ЛЕКЦИИ 10,11: Процедуры исследования сложных систем. Декомпозиция. Агрегирование

На ><данных лекциях><лекции ><будут ><рассмотрены ><технические ><аспекты ><аналитического ><и ><синтетического ><методов ><исследования ><систем, ><т.е. внимание ><будет ><акцентировано ><><на ><том, **><как** ><выполняются ><операции ><разделения ><целого ><на ><части ><и ><объединения ><частей ><в ><целое, > **><почему** ><они ><выполняются ><именно ><так, и><и ><в ><какой>< ><степени эти операции (анализ и синтез)><эти ><могут ><быть **><алгоритмизированы**.

1. **Введение**

В системном исследовании аналитический ><и ><синтетический ><методы сочетаются, ><сочетаютсявзаимно дополняя друг друга. При этом:

1. Аналитическая составляющая заключается в том, что сложное ><целое ><расчленяется ><на ><все ><менее ><сложные ><(и, ><в ><конечном ><счете, ><простые) ><части;
2. Синтетическая составляющая заключается в том, что, ><будучи ><соединенными ><надлежащим ><образом, ><эти ><части ><снова ><образуют ><единое ><целое;
3. В результате исследования появляется возможность ><объяснить ><целое ><через ><его ><части, и таким образом выявляется системность целого в виде его структуры>.

Среди ><специалистов ><по ><системному ><анализу ><особенно ><настойчиво ><выделяет ><эту ><мысль ><Р. ><Акофф. ><Он ><подчеркивает ><значение ><целостности ><системы, поскольку ><эта ><целостность ><нарушается ><при **><анализе**: ><при ><расчленении ><системы ><утрачиваются ><не ><только ><существенные ><свойства ><самой ><системы ><(«разобранный ><автомобиль ><не ><поедет, ><расчлененный ><организм ><не ><способен ><жить»), ><но ><исчезают ><и ><существенные ><свойства ><ее ><частей, ><оказавшихся ><от><деленными ><от ><нее ><(«оторванный ><руль ><не ><ру­><лит, ><отделенный ><глаз ><не ><видит»). ><Поэтому, ><отмечает ><Р. ><Акофф, ><результатом ><анализа ><является ><лишь ><вскрытие ><структуры, ><знание ><о ><том, **><как ><система ><работает,** ><><но ><не ><понимание ><того, **><почему ><и ><зачем** ><она ><это ><делает. *«><****Синтетическое*** *><мышление ><требует ><объяснить ><поведение ><системы. ><Оно ><существенно ><отличается ><от ><анализа. ><На ><первом ><шаге ><анализа ><вещь, ><подлежащая ><объяснению, ><разделяется ><на ><части; ><в ><синтетическом ><мышлении ><она ><должна ><рассматриваться ><как ><часть ><большего ><целого. ><На ><втором ><шаге ><анализа ><объясняются содержимые><> ><части; ><в ><синтетическом ><мышлении ><объясняется ><содержащее ><нашу ><вещь ><целое. ><На ><последнем ><шаге ><анализа ><знание ><о ><частях ><агрегируется ><в ><знание ><о ><целом; ><в ><синтетическом ><мышлении ><понимание содержащего ><><целого ><дезагрегируется ><для ><объяснения ><частей. ><Это ><достигается ><путем ><вскрытия ><их ><ролей ><или ><функций ><в ><целом. ><Синтетическое ><мышление ><открывает ><не ><структуру, ><а ><функцию; ><оно ><открывает, ><почему ><система ><работает ><так, ><а ><не ><то, ><как ><она ><делает ><это».* ><[><1].

Необходимость совмещения двух различных направлений исследований (аналитического и синтетического) приводит к возникновению проблемы реализации системного исследования. <Во-первых, ><аналитический ><метод ><приводит ><к ><достижению ><наивысших ><результатов, ><если ><целое ><удается ><разделить ><на **><независимые ><друг ><от ><друга ><части**, ><поскольку ><в ><этом ><случае ><их ><отдельное ><рассмотрение ><позволяет ><составить ><правильное ><представление ><об ><их ><вкладе ><в ><общий ><эффект ><(*например, как ><в ><случае ><функциональных ><ортогональных ><рядов, ><интегрального ><исчисления, ><мозаики, ><накопления ><денег ><и ><пр.).* ><Однако ><случаи, ><когда ><система ><является «><суммой» ><своих ><частей (и, тем более, однородных), ><не ><правило, ><а ><редчайшее ><исключение. ><Правилом ><же ><является ><то, ><что **><вклад ><данной ><части ><в ><общесистемный ><эффект ><зависит ><от ><вкладов ><других ><частей**. ><Поэтому, ><например, ><если ><заставить ><каждую ><часть ><функционировать ><наилучшим ><образом, ><то ><в ><целом ><эффект ><не ><будет ><наивысшим><><. *Например, ><><><><><отобрав ><лучшие ><в ><мире ><карбюратор, ><двигатель, ><фары, ><колеса ><и ><т.д., ><мы ><не ><только ><не ><получим ><самого ><лучшего ><автомобиля, ><но ><вообще ><не ><сможем ><собрать ><машину, ><так ><как ><детали ><машин ><разных ><марок ><не ><подойдут ><друг ><к ><другу*. **><Итак, ><при ><анализе «><неаддитивных» ><систем ><следует <делать ><акцент ><на ><рассмотрение ><не ><отдельных ><частей, ><а ><их ><взаимодействия.** ><Это ><существенно ><более ><трудная ><задача. *><Примером ><является ><управление «><неаддитивной» ><системой, ><которое ><окажется ><более ><эффективным, ><если ><управлять ><не ><действиями ><ее ><частей ><отдельно, ><а ><взаимодействиями ><между ><ними.>>*

