Л. 1990. – 9 с. <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=110>.

5. Закономерности развития знаний

Нами выявлены следующие закономерности развития знаний:

- Расширение – сжатие.
- Дифференциация – специализация.
- Комбинация известных знаний и интеграция.
- Интеллектуализация.

5.1. Расширение – сжатие (свертывание)

Тенденцию расширения – сжатие можно продемонстрировать на примере развития различных теорий.

Пример. Развитие *теории электромагнитного взаимодействия*.

Первоначально электричество и магнетизм считались двумя отдельными силами. Затем многие ученые замечали связь электрических и магнитных явлений. Первым из них был Джованни Доменико Романьози (1802 г). Далее свой вклад внесли Ганс Христиан Эрстед, Доминика Франсуа Араго, Жан-Батисто Био, Фелекс Савару, Андре-Мари Ампер, Макл Фарадей (1820 г.) Это этапы *расширения знаний*.

Джеймс Максвелл в 1873 году свел их воедино, создав классическую электродинамику. Это этап *сжатия знаний*.

Еще одним примером может служить развитие *теории гравитации*.

Опишем только некоторые из шагов развития теории гравитации.

Первый вклад внес древнегреческий астроном Клавдий Птолемей (87-165) разработав *геоцентрическую модель мира* (центральное положение во Вселенной занимает неподвижная Земля).

Коперник (1473-1543) изучал небесные тела в течение 40 лет (*этап расширения знаний*). В 1543 г. была опубликована его книга «О вращении небесных тел», где была описана *гелиоцентрическая модель мира* (Солнце является центром небесных тел).

Затем накопились данные дополняющие и противоречащие теоритическим знания Коперника (расхождение астрономических таблиц с

TDS-2013.

наблюдениями) – это *этап расширения*. Уже теория Коперника не объясняла все имеющиеся дополнительные знания.

Гильберт (1540—1603) предположил, что силы тяготения подобны силе магнитов. Рене Декарт предположил, что тяготение создают вихри тонкой невидимой материи, а планеты подобны телам, попавшим в водяные воронки. Но строгий порядок в мысли о тяготении внес Иоганн Кеплер (1571—1630), который вывел количественные законы движения планет. Потом Галилей добавил закон инерции и принцип независимости действия сил. Роберт Гук (1635—1703) сделал практически первый эскиз закона: «Все небесные тела производят притяжение к их центрам, притягивая не только свои части, как мы это наблюдали на Земле, но и другие небесные тела, находящиеся в сфере их действия».

Следующий этап сделал Кеплер (1571-1630). Он вывел количественные законы движения планет. Его теория включала знания, описанные Коперником (вел три закона полностью объясняющие видимую неравномерность движения планет). Это *этап сжатия*.

Галилей добавил закон инерции и принцип независимости действия сил. Многие ученые высказывали предположения о силе притяжения. Это был *этап расширения*.

Самый значительный вклад в теорию гравитации внес Исаак Ньютон (1642-1727). Он учел знания Коперник, Кеплера и Галилея, открыл *закон всемирного тяготения* в 1666 году. Вывел формулу силы гравитационного притяжения. Это был *этап сжатия*. Дальнейшее накопление знаний (*расширение*) показало неточность теории Ньютона.

Очередной *этап сжатия* осуществил Эйнштейн в 1915 году, создав *общую теорию относительности*. Теория Ньютона, в полном согласии с принципом соответствия, оказалась приближением более общей теории, применимым при выполнении двух условий:

1. Гравитационный потенциал в исследуемой системе не слишком велик.

TDS-2013.

2. Скорости движения в этой системе незначительны по сравнению со скоростью света.

Далее снова стали накапливаться знания, не объясняемые теорией относительности, например, гравитационные процессы в квантовых масштабах. К настоящему времени проводятся исследования, но теория квантовой гравитации пока не создана.

Делаются попытки создать единую теорию поля. Пока это *этап расширения знаний*.

На этапе расширения знаний находится и теория всего. Это попытка создать теорию, описывающую все фундаментальные взаимодействия (гравитационного, электромагнитного, сильного и слабого).

5.2. Дифференциация – специализация

От одной области науки отпочковываются наука, и она начинает самостоятельно развиваться.

