

Свойство целостности при построении функциональных структур технических систем систем

Д.В. Бутенко

Волгоградский государственный технический университет

В анализе технических систем используется описание функциональной структуры (ФС) объекта, как обобщение сходных признаков функциональных элементов объекта исследования и отношений между ними, ФС необходима при определении свойств проектируемого объекта. ФС любой системы можно представить как в обобщенном, концептуальном, так и уточнённом виде.

Под концептуальной функциональной структурой (КФС) понимается результат концептуализации функциональной структуры объекта исследования или проектирования и одновременно способ ее истолкования [1]. Таким образом КФС представляется в виде структуры из понятий, характеризующих содержание функциональных элементов и отношений между ними. Вся информация представляется обобщенном виде, причем отношения между концептами используются также в обобщенном виде как содержание понятий отношений.

КФС используется для обозначения ведущего замысла, конструктивного принципа функционирования системы объекта в виде совокупности основных смысловых элементов и отношений. Таким образом, КФС описывает всю совокупность свойств, проявляемых объектом при его использовании.

Концептуальная функциональная структура устанавливает соответствие между обобщенными понятиями, которые на данном этапе предметно не интерпретированы. Узлы КФС представляют собой концепты функциональных элементов или подсистем объекта исследования или проектирования, а отношения между ними – обобщенные виды взаимосвязей.

Анализ систем необходимо должен раскрывать Целостность – свойство системы, результат структурных отношений и взаимодействия элементов, обеспечивающее непротиворечивость, внутреннее единство и гармонию существования и функционирования её разнородных элементов и подсистем, необходимых для согласованного достижения генеральной цели.

В подтверждение закона «О единстве и борьбе противоположностей» в каждой системе возможно обнаружить противопоставленные функциональные блоки, подсистемы. Например, функциональная подсистема движения в автомобиле противопоставлена функциональной подсистеме торможения. Концептуально, эти функциональные противопоставления не просто существуют и взаимодействуют, а управляются третьей сущностью, которая может быть реализована отдельным управляющим элементом, - регулятором противоречия. Такой регулятор выполняет функцию управления взаимодействием противопоставленных подсистем. Следуя принципу идеальности, возможно, что сам регулирующий элемент в системе отсутствует физически, но его функции выполняются, они могут быть реализованы в самих противопоставленных подсистемах. Математический аппарат более подробно описан в [2].

Исходя из этого концептуальная модель системы, с учетом свойства целостности, будет иметь вид треугольника и выглядеть следующим образом, представленном на рисунке 1., где полюсами выделены противопоставленные свойства системы А и В и полюс R, управляющий из взаимодействием.

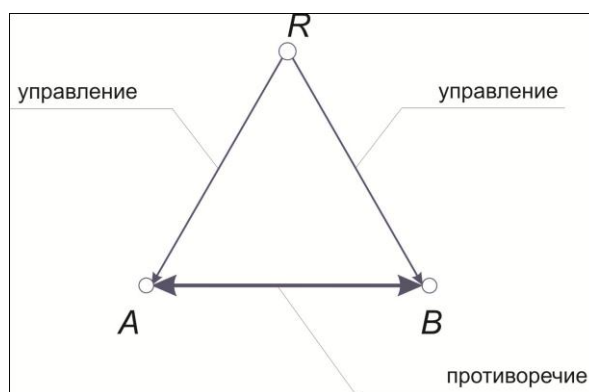


Рис. 1. Концептуальная модель системы в аспекте свойства целостности

Для функционального состава концепцию целостности можно интерпретировать следующим образом: А и В – группы противодействующих функций системы, R – группа функций регуляторов противоречия. То есть в системе обязательно присутствует диада противонаправленных действий и присутствует функция управления этим противоречием.

В соответствии со свойствами целостности систем, в КФС наблюдаются пары обобщенных функциональных элементов, отражающих исполнение противоречия. Такие концептуальные пары образуются противопоставленными структурными отношениями. Существует иерархия функций системы. Верхний уровень иерархии КФС отражает концепт, понятие главной полезной функции системы, ниже лежащие уровни – концепты противодействующих элементов и антагонистических отношений между ними.