<Во-вторых, ><идеалом, ><конечной ><целью ><аналитического ><метода ><является ><установление **><причинно-следственных ><отношений** ><между ><рассматриваемыми ><явлениями. ><Нечто ><считается ><познанным, ><полностью ><понятым ><лишь ><в ><том ><случае, ><если ><известна ><его ><причина ><– совокупность ><условий, **><необходимых ><и ><достаточных** ><для ><реализации ><следствия. Соответственно, ><><для ><причинно-следственного ><отношения **><не ><существует ><понятия ><окружающей ><среды, ><так ><как ><для ><следствия ><ничего, ><кроме ><причины, ><не ><требуется.** *><Примером ><служит ><закон ><свободного ><падения ><тел, ><справедливый, ><если ><отсутствуют ><все ><другие ><силы, ><кроме ><силы ><тяготения.* ><Однако ><когда ><мы ><имеем ><дело ><со ><сложными ><системами, ><исключить «><ненужные», «><не­><интересные» ><взаимодействия ><бывает ><невозможно ><не ><только ><практически, ><но ><и ><абстрактно><. ><Имеется ><два ><способа ><описать ><такую ><ситуацию:

1. ><Один ><сострит ><в ><отображении «><беспричинной» ><компоненты ><поведения ><системы ><либо «><объективной ><случайностью», ><либо «><субъективной ><неопределенностью» ><(происходящей ><от ><незнания), ><либо ><их ><сочетанием><><><;
2. ><Другой ><вытекает ><из ><синтетического ><><метода ><и состоит><> ><в ><признании ><того, ><что ><отношение «><причина ><— ><следствие» ><является ><не ><единственно ><возможным ><и ><приемлемым ><описанием ><(объяснением) ><взаимодействия. ><Более ><адекватной ><моделью ><взаимодействия ><оказывается ><отношение «**><продуце><н><т ><— ><проду><кт»,** ><характеризуемое ><тем, ><что ><продуцент ><является **><необходимым, ><но ><не ><достаточным ><условием** ><для ><осу­><ществления ><продукта. ><Например, ><желудь ><является ><для ><дуба ><продуцентом, ><а ><не ><причиной, ><поскольку ><кроме ><желудя ><для ><произрастания ><дуба ><необходимы ><почва, ><влага, ><воздух, ><свет, ><тепло, ><сила ><тяготения ><и т><ттт.д. ><– ><другие ><условия, ><которые ><и ><образуют ><окружающую ><среду. Тогда **причинное, ><свободное ><от ><среды ><объяснение ><является ><предельным ><случаем ><продуцентного, ><идеалом><, ><к ><которому ><можно ><приближаться, ><но ><достичь ><которого ><можно ><не ><всегда ><и ><не ><всегда ><необходимо.>**

<Как ><бы ><то ><ни ><было, ><и ><при ><аналитическом, ><и ><при ><синтетическом ><под­><ходе ><наступает ><момент, ><когда ><необходимо либо ><разложить ><целое ><на ><части, ><либо ><объединить ><части ><в ><целое. ><Будем ><называть ><эти ><операции, ><соответственно, **><декомпозицией** ><и **><агрегированием**. ><

**2. Декомпозиция**

**Декомпозиция** – основная операция анализа – разделение целого на части: подсистемы, подзадачи, подцели соответствующего уровня. При ><необходимости ><этот ><процесс ><повторяется, ><что ><приводит ><к ><иерархическим ><древовидным ><структурам. Обычно объект анализа сложен, слабо структурирован, плохо формализован, поэтому операцию декомпозиции выполняет эксперт, соответственно разные эксперты могут сформировать разные иерархические древовидные структуры. ><Качество ><построенных ><экспертами ><деревьев ><зависит ><как ><от ><их ><компетентности ><в ><данной ><области ><знаний, ><так ><и ><от ><применяемой ><методики ><декомпозиции. ><Обычно ><эксперт ><легко ><разделяет ><целое ><на ><части, ><но ><испытывает ><затруднения, ><если ><требуется ><доказательство **><полноты ><и** ><безызбыточности **(простоты)**  ><предлагаемого ><набора ><частей.

* 1. **Содержательная модель – основа декомпозиции**.

Причина различия результата проведения декомпозиции заключается в том, ><При><><><><что **><основанием ><всякой >< ><декомпозиции ><является ><модель ><рассматриваемой ><системы.** Т.е. операция ><декомпозиции ><представляет собой><собой ><сопоставление ><объекта ><анализа ><с ><некоторой ><моделью и ><выделение ><в ><нем ><того, ><что ><соответствует ><элементам ><взятой ><модели. ><Поэтому ><на ><вопрос, ><сколько ><частей ><должно ><получиться ><в ><результате ><декомпозиции, ><можно ><дать ><следующий ><ответ: ><столько, ><сколько ><элементов ><содержит ><модель, ><взятая ><в ><качестве ><основания. **><Вопрос ><о ><полноте и простоте ><декомпозиции ><- ><это ><вопрос ><завершенности ><модели-основания поставленной цели.**