Первоначально физика была единой наукой. Затем появились отдельные науки механика, термодинамика, оптика, электродинамика, атомная физика и т.д. Механика разделилась на классическую механику, релятивистскую механику, механику сплошных сред. Последняя наука разделилась на гидромеханику, акустику и механику твердого тела. Каждый из разделов продолжает делиться и специализироваться дальше.

5.3. Комбинация известных знаний и интеграция

Новые знания образуются и соединением уже известных.

Например, были науки физика и химия. Затем появилась наука физическая химия и химическая физика.

Новые знания могут появляться путем комбинирования старых.

Знание «А» известно, знание «Б» тоже известно. Новое знание «В» получают соединением «А» и «Б»².

² Альтшуллер Г.С. **Как делаются открытия.** Мысли о методике научной работы. – Баку, 1960 г. 20. <http://www.altshuller.ru/triz/investigations1.asp>

TDS-2013.

Пример.

Периодичность солнечных пятен была давно известна, периодичность явлений в ионосфере – тоже; открытие состояло в том, что было найдено явление взаимосвязи между активностью солнечных пятен и функциями ионосферы.

Могут быть и более сложные варианты получение новых знаний: формула «А + Б» дает новое знание «В», затем «В + известное Г» дает новое знание «Д».

Пример.

Периодичность в солнечной активности известна, периодичность в слипании коллоидов – тоже. Сначала установили взаимосвязь между этими явлениями. Затем полученное новое явление связали с известным явлением, состоящим в том, что тело человека – коллоидальная система. В итоге было открыто явление взаимосвязи некоторых процессов в организме с периодичностью солнечных пятен.

Обратный прием: исследование явления «А» с целью установления, что оно есть совокупность двух ранее неизвестных явлений «В» и «Б».

Пример.

Сначала было известно вообще радиоактивное излучение, затем - применяя магнитное поле – установили, что лучи радия - совокупность трех разных лучей. Так открыли явления альфа-, бета- и гамма-радиоактивности.

Другие схемы:

По аналогии. Есть группа явлений и, допустим, есть другая более или менее похожая на нее вторая группа явлений; тогда можно рассчитывать, что явлению «А» в первой группе соответствует еще не известное явление «А₁» во второй группе.

Подвергать сомнению самоочевидные и общепризнанные явления. На каждом этапе развития техники эксперимента полезно проверить, казалось бы, достоверные явления.

TDS-2013.

Исключение неуниверсального явления. Допустим, явление «А» хорошо объединяет ряд факторов, но не объясняет какого-то одного факта. Тогда есть смысл попытаться отказаться от явления «А» или заменить его частными явлениями. При этом существование границ между частными явлениями – само по себе новое явление.

Отыскание среди явлений взаимопротиворечивых. Такая противоречивость далеко не всегда очевидна.

5.4. Интеллектуализация

Переход от неуправляемых к управляемым знаниям происходит по следующей цепочке: *адаптивные* (самонастраивающиеся) знания, *самообучаемые* и *самоорганизующиеся* знания и, наконец, *саморазвивающимся* и *самовоспроизводящимся* знаниям.

На сегодняшний день имеются системы адаптирующиеся, самонастраивающиеся и самообучающиеся, способные адаптировать и накапливать знания в процессе обучения. Развитие искусственного интеллекта должно привести к получению саморазвивающимся и самовоспроизводящимся знаниям.

Эта закономерность – развитие знаний в будущем.

5.5. Пример

Рассмотрим процесс изготовления шоколада.

Сначала процесс осуществлялся человеком вручную. Он знал весь процесс. Выбирал необходимые бобы какао, жарил их и молот их до нужной консистенции. Таким образом, знания о процесс изготовления шоколада были только в голове работника, т.е. знания не присутствовали в системе.

На следующем этапе делались простейшие механизмы и машины. Они уже включали определенные знания, например, как размельчать бобы какао – была создана мельница. Это этап частичного включения знаний в систему. Далее процесс все более автоматизировался. В систему вносили все большие знания.

TDS-2013.

Создали полностью автоматизированную систему. В систему внесли все необходимые знания для изготовления определенного вида шоколада.