Дуализм полярностей может быть обнаружен на любом иерархическом уровне описания системы, то представляется необходимым рассмотреть дуальные операции, которые отражают противоположные структурные отношения между концептами функциональных элементов и подсистем.

Подтверждение всеобъемлющего философского закона борьбы и единства противоположностей исследователи находят и используют в различных областях знаний. Ф. Джонстон, США, выявил около тысячи взаимно противоположных пар, бинарных оппозиций отнесенных им к психологии управления и человеческих взаимоотношений. Применительно к техническим объектам и системам бинарные оппозиции были предложены в середине двадцатого века Р. Коллером и были использованы в авторском методе конструирования [3]. Коллер интерпретировал подобные структурные отношения только на физическом уровне и назвал их физическими операциями. Описанием таких операций Коллер указал на существование в элементах технических систем дуалистической пары целевого свойства элемента и его противоположности.

Р. Коллер сформулировал 12 основных и две дополнительные пары инвариантных операций, которые должны, по его мнению, описывать физические операции любого технического объекта или его элемента независимо от физических принципов действия:

1. Излучение — Поглощение;
2. Проводимость — Изолирование;
3. Сбор — Рассеяние;
4. Проведение — Непроведение и др.

Более подробно сущность, содержание и примеры описания физических операций даны в [3]. Так как операции Коллера двойственны и полярны по своему строению, то они, на физическом плане, опираются на один, пару или цепочку из нескольких реализующих их физических эффектов (ФЭ).

Инвариантная интерпретация феномена бинарных оппозиций операций, описанного Коллером на физическом уровне, может быть применена для описания как материальных так и информационных потоков.

С позиций свойства целостности концептуальная функциональная структура (КФС) объекта проектирования может быть представлена в виде ориентированного графа сложного вида, где каждая вершина описывает концепт функционального элемента, а связи между вершинами являются дуальными концептуальными структурными отношениями. В основе графа лежит циклическая структура, состоящая из трех элементов. Вершины А и В содержат концепты противопоставленных структурных функциональных элементов, а вершина R – концепт элемента регулятора действий пары концептов элементов А и В и представляет собой оператор семантической конъюнкции, который объединяет противоположные структурные элементы А и В. Исходя из принципа целостности каждый концептуальный функциональный элемент может быть представлен в виде такого треугольника, тогда в целом граф КФС объекта проектирования или исследования представляет собой иерархичный многоуровневый фрактал, состоящий из треугольников.

В полученном орграфе концептуальные элементы организованы в определенную сеть, где протекают информационные процессы, описывающие функционирование системы объекта. Все элементы схемы воспринимаются как организованные концепты, взаимодействующие между собой посредством двойственных концептуальных операций по типу Коллера.

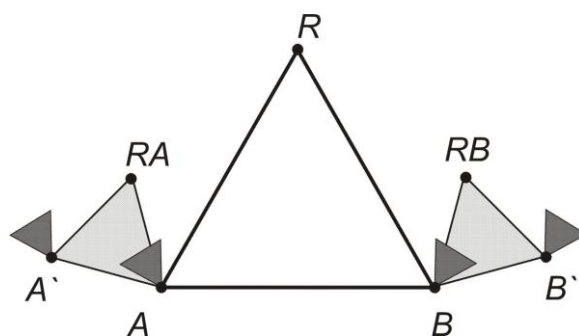


Рис. 2. Граф концептуальной функциональной структуры в виде фрактала.

С точки зрения системогенеза, концептуальная схема в виде фрактала является развивающейся информационной сетью, в которой вершины графа стремятся к развитию новых свойств, а элементарные структурные образования в виде треугольников – к обретению большей устойчивости.

В подтверждение обнаруженного треугольного изоморфизма структур необходимо отметить, что из современной научной литературы по кристаллографии и биологии известно, что на субатомном и атомных уровнях строения вещества, где нагляднее проявляются структурные особенности и свойства вещества, значительна формообразующая роль платоновых тел, как правильных симметричных геометрических тел, выражающих идею всеместного совершенства. «Все многогранники, которые соответствуют максимальным расстояниям между точками, построены из треугольников. Поэтому при рассмотрении конфигурации электронных пар из всех правильных многогранников представляют интерес только тела, составленные из треугольников, - тетраэдр, октаэдр, икосаэдр» [5]. В подтверждение сошлемся на установленный факт: ядро кислорода имеет форму тетраэдра, т.е. тела, составленного из треугольников.