Итак, ><объект ><декомпозиции ><должен ><сопоставляться ><с ><каждым ><элементом ><модели-основания. ><Однако ><и ><сама ><модель-основание ><может ><с ><разной ><степенью ><детализации ><отображать ><исследуемый ><объект (систему). *><Например, ><в ><системном ><анализе ><часто ><приходится ><использовать ><модель типа «><><жизненный ><цикл», ><позволяющую ><декомпозировать ><анализируемый ><период ><времени ><на ><последовательные ><этапы ><от ><его ><возникновения ><до ><окончания. ><С ><помощью ><такой ><декомпозиции шахматную ><партию ><можно ><разбить ><на ><дебют, ><миттельшпиль ><и ><эндшпиль; ><в ><жизни ><человека ><принято ><различать ><молодость, ><зрелость ><и ><старость, ><но ><можно ><выделять ><и ><более ><мелкие ><этапы, ><например ><детство, ><отрочество ><и ><юность.* ><Такое ><же ><разнообразие ><может ><иметь ><место ><и ><при ><декомпозиции ><жизненного ><цикла ><любой ><проблемы. ><Разбиение ><на ><этапы ><дает ><представление **><о ><последовательности ><действий, ><начиная ><с ><обнаружения ><проблемы (**проблемосодержащая модель**) ><и ><кончая ><ее ><ликвидацией (**проблеморазрешающая модель**).** Соответственно, если основанием ><декомпозиции ><служит ><модель ><рассматриваемой ><системы, то ><возникают ><вопросы:

><1) **><модели ><какой ><системы** ><следует ><брать ><в ><качестве ><оснований ><декомпозиций?

><2) **><какие ><именно ><модели** ><надо ><брать?

К сожалению, полностью формализовать ответ >на эти вопросы невозможно. Причина заключается в том, что, во-первых, ><система, ><с ><которой ><связан ><объект ><анализа, ><и ><система, ><по ><моделям ><которой ><проводится ><декомпозиция, ><не ><обязательно ><совпадают, ><и ><хотя ><они ><имеют ><определенное ><отношение ><друг ><к ><другу, ><это ><отношение ><может ><быть ><любым: ><одна ><из ><них ><может ><быть ><подсистемой ><или ><надсистемой ><для другой><д; ><они ><могут ><быть ><и ><разными, ><но ><как-то ><связанными ><системами.><><> Во-вторых, <Во-вторых,><><><в ><качестве ><оснований ><декомпозиции ><полезно ><не ><только ><перебирать ><разные ><модели ><целевой ><системы, ><но ><и ><брать ><сначала ><модели ><надсистемы, ><затем ><самой ><системы ><и, ><наконец, ><подсистем. В этой связи можно дать следующие рекомендации><рекомен по качественному проведению процесса декомпозиции:

* 1. ><<><Чаще ><всего ><в ><практике ><системного ><анализа ><в ><качестве ><глобального ><объекта ><декомпозиции ><берется ><нечто, ><относящееся ><к ><проблемосодержащей ><системе ><и ><к ><исследуемой ><проблеме, ><а ><в ><качестве ><оснований ><декомпозиции ><берутся ><модели ><проблеморазрешающей ><системы. В этой связи необходимо напомнить, ><><что ><при ><всем ><практически ><необозримом ><многообразии ><моделей, **><формальных** ><типов ><моде­><лей ><немного: ><это ><модели «><черного ><ящика», ><состава, ><структуры, ><конструкции ><(структурной ><схемы) ><— ><каждая ><в ><статическом ><или ><динамическом ><варианте;

1. Полнота ><формальной ><модели ><должна ><быть ><предметом ><особого ><внимания, поэтому ><><одна ><из ><важных ><задач ><информационного ><обеспечения ><системного ><анализа ><и ><состоит ><в ><накоплении ><наборов ><полных ><формальных ><моделей ><(в ><искусственном ><интеллекте ><такие ><модели ><носят ><название **><фреймов**). При этом можно в качестве исходного объекта (системы или модели) анализа рассматривать наиболее полный вариант, в котором *исходно заложена некоторая* ***избыточность.*** *Например, схема ><входов ><организационной ><системы ><на рисунке 1 ><><является ><полной: ><к ><ней ><нечего ><добавить ><(перечислено ><все, ><что ><воздействует ><на ><систему), ><а ><изъятие ><любого ><элемента ><лишит ><ее ><полноты. К ><числу ><полных ><формальных ><моделей ><относится также ><марксо><ва ><схема ><любой ><деятельности ><человека, ><которая ><в «><Капитале» ><применялась ><для ><анализа ><процесса ><труда (рисунок 2). ><><В ><схеме ><выделены: ><субъект ><деятельности; ><объект, ><на ><который ><направлена ><деятельность; ><средства, ><используемые ><в ><процессе ><деятельности; ><окружающая ><среда; ><все ><воз­><можные ><связи ><между ><ними.*
2. Основанием ><для ><декомпозиции ><может ><служить ><только ><конкретная, ><содержательная ><модель ><рассматриваемой ><системы. ><Выбор ><формальной ><модели ><лишь ><подсказывает, ><какого ><типа ><должна ><быть ><мо­><дель-основание, затем **><формальную ><модель** ><следует ><наполнить ><содержанием, ><чтобы ><она ><стала ><основанием ><для ><декомпозиции – сформировать **содержательную модель**. Фрейм ><лишь ><привлекает ><внимание ><эксперта ><к ><необходимости ><рассмотреть, ><что ><именно ><в ><реальной ><системе ><соответствует ><каждому ><из ><составляющих ><фрейм ><элементов, ><а ><также ><решить, ><какие ><из ><этих ><элементов ><должны ><быть ><включены ><в ><содержательную ><модель. ><Это ><очень ><ответственный ><момент ><(ведь ><то, ><что ><не ><попадет ><в ><модель-основание, ><не ><появится ><в ><дальнейшем ><анализе) ><и ><очень ><трудный ><(заранее ><не ><всегда «><очевидно», ><что ><данная ><компонента ><должна ><войти ><в ><основание). Чтобы ><сохранить ><полноту ><и ><возможность ><расширения ><содержательной ><модели, ><можно ><рекомендовать ><осуществлять ><логическое ><замыкание ><перечня ><ее ><элементов ><компонентой **><«все ><остальное».** ><Эта ><компонента, ><как ><правило, ><окажется «><молчащей­>», ><поскольку ><к ><ней ><отнесено ><все, ><что ><кажется ><несущественным, ><но ><ее ><присутствие ><будет ><постоянно ><напоминать ><эксперту, ><что, ><возможно, ><он ><не ><учел ><что-то ><важное.