На следующем этапе в систему изготовления шоколада необходимо ввести управление знаниями изготовления шоколада.

Например, система будет адаптироваться и изменять процесс для различных сортов какао и конкретно под бобы, имеющиеся в системе. Система будет изучать процесс изготовления шоколада и улучшать его. Система будет сама перестраиваться под различные сорта шоколада. Система будет создавать новые рецепты шоколада и саморазвиваться. Система будет создавать подобные себе системы.

6. Структурный анализ для систем обработки информации

6.1. Определения

Рассмотрим особенности применения ЕАК анализа для систем обработки информации.

В этих системах *элемент* представлен в виде **данных** (Data – **D**), **действие** – **функция** (Function – **F**) и **знание** (Knowledge – **K**). Модель, включающая Data, Function, Knowledge будем называть **DFK**.

Методику анализ и преобразования DFK будем называть **DFK анализ**.

В системах обработки информации, мы имеем дело с данными и функциями.

Данные – это часть информации, поступающей в систему.

Функция – это действие по обработке данных в системе.

Знание – это совокупность обоснованной, доказательной, эмпирической и воспроизводимой информации. Главное отличие знаний от данных состоит в их структуризации и активности. Знания доступны вне связи с поступающими данными и задаются во время разработки системы или ее обновления. Появление в базе новых факторов или установление новых связей может стать источником изменений в принятии решений.

TDS-2013.

6.2. DFK анализ

Система не управляема, если функция постоянна и не зависит от данных.

Этот случай можно представить как **неполный DFK** (7):

$$F \longrightarrow D \quad (7)$$

Как правило, имеются некоторые *предварительные знания*, которые могут быть использованы для корректировки функций в соответствии с классом входных данных. Такую модель будем называть **полный DFK**, **простой DFK** или **DFK**. Эту модель можно представить в виде (8):



Система может *адаптировать свои функции* путем анализа входных данных и выбора наилучшей стратегии обработки данных. Такую структуру будем называть **адаптивным DFK**. Она может быть представлена в виде (9):



Эта концепция может помочь исследовать различные системы обработки информации, определять эффективность их работы и выбрать путь для улучшения идеальности таких систем.

Примеры

Рассмотрим систему сжатия данных.

1. Тип входных данных неизвестен. В этом случае, единственным надежным подходом является метод сжатия без потерь. При этом осуществляется относительно низкая степень сжатия. Эта система не использует знаний, поэтому это **неполный DFK** (7).

2. Если тип данных известен (например, изображение или звук), то для этого типа данных может быть использована конкретная схема сжатия (например, JPEG для изображений и MP3 для аудио потоков). Выбранная схема сжатия использует структуру данных, что позволяет осуществить

TDS-2013.

более высокую степень сжатия данных по сравнению с первым примером. Эта схема использует только внешние знания, полученные извне системы, без какого-либо анализа входных данных. Это пример *простого DFK* (8).

3. Наилучшая производительность сжатия может быть осуществлена путем анализа входных данных и определения типа данных (например, фото, рисунок, текст и т.д.). Выбирается наилучший метод сжатия для конкретного типа данных. Эта система использует как внешние знания, полученные извне системы, так и внутренние знания, собранные путем анализа входных данных. Это пример *адаптивного DFK* (9).

6.3. Законы увеличения степени DKF

Системы обработки информации подчиняются закону увеличения степени DKF. Мы сформулировали три закона увеличения степени DKF.

1. Закон многоступенчатой обработки.
2. Закон обработки многих источников.
3. Закон приспособляемости.

Закон многоступенчатой обработки

Закон многоступенчатой обработки гласит: любая система обработки информации, как правило, обрабатывает данные в несколько этапов. То есть, при увеличении сложности обработки, обработка разделена на несколько этапов. Есть ряд различных причин многоступенчатой обработки:

1. *Распределенные системы.* Система, в которой обработка информации осуществляется различными компонентами.

Примеры: системы передачи данных, системы клиент-сервер, сенсорный экран.

2. *Оптимизационное развитие.* Сложные системы делятся на компоненты, так, что каждый компонент может быть разработан и проверен самостоятельно. Минимизация связи между компонентами позволяет развивать систему более эффективно и быстро.