В нашем случае, такая сеть, состоящая из треугольников, очерчивает пределы целостности структуры объекта, как на онтологическом, так и на эпистемологическом уровне. При помощи такого концептуального представления могут быть описаны процессы функционирования бинарных оппозиций элементов в системе и объяснено состояние устойчивости всей системы и такие режимы, при которых возможна неэффективная работа системы или даже разрушение системы.

Принципы бинарной оппозиции и иерархической подчиненности возможно использовать применительно к построению уточненной функциональной структуры. Уточненная функциональная структура или просто функциональная структура описывает конкретные функции, их взаимосвязанность и подчиненность для конкретного технического объекта, системы.

Для анализа и отображения дуализма, присутствующего в функциональной структуре в концептуальном виде объекта необходимо построить иерархическую диаграмму, которая отображает композицию подчинения функций системы. Для этого будем использовать диаграмму “рыбий скелет” японского исследователя Каору Исикава, но с некоторыми уточнениями. В случае анализа функциональной структуры систем в аспекте целостности принципиальное отличие от метода Исикава состоит в том, что горизонтальная линия на диаграмме разделяет функции системы на две инверсные группы, где каждой функции из верхней части схемы, относительно горизонтали, должна соответствовать противоположная функции или несколько подфункций. Целостная организация функций системы декомпозируется на главную полезную функцию системы, соответствующие подчиненные ей полярные пары - подфункции и их инверсные им антиподы функций.

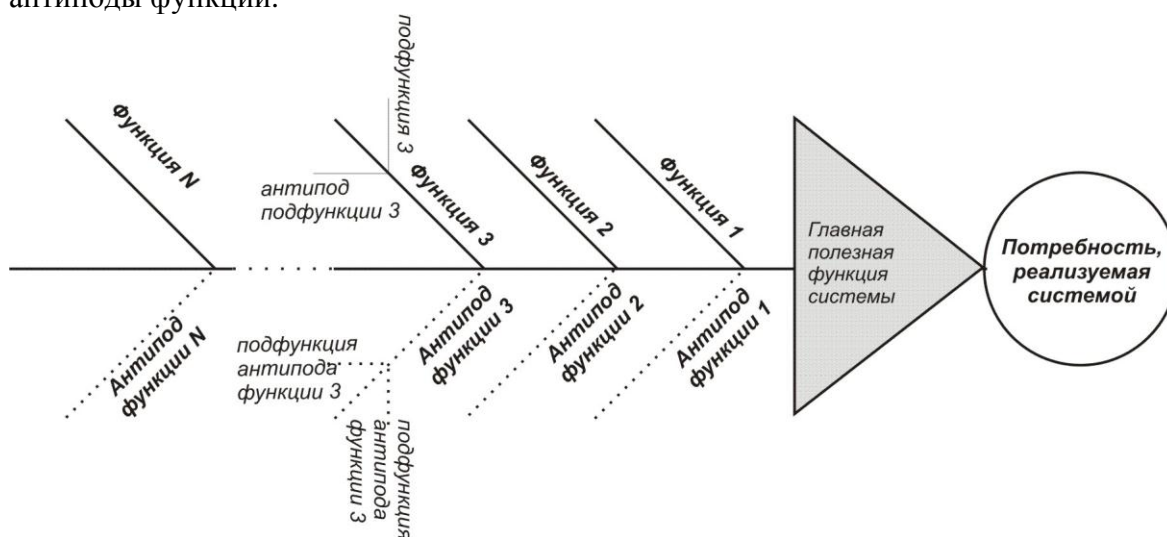


Рис. 3. Инверсная организация функций системы в аспекте целостности.

На Рис. 3. большим треугольником изображена главная полезная функция системы, а симметричными диагональными линиями, относительно горизонтали, показаны пары противопоставленных функций. Все обозначенные функции, в общем, приводят к реализации потребности. Расположение функций справа налево от главной полезной функции можно интерпретировать как уровни их значимости в процессе функционирования системы.