Вышестоящие системы

Существенная среда

Нижестоящие системы

Исследуемая система

Рисунок 1 – Схема входов организационной системы



**Субъект**

**Объект**

**Средства**

Рисунок 2 – Общая схема деятельности

**2.2. Алгоритмизация процесса декомпозиции: компромисс полноты и простоты.**

Рассмотрим в целом блок-схему высокого уровня, которая позволяет><><которая ><разъяснить ><><основные ><идеи ><алгоритма ><декомпозиции. ><Начнем ><с ><обсуждения ><требований ><к ><древовидной ><структуре, ><которая ><получится ><как ><итог ><работы ><по ><формированиюформированию ><алгоритма. ><С ><количественной ><стороны ><эти ><требования ><сводятся ><к ><двум ><противоречивым ><принципам: **><пол­><ноты** ><(проблема ><должна ><быть ><рассмотрена ><максимально ><всесторонне ><и ><подробно) ><и **><простоты** ><(все ><дерево ><должно ><быть ><максимально ><компактным ><- ><«вширь» ><и «><вглубь»). ><Эти ><принципы ><относятся ><к ><количественным ><характеристикам ><(размерам) ><дерева. ><Компромисс ><между ><ними (рисунок 3) ><вытекает ><из **><качественного ><требования** ><— ><главной ><цели: ><свести ><сложный ><объект ><анализа ><к ><конечной ><совокупности ><простых ><подобъектов и ><и ииесли ><это ><не ><удается, то ><выяснить ><конкретную ><причину ><неустранимой ><сложности.

<Принцип ><простоты ><требует ><сокращать ><размеры ><дерева. ><Мы ><уже ><знаем, ><что ><размеры ><«вширь» ><определяются ><числом ><элементов ><модели, ><слу­><жащей ><основанием ><декомпозиции. ><Поэтому ><принцип ><простоты ><вынуж­><дает ><брать ><как ><можно ><более ><компактные ><модели-основания. ><Наоборот, ><принцип ><полноты ><заставляет ><брать ><как ><можно ><более ><развитые, ><подроб­><ные ><модели. ><Компромисс ><достигается ><с ><помощью ><понятия **><существен­><ности**: ><в ><модель-основание ><включаются ><только ><компоненты, ><существен­><ные ><по ><отношению ><к ><цели ><анализа ><(релевантные). ><Как видим, ><это ><поня­><тие ><неформальное, ><поэтому ><решение ><вопроса ><о ><том, ><что ><же ><является ><в ><данной ><модели ><существенным, ><а ><что ><— ><нет, ><возлагается ><на ><эксперта. ><Чтобы ><облегчить ><работу ><эксперта, ><в ><алгоритме ><должны ><быть ><предусмот­><рены ><возможности ><внесения ><(в ><случае ><необходимости) **><поправок ><и ><до­><полнений** ><в ><модель-основание. ><Одна ><из ><таких ><возможностей ><заключается ><в ><дополнении ><элементов, ><которые ><эксперт ><счел ><существенными, ><еще ><одним ><элементом «><все ><остальное»; ><он ><может ><не ><использоваться ><экспер­><том ><для ><декомпозиции, ><но ><будет ><постоянно ><пробуждать ><у ><эксперта ><сом­><нение ><в ><полноте ><предложенной ><им ><модели. ><Другая ><возможность ><состоит ><в ><разукрупнении, ><разбиении ><отдельных ><элементов ><модели-основания ><в ><случае ><необходимости (**постепенной детализации**), ><которая ><может ><возникнуть ><на ><последующих ><стадиях ><анализа. ><Позже ><мы ><вернемся ><к ><этому ><моменту.