Примеры: практически все системы обработки информации разделены на компоненты.

В соответствии с законом многоступенчатой обработки, *простой DFK* становится *простым многоступенчатым DFK*. В простом многоступенчатом DFK каждая стадия обработки не зависит от всех других, только передаются данные. *Простой многоступенчатый DFK* превращается в *согласованный многоступенчатый DFK*, в котором частичное количество знаний осуществляет обмен между этапами обработки. Наконец, согласованный многоступенчатый DFK становится *общим многоступенчатым DFK*. В общем многоступенчатом DFK все знания полностью распределяются между всеми этапами обработки (Рис. 15).

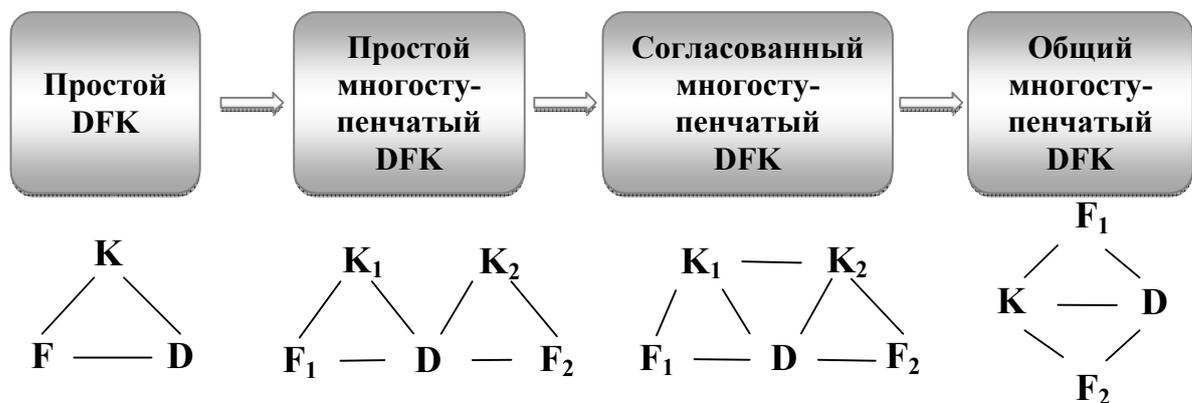


Рисунок 15. Закономерность многоступенчатой обработки

Примеры:

1. *Простой многоступенчатый DFK*. Датчик / Дисплей система. Изображение, показанное на веб-странице, сделанное камерой, представлено на мониторе. Камера и монитор не обмениваются информацией.

2. *Согласованный многоступенчатый DFK*. Система передачи данных. Некоторая предварительная обработка может быть выполнена передатчиком и последующая обработка может быть выполнена приемником. Так как существует связь между приемником и передатчиком, некоторые метаданные об обработке могут быть переданы приемнику.

3. *Общий многоступенчатый DFK*. Алгоритм обработки разделен на подпрограммы, которые могут иметь общую структуру, чтобы содержать все знания.

Закон обработки многих источников

Закон обработки многих источников гласит: система обработки информации с разными источниками, как правило, *обрабатывает несколько источников совместно*. То есть, несколько входов с одинаковыми или различными видами информации, могут совместно обрабатываться, исследуя корреляцию между ними.

Пример нескольких источников информации – это видео, содержащее видео- и аудио-информацию. Отношение между ними может быть использовано для улучшения распознавание речи, уменьшения шума и сжатия видео.

В соответствии с законом обработки многих источников, любой **простой DFK со многими источниками** имеет тенденцию стать **когерентным DFK со многими источниками**. В **когерентном DFK со многими источниками** отслеживаются и обрабатываются все источники информации, но обработка выполняется независимо. **Когерентный DFK со многими источниками** может преобразовываться в **согласованный DFK со многими источниками**, где знания частично распределяются посредством подсистем между разными источниками. В конце концов, **согласованный DFK со многими источниками** может влиться в **коллективный DFK со многими источниками** с центральной обработкой знаний (Рис. 16).