В терминах теории графов такую схему можно интерпретировать как ориентированный трехдольный граф, содержащий множество основных функций системы T , множество подфункций S и множество подфункций Q . В таком орграфе есть сепаратор, разделяющий этот граф на множество основных подфункций системы S и множество противоположных им подфункций системы Q . Смежные ребра соединяют элементы множеств подфункций с общей вершиной, которая находится в множестве основных функций.

Показанный орграф можно интерпретировать как иерархию функций исследуемого конкретного прототипа. Первый элемент множества функций отражает соответствие главной полезной функции системы. Нижестоящие элементы множества функций могут быть рассмотрены в упорядоченной важности относительно исполнения главной полезной функции.

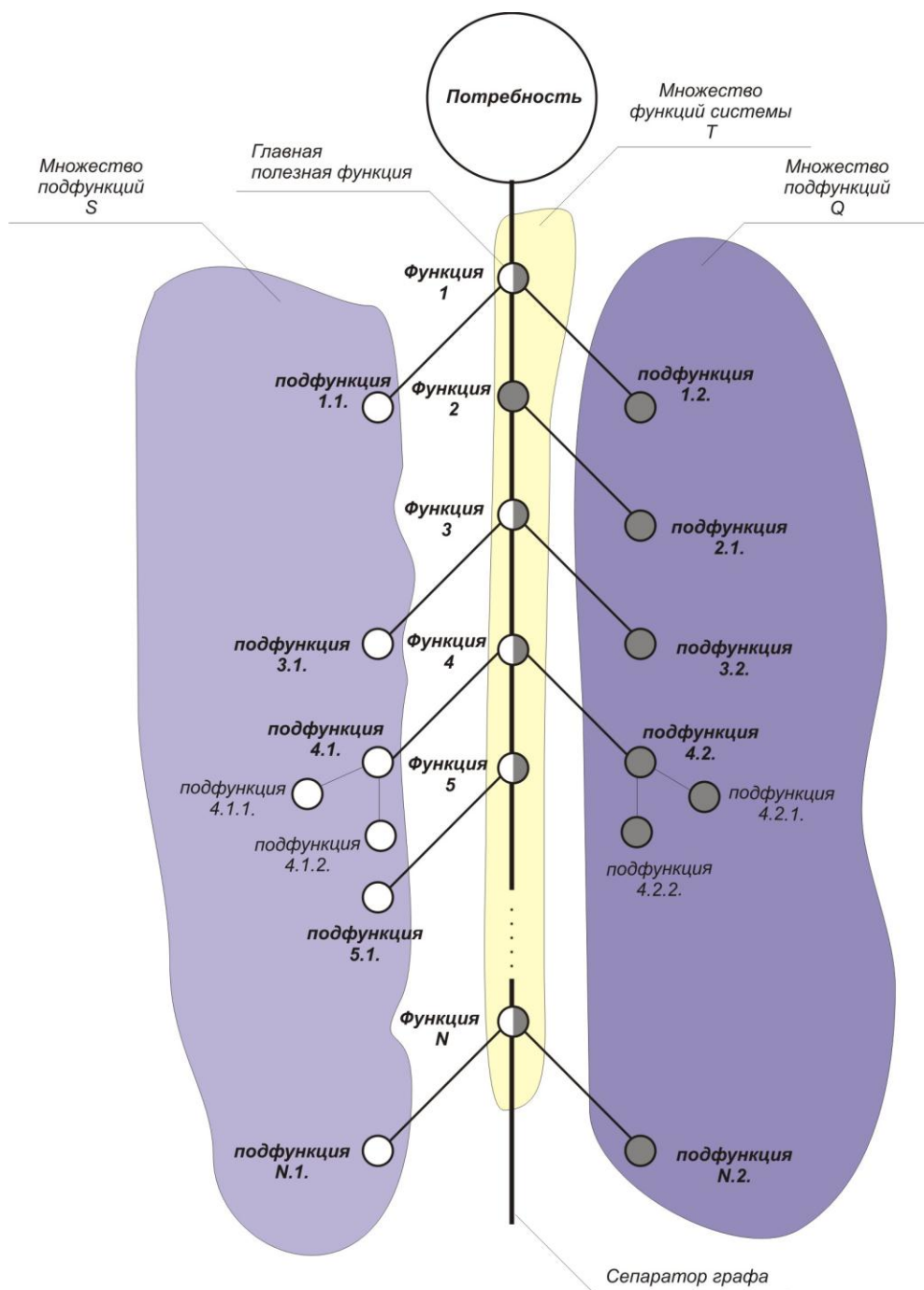


Рис. 4. Направленный граф функциональной структуры системы.