Существенность

Элементарность

Постепенная детализация моделей

Итеративность

Рисунок 3 – Схема компромиссов между принципами простоты и полноты анализа

<Перейдем ><теперь ><к ><вопросу ><о ><размерах ><дерева ><«вглубь», ><т.е. ><о ><числе ><><><уровней ><декомпозиции. ><Конечно, ><желательно, ><чтобы ><оно ><было ><небольшим ><(принцип ><простоты), ><но ><принцип ><полноты ><требует, ><чтобы ><в ><случае ><необходимости ><можно ><было ><продолжать ><деком­><позицию ><как ><угодно ><долго ><до ><принятия ><решения ><о ><ее ><прекращении ><по ><данной ><ветви ><(разные ><ветви ><иногда ><могут ><иметь ><различную ><длину). ><Такое ><решение ><принимается ><в ><нескольких ><случаях. ><Первый, ><к ><которому ><мы ><обычно ><стремимся, ><наступает, ><когда ><композиция ><привела ><к ><получению ><результата ><(подцели, ><подфункции, ><подзадачи ><и ><т.п.), ><не ><требующего ><дальнейшего ><разложения – ><т.е. ><результата ><простого, ><понятного, ><реализуемого, ><обеспеченного, ><заведомо ><выполнимого. ><Будем ><называть такой результат **><элементарным**. ><Для ><некоторых ><задач ><(например, ><математических, ><технических ><и ><т.п.) ><понятие ><элементарности ><может ><быть ><конкретизировано ><до ><формального ><признака, ><в ><других ><задачах ><анализа ><оно ><неизбежно ><остается ><неформальным ><и ><проверка ><фрагментов ><декомпозиции ><на ><элементарность ><поручается ><экспертам. ><Неэлементарный ><фрагмент ><подлежит ><дальнейшей ><декомпозиции (**детализации**) ><по ><другой ><(не ><использовавшейся ><ранее) ><модели-основанию. ><Очевидно, ><что ><эффективность ><работы ><эксперта, ><размеры ><получающегося ><дерева ><и ><в ><конечном ><счете ><качество ><анализа ><в ><определенной ><мере ><зависят ><от ><после­><довательности, ><в ><которой ><эксперт ><использует ><имеющиеся ><модели.

<Если ><эксперт ><перебрал ><все ><фреймы, ><но ><не ><достиг ><элементарности ><на ><какой-то ><ветви ><дерева, ><то используются варианты **итеративности** алгоритма, которые придают ><ему ><вариабельность, ><возможность ><пользоваться ><моделями ><различной ><детальности ><на ><разных ><ветвях, ><углублять ><детализацию ><сколько ><угодно ><(если ><это ><потребуется). В этом случае>:

* 1. П><ПGрежде ><всего ><выдвигается ><предположение, ><что ><дальнейшая ><декомпозиция ><может ><все-таки ><довести ><анализ ><до ><получения ><элементарных ><фрагментов, ><и ><следует ><дать ><эксперту ><возможность ><продол­><жить ><декомпозицию. ><Такая ><возможность ><состоит ><во ><введении ><новых ><элементов ><в ><модель-основание ><и ><продолжении ><декомпозиции только ><по ><ним. ><Поскольку ><новые ><существенные ><элементы ><могут ><быть ><получены ><только ><расщеплением ><уже ><имеющихся, ><в ><алгоритме ><декомпозиции ><должна ><быть ><заложена ><возможность ><возврата ><к ><использованным ><ранее ><основаниям;
  2. ><><><Можно ><рекомендовать ><эксперту ><решить, ><не ><настала ><ли ><пора ><выделить ><из ><«всего ><остального» ><и ><включить ><в ><число ><существенных ><еще ><один ><элемент. ><Пройдя ><таким ><образом ><всю ><предысторию ><не ><элементарного ><фрагмента, ><мы ><получаем ><новые ><основания ><для ><его ><декомпозиции, ><а ><значит, ><и ><возможность ><продолжить ><анализ, ><надеясь ><достичь ><элементарности ><по ><всем ><ветвям.
  3. Если два предыдущих пути не решили проблему, то возникает необходимость формирования новых фреймов.

Таким образом, сама последовательность операций алгоритма декомпозиции может быть формализована, однако принятие решений на этих операциях – плохо формализуемые задачи.

В частности, <><алгоритм ><декомпозиции, ><описанный ><в ><данной лекции><, ><пред­><ставлен ><в ><виде ><блок-схемы ><(рисунок 4><). ><К ><тому, ><что ><было ><уже ><сказано ><об ><изображаемых ><блоками ><операциях ><алгоритма, ><добавим ><следующие четыре момента. Первые два касаются ключевых и плохо формализуемых этапов декомпозиции:>

**<Блок ><1.** ><Объектом ><анализа ><может ><стать ><все, ><что ><угодно. >< ><На ><определение ><объекта ><анализа ><иногда ><затрачиваются ><весьма ><значительные ><усилия. ><Когда ><речь ><идет ><о ><действительно ><сложной ><проблеме, ><ее ><сложность ><проявляется ><и ><в ><том, ><что ><сразу ><трудно ><правильно ><сформулировать ><объект ><анализа. ><Т.е. действительно ли проблема существует и действительно ли она является актуальной.

**<Блок ><2.** ><Этот ><блок ><определяет, ту цель, которую мы хотим достигнуть для решения проблемы. Соответственно, необходимо понимать, что достижение именно этой цели решит нашу проблему.

Наглядные примеры для пояснения сказанного встречаются в сказках. Например, проблема быть счастливым может расцениваться как актуальная задача стать очень богатым. С целью наискорейшего решения этой задачи можно загадать выполнение следующего желания – все, к чему ни прикоснешься, станет золотым. В результате такой постановки человек действительно быстро станет очень богатым, но при этом мучительно умрет. Таким образом, оказывается, что действительная исходная проблема человека была связана с его неправильной системой ценностей.

Рисунок 4 – Укрупненная блок-схема алгоритма декомпозиции

**нет**

**нет**

**нет**

**да**

**да**

**да**

1. Определение объекта анализа

2. Определение целевой системы

5. Очередной объект декомпозиции

3. Выбор фрейма (формальной модели)

6. Операция декомпозиции

9. Все ли фреймы использованы?

7. Полученные фрагменты

8. Проверка очередного объекта на элементарность

4. Определение референтной модели (основания)

10. Все ли основания детализированы?