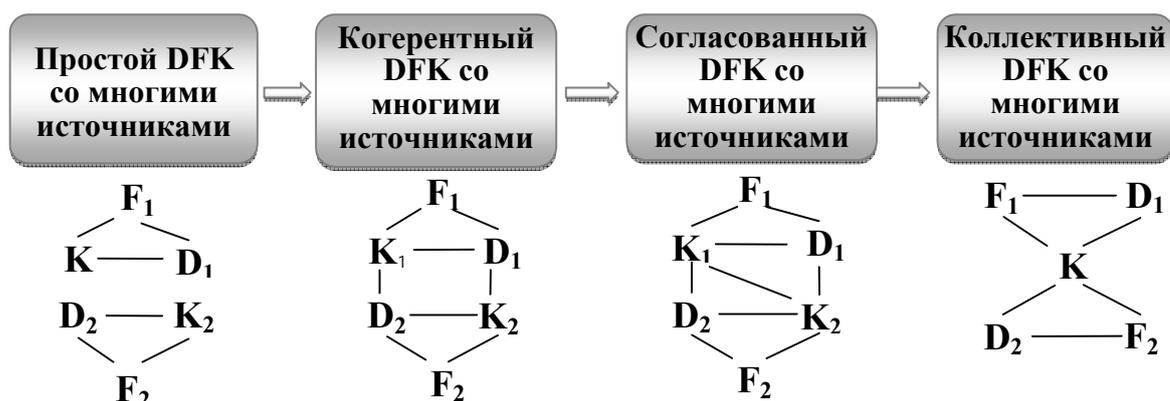


Рисунок 16. Закономерность обработки многих источников

Закон приспособляемости

Закон приспособляемости гласит: система обработки информации имеет тенденцию приспособлять прежние данные для повышения своей

TDS-2013.

эффективности. То есть, система имеет тенденцию изучения информации, полученной раньше, и приспособить ее, чтобы получить оптимальные результаты для поступающей информации.

Примеры: неконтролируемая система обучения, распознавание речи, поисковые системы и т.д.

Статический DFK не изменяются во времени, имеющий набор априорных знаний и функциональности. **Статический DFK** может стать **обучающимся DFK**, если база знаний меняется в зависимости от поступающих данных. В **эволюционной DFK** не только знания, но и функция, воздействуют на данные, изменяющиеся во времени (Рис. 17).

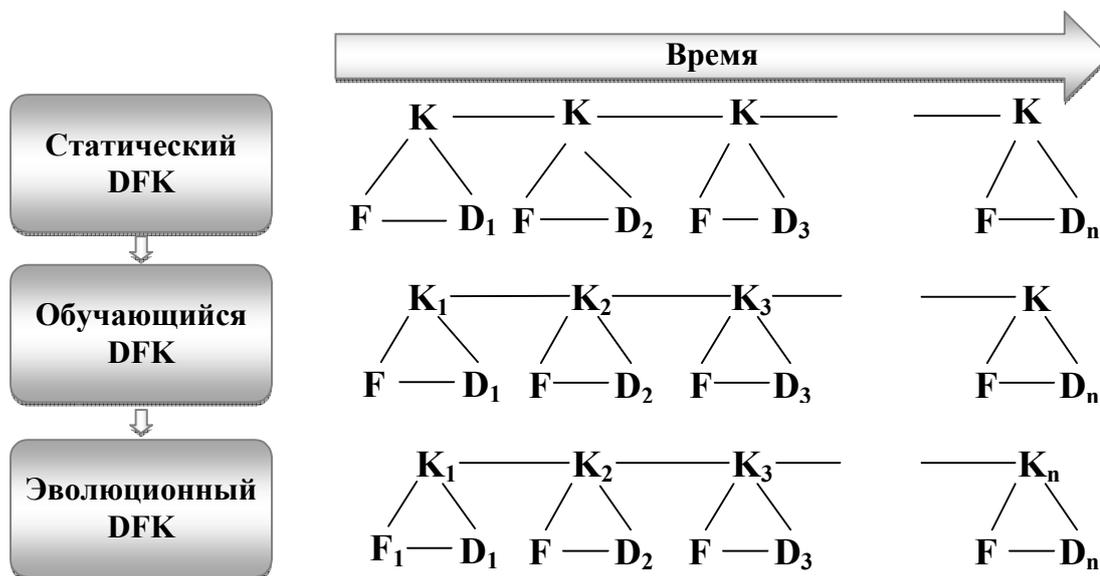


Рисунок 17. Тенденция приспособляемости

Комплексный DFK

Можно применять комбинации, описанных выше законов. На Рис. 18 показан пример обучающийся коллективный DFK со многими источниками.