Такая организация соответствует представлению декомпозиции главной функции на иерархическую совокупность множества вторичных функций и подфункций, исполняемых в системе, указывает на их согласованную связность и определяет структурное разнообразие исследуемой системы.

Построение графа функций облегчает задачу анализа. Однако термин теории графов – «сепаратор» для задачи синтеза не адекватен, т.к. решается проблема соединения противостоящих подфункций. Для разрешения этого должен быть введен новый термин «юнитор», оператор, объединяющий разделенные множества основных подфункций системы S и множество противоположных им подфункций системы Q. Таким образом оператор юнитор соединяет смежные дуги графа в общей вершине, которая отображает одну из основных функций системы. Процесс стягивания такого графа – отражает постановку задачи на синтез нового объекта.

Для задач анализа сущности «сепаратор графа» и для задач синтеза «юнитор графа» можно интерпретировать как оператор центрально-осевой симметрии. То есть, в процедуре целеполагания, осевая симметрия выполняет важную методологическую функцию семантического разделения целевого множества на подмножества основных подфункций и противоположных им подфункций. Внешняя симметрия объекта является отражением внутренней структурной симметрии на функциональном и целевом уровнях.

Выводы:

На примере концептуальных структурных операций мы раскрываем феномен, который непосредственно определяет существо свойства целостности на уровне функциональных структур. Применение дуализма, отраженного в концептуальных структурных операциях по типу Коллера, необходимых для построения функциональной структуры в виде фрактального треугольника, будет существенно облегчать процесс анализа при проектировании систем.

Описанное представление позволяет оценить пределы целостности структуры объекта, на этой основе возможно описать решение задачи раскрытия механизмов образования целостности, как основного свойства систем. При помощи такого концептуального представления могут быть описаны процессы функционирования бинарных оппозиций элементов в системе и объяснено состояние устойчивости всей системы и такие режимы, при которых возможна неэффективная работа системы или даже разрушение системы

Предложенная схема инверсных пар противопоставленных функций позволяет показать их иерархическую подчиненность и, одновременно, показать их дуальную взаимосвязанность в соответствии с Законом «О единстве и борьбе противоположностей» и определением целостности.

Литература:

1. Кононенко А.А., Кучкаров З.А., Никаноров С.П., Никитина Н.К. Технология концептуального проектирования / Под ред. С.П. Никанорова 2-е стереотип. Изд., - М.: Концепт. – 2008. 508 с.
2. Бутенко, Д.В. Использование инверсионного многомерного классифицирования в концептуальном проектировании [Электронный ресурс] / Д.В. Бутенко // Инженерный вестник Дона : электрон. журнал. - 2012. - № 3. - С. Режим доступа : <http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1022>.
3. Koller R. Konstruktions method fur den Maschinen-, Gerate- und Apparatenbau. Springer. Berlin [West.], Heideberg, New- York, 1976.
4. Гиллеспи Р. Геометрия молекул — М.: Мир, 1975 . — 282 с
5. Интеллектуальный аппарат построения концептуальных функциональных моделей устойчивых систем / Е.В. Албегов, Д.В. Бутенко, Л.Н. Бутенко // Естественные и технические науки. - 2012. - № 4. - С. 248-250.
6. Бутенко, Д.В. Методологические основы построения линий развития технических систем / Д.В. Бутенко // Изв. ВолгГТУ. Серия "Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах". Вып. 11 : межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2011. - № 9. - С. 131-133.
7. Бутенко, Д.В. Инновационные интеллектуальные технологии. Конструирование методов концептуального анализа технических систем / Д.В. Бутенко // Открытое образование. - 2011. - № 2. - С. 73-76.