11. Отчет

Вторые два момента связаны с противоречивостью полученного результата декомпозиции. С одной стороны, <несмотря ><на ><возможности, ><предоставляемые ><сменой ><моделей ><и ><итеративностью, ><может ><наступить ><момент, ><когда ><эксперт ><признает, ><что ><его ><компетентности ><недостаточно ><для ><дальнейшего ><анализа ><данного ><фрагмента ><и ><что ><следует ><обратиться ><к ><эксперту ><другой ><квалификации *><(например, ><построение ><новых ><содержательных ><моделей ><требует ><знаний ><по ><иной ><специальности).* ><По ><существу, ><сложность ><такого ><типа ><есть **><сложность ><из-за ><неинформированно­><сти** ><(«невежества»), ><которую ><можно ><преодолеть ><с ><помощью ><информации, ><рассредоточенной ><по ><разным ><экспертам ><и ><источникам. ><><Не ><имеет ><значения, ><один ><или ><несколько ><экспертов ><довели ><анализ ><до ><конца, ><а ><важно, ><что ><это ><оказалось ><возможным, ><и, ><следовательно, ><первоначальная ><сложность ><была ><вызвана ><не ><столько ><недостатком ><информации, ><сколько ><большой ><размерностью ><проблемы. ><В ><действительно ><сложных ><случаях ><получение ><вполне ><завершенной ><деком><позиции ><должно ><не ><только ><радовать, ><но ><и ><настораживать: ><не ><связана ><ли ><реальная ><сложность ><с ><пропущенной ><ветвью ><дерева, ><сочтенной ><экспертами ><несущественной? ><Опасность ><неполно­><ты ><анализа ><следует ><иметь ><в ><виду ><всегда ><(*характерные при­><меры ><еще советского периода ><— ><проблема ><поворота ><северных ><рек, ><проблемы ><Байкала ><и ><Ладожского ><озера ><и ><т.д.).* ><Один ><из ><приемов ><(не ><дающий ><полной ><гарантии, ><но ><иногда ><полезный) ><– предлагать ><экспертам ><выявлять ><не ><только ><доводы ><в ><пользу ><рассматриваемого ><проекта, ><но ><и ><со­><провождать ><его ><обязательным ><указанием **><возможных ><отрицательных ><последствий**. *><В ><частности, ><в ><классификатор ><выходов ><(конечных ><продуктов) ><любой ><системы ><помимо ><полезных ><продуктов ><обязательно ><должны ><быть ><включены ><отходы.>>*

С другой стороны, невозможность ><доведения ><декомпозиции ><до ><получения ><элементарного ><фрагмента, ><которая ><либо ><эвристически ><констатируется ><экс­><пертом ><на ><ранних ><стадиях ><анализа, ><либо ><об­><наруживается ><в ><виде «><затягивания» ><анали­><за ><по ><данной ><ветви, ><является ><не ><отрицатель­><ным, ><а ><также ><положительным ><результатом. ><Хотя ><при ><этом ><сложность ><не ><ликвидирует­><ся ><полностью, ><но ><ее ><сфера ><сужается, ><обна­><руживается ><и ><локализуется ><истинная ><при­><чина >< >< ><этой >< >< ><сложности. >< >< ><Знание >< >< ><о >< >< ><том, >< >< **><что ><именно ><мы ><не ><знаем, ><быть ><может, ><не ><менее ><важно, ><чем ><само ><позитивное ><знание**. ><Правда, ><вокруг ><таких ><результатов ><часто ><возникает ><атмосфера ><не><приятия. ><Даже ><физики, ><говоря «><отрицательный ><результат ><— ><тоже ><результат», ><чаще ><желают ><просто ><утешить ><коллегу-неудачника, ><а ><сам ><отрицательный ><результат ><стараются ><обходить ><стороной. ><><Однако ><если ><в ><науке **><сложность ><из-за ><непонимания** ><расценивается ><как ><временно ><неустранимое ><и ><терпимое ><явление, ><то ><в ><управлении ><(т.е. ><в ><деловых, ><административных, ><политических ><вопросах) ><она ><часто ><воспринимается ><как ><неприемлемый ><вариант, ><ведущий ><к ><недопустимой ><отсрочке ><решения. ><Не ><потому ><ли ><именно ><в ><управлении ><нередко ><прибегают ><к ><интуитивным ><и ><волевым ><решениям? ><И ><не ><из-><за ><отрицательного ><ли ><(в ><целом) ><опыта ><таких ><решений ><в ><последнее ><время ><наблюдается ><быстрое ><сближение ><образа ><мышления ><управленцев ><и ><ученых, ><повышение ><роли ><научных ><методов ><в ><управлении?>

<Итак, ><если ><рассматривать ><анализ ><как ><способ ><преодоления ><сложности, ><то ><полное ><сведение ><сложного ><к ><простому ><возможно ><лишь ><в ><случае ><слож­><ности ><из-за ><неинформированности; ><в ><случае ><сложности ><из-за ><непонима­><ния ><анализ ><не ><ликвидирует ><сложность, ><но ><локализует ><ее, ><позволяет ><опре­><делить, ><каких ><именно ><сведений ><нам ><не ><хватает. С этой точки зрения><С этой точки зрения ><можно ><сказать, ><что ><метод ><декомпозиции ><не ><дает ><новых ><знаний, ><а ><лишь «><вытягивает» ><знания ><из ><экспертов, ><структурирует ><и ><орга­><низует ><их, ><обнажая ><возможную ><нехватку ><знаний ><в ><виде «><дыр» ><в ><этой ><структуре. ><Дело ><в ><том, ><что ><в ><действительности ><не ><только ><обнаружение ><нехватки ><конкретных ><знаний ><все-таки ><является ><новым ><знанием ><(раньше ><нам ><было ><неизвестно, ><что ><именно ><мы ><не ><знали), ><но ><и ><по-иному ><скомби­><нированные ><фрагменты ><старых ><знаний ><также ><обладают ><новыми ><качест­><вами.

>

1. **Агрегирование**

**3.1. Эмерджентность**

**Агрегирование** – основная операция синтеза, которая заключается в представлении частей единым целым - **агрегатом.** Общее свойство агрегатов – **эмерджентность** – заключается в том, что при объединении частей в единое целое возникает нечто качественно новое, чего не существовало без этого объединения. <Будучи ><объединенными, ><взаимодействующие ><элементы ><образуют ><систему, ><которая ><обладает ><не ><только ><внешней ><целостностью, ><обособленностью ><от ><окружающей ><среды, ><но ><и ><внутренней ><целостностью, ><природным ><единством. **><><Внешняя ><целостность** ><отображается ><моделью «><черного ><ящика»><><><, **><><внутренняя ><целостность** ><свя­><зана ><со ><структурой ><системы><><><. ><Наиболее ><яркое ><проявление > <внутренней ><целостности ><системы ><состоит ><в ><том, ><что ><свойства ><системы ><не ><являются ><только ><суммой ><свойств ><ее ><составных ><частей. ><Система ><есть ><нечто ><большее, т.к. >< ><в ><целом ><обладает ><такими ><свойствами, ><которых ><нет ><ни ><у ><одной ><из ><ее ><частей, ><взятой ><в ><отдельности. ><Модель ><структуры ><подчеркивает ><главным ><образом ><связанность ><элементов, ><их ><взаимодейст­><вие. ><Мы ><же ><стремимся ><сейчас ><сделать ><акцент ><на ><том, ><что **><при ><объедине­><нии ><частей ><в ><целое ><возникает ><нечто ><качественно ><новое, ><такое, ><чего ><не ><было ><и ><не ><могло ><быть ><без ><этого ><объединения. *>****<Красивый ><пример ><проявления ><этого ><свойства ><приводит ><М. ><Арбиб* ><[2] *><. ><Пусть ><имеется ><некоторый ><цифровой ><автомат ><S, ><преобразующий ><любое ><целое ><число ><на ><его ><входе ><в ><число, ><на ><единицу ><большее ><входного ><(рисунок 5 >, ><а). ><Если ><соединить ><два ><таких ><автомата ><последовательно ><в ><коль­><цо ><(рисунок 5 >, ><б), ><то ><в ><полученной ><системе ><обнаружится ><новое ><свойство: ><она ><генерирует ><возрастающие ><последовательности ><на ><выходах ><А ><и ><В, ><причем ><одна ><из ><этих ><последовательностей ><состоит ><только ><из ><четных, ><дру­><гая ><— ><только ><из ><нечетных ><чисел.*

*S*

*n*

*n+*1

*A*

*B*

*S*

*S*

*n*

*n+*1

*S*

*S*

а)

б)

в)

Рисунок 5 – Иллюстрация внутренней целостности систем (свойства эмерджентности)

>

Кибернетик ><У. ><Эшби ><показал, ><что ><у ><системы ><тем ><больше ><возможнос­><тей ><в ><выборе ><поведения, ><чем ><сильнее ><степень ><согласованности ><поведения ><ее ><частей ><[3><><]. Новые качества системы определяются в значительной степени характером связей между частями и могут варьироваться в широком диапазоне – от полного согласования до полной рассогласованности.

**3.2. Основные виды агрегирования**

<Как ><и ><в ><случае ><декомпозиции, ><><техника ><агрегирования ><осно­><вана ><на ><использовании ><определенных ><моделей ><исследуемой ><или ><проекти­><руемой ><системы. ><Именно ><избранные ><нами ><модели ><жестко ><определяют, ><какие ><части ><должны ><войти ><в ><состав ><системы ><(модель ><состава><) ><и ><как ><они ><должны ><быть ><связаны ><между ><собой ><(модель ><структуры><). ><Разные ><условия ><и ><цели ><агрегирования ><приводят ><к ><необходимости ><использовать ><разные ><модели, ><что ><в ><свою ><очередь ><определяет ><как ><тип ><окончательного ><агрегата, ><так ><и ><технику ><его ><построения. ><В ><самом ><общем ><виде **><агрегирование ><можно ><определить ><как ><установление ><отношений ><на ><заданном ><множестве ><элементов**. ><Благодаря ><значи­><тельной ><свободе ><выбора ><в ><том, ><что ><именно ><рассматривается ><в ><качестве ><элемента, ><как ><образуется ><множество ><элементов ><и ><какие ><отношения ><устанавливаются ><(т.е. ><выявляются ><или ><навязываются) ><на ><этом ><мно><жестве, ><получается ><весьма ><обширное ><количественно ><и ><разнообразное ><качественно ><множество ><задач ><агрегирования. ><Отметим ><здесь ><лишь ><основные ><агрегаты, ><типичные ><для ><системного ><анализа: **><конфигуратор, ><агрегаты-операторы ><и ><агрегаты-структуры.>**

Потребность в **агрегате-<конфигураторе** связана с тем, что ><всякое ><действительно ><сложное ><явление ><требует ><разностороннего, ><многопланового ><описания, **><рассмотрения ><с ><различных ><точек ><зрения**. ><Только ><совместное ><(агрегированное) ><описание ><в ><терминах ><нескольких <качественно ><различающихся ><языков ><позволяет ><охарактеризовать ><явление ><с ><достаточной ><пол­><нотой. *><Например, ><автомобильная ><катастрофа ><должна ><рассматриваться ><не ><только ><как ><физическое ><явление, ><вызванное ><механическими ><причинами ><(техническим ><состоянием ><автомобиля ><и ><дорожного ><покрытия, ><силами ><инерции, ><трения, ><ударов ><и ><т.д.), ><но ><и ><как ><явление ><медицинского, ><социального, ><экономического, ><юридического ><характера. ><Даже ><движение ><планет ><имеет ><не ><только ><механические ><аспекты, ><но ><и ><социальные, ><- ><вспомним, ><какие ><потрясения ><вызвал ><переход ><от ><геоцентрического ><к ><гелио><центрическому ><описанию ><этого ><движения. ><В ><реальной ><жизни ><не ><бывает ><проблем ><чисто ><физических, ><химических, ><экономических, ><общественных ><или ><даже ><системных ><- ><эти ><термины ><обозначают ><не ><саму ><проблему, ><а ><выбранную ><точку ><зрения ><на ><нее.* ><По ><образному ><выражению ><писателя-фантаста ><П. ><Андерсона, **><проблема, ><сколь ><бы ><сложной ><она ><ни ><была, ><ста­><нет ><еще ><сложнее, ><если ><на ><нее ><правильно ><по><смотреть**.>>

<Эта ><многоплановость ><реальной ><жизни ><имеет ><важные ><последствия ><для ><системного ><анализа. ><С ><одной ><стороны, ><системный ><анализ ><имеет **><междисциплинарный ><характер**. ><Системный ><аналитик ><готов ><вовлечь ><в ><исследование ><системы ><данные ><из ><любой ><отрасли ><знаний, ><привлечь ><эксперта ><любой ><специальности, ><если ><этого ><потребуют ><интересы ><дела. ><С ><другой ><стороны, ><перед ><ним ><встает ><неизбежный ><вопрос ><о **><допустимой ><минимизации ><описания ><явления**. ><Однако ><если ><при ><декомпозиции ><этот ><вопрос ><решался ><компромиссно ><с ><помощью ><поня­><тия ><существенности, ><что ><давало ><некоторую ><свободу ><выбора, ><сопровождаемую ><риском ><недостаточной ><полноты ><или ><излишней ><под­><робности><><, ><то ><при ><агрегирова­><нии ><этот ><вопрос ><обостряется:

1. **Р><иск ><непол­><ноты ><становится ><почти ><недопустимым**, ><по­><скольку ><при ><неполноте ><речь ><может ><идти ><вообще ><не ><о ><том, ><что ><мы ><имеем ><в ><виду;
2. **><><><Риск ><переопределения** ><связан ><с ><большими ><излишними ><затра­><тами.

><Приведенные ><соображения ><приводят ><к ><понятию **><агрегата, ><состоящего ><из ><качественно ><различных ><языков ><описания ><системы ><и ><обладающего ><тем ><свойством, ><что ><число ><этих ><языков ><минимально, ><но ><необходимо ><для ><за­><данной ><цели**. ><Следуя ><В.А. ><Лефевру ><[4], ><будем ><называть ><такой ><агрегат **конфигуратором><КонКОР.** *Например, конфигуратором ><для ><задания ><любой ><точки ><n><-мерного ><пространства ><является ><совокупность ><ее ><координат. ><Обратим ><внимание ><на ><эквивалентность ><разных ><систем ><координат ><(разных ><конфигураторов) ><и ><на ><предпочтительность ><ортогональных ><систем, ><дающих ><независимое ><описание ><на ><каждом «><языке» ><конфигуратора. Другой пример, в >Другойв ><радиотехнике ><для ><одного ><и ><того ><же ><прибора ><ис­><пользуется ><конфигуратор: ><блок-схема, ><принципиальная ><схема, ><монтажная ><схема. ><Блок-схема ><может ><определяться ><теми ><технологическими ><единицами, ><которые ><выпускаются ><промышленностью, ><и ><тогда ><прибор ><членится ><на ><такие ><единицы. ><Принципиальная ><схема ><предполагает ><совершенно ><иное ><расчленение: ><она ><должна ><объяснить ><функционирование ><этого ><прибора. ><На ><ней ><выделены ><функциональные ><единицы, ><которые ><могут ><не ><иметь ><пространственно ><локализованных ><аналогов. ><Приборы ><могут ><иметь ><различные ><блок-схемы ><и ><одинаковые ><принципиальные ><схемы, ><и ><наоборот. ><Наконец, ><монтажная ><схема ><является ><результатом ><расчленения ><прибора ><в ><зависимости ><от ><геометрии ><объема, ><в ><пределах ><которого ><производится ><его ><монтаж.* ><Подчеркнем><><><, ><что ><главное ><в ><конфигураторе ><не ><то, ><что ><анализ ><объекта ><должен ><производиться ><на ><каждом ><языке ><конфигу<ратора ><отдельно ><(это ><разумеется ><само ><собой), ><а ><то, ><что **><синтез, ><проек­><тирование, ><производство ><и ><эксплуатация ><прибора ><возможны ><только ><при ><наличии ><всех ><трех ><его ><описаний.** ><Однако ><этот ><пример ><дает ><возможность ><подчеркнуть ><еще ><и **><зависимость ><конфигуратора ><от