Имеются два источника информации D_{1n} и D_{2n} . Коллективное знание K_n изучает изменение данных во времени. Функция F_{1n} воздействует на эволюционирующие данные D_{1n} , поэтому $D_{1n}-F_{1n}-K_n$ является развивающийся DFK. При многоступенчатой обработки на источник D_{2n} воздействуют F_2 и F'_2 под воздействием общего обучающегося знания K_n .

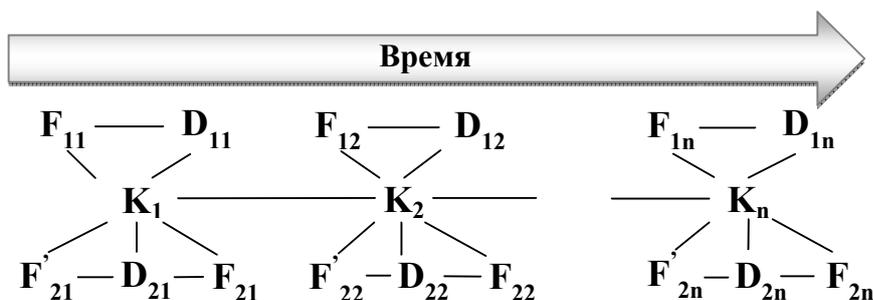


Рисунок 18. Пример комплексного DFK

Выводы

В статье предложена новая структура «вепольного анализа» – структурного анализа систем.

Помимо привычных для вепольного анализа компонентов (веществ и полей) вводится еще один компонент – знание. Это вызвано тем, что происходит бурное развитие информационных технологий, где обязательно необходимо учитывать знания при анализе и синтезе систем.

В информационных системах нет понятий веществ и полей, поэтому вещество названо «элемент» и обозначен английской буквой «E», а поле – «действие» и обозначено английской буквой «A». Знания обозначаются английской буквой «K». Веполь назван ЕАК, а вепольный анализ – ЕАК анализ.

В статье описываются закономерности развития элементов (E), действий (A), знаний (K) и общие закономерности развития ЕАК.

Таким образом, вепольный анализ является частным случаем ЕАК анализа, когда при анализе и синтезе не учитываются знания.

ЕАК анализа учитывает изменение компонентов ЕАК и структуры во времени.

Для систем обработки информации компонентами являются: данные (Data), функции (Function) и знания (Knowledge). Модель названа DFK, а анализ – DFK анализ. Предложены новые законы построения и анализа таких систем.

TDS-2013.

Мы считаем, что предложенная концепция полезна для более эффективного анализа существующих систем, их усовершенствования и разработки новых систем.

Список литературы

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: «Советское радио», 1979. — С. 127
2. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. — Новосибирск: Наука, 1986. — 209 с.
3. Альтшуллер Г.С. Маленькие необъятные миры: Стандарты на решение изобретательских задач – Нить в лабиринте / Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1988. – с. 165-231. <http://www.altshuller.ru/triz/standards.asp>
4. Петров В. Структурный вещественно-полевой анализ. – Тель-Авив, 2002 <http://www.trizland.ru/trizba.php?id=111>
5. Петров В. Закон увеличения степени вепольности. / Международная научно-практическая конференция «ТРИЗфесе 2012». Лапеенранта; С. Петербург, 2-4 августа, 2012 г.: сб. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 154 с., С. 50-57.
6. Злотин Б. Анализ процессов. – Л., 1977 (рукопись).
7. Шмаков Б.В. и др. Вепольный анализ технических систем. Учебное пособие по курсу «Теория решения инженерных задач / Б.В. Шмаков, П.Д. Крикун, Е.Г. Шепетов; Под ред. Ф.Я. Изакова – Челябинск: ЧПИ, 1985. – 58 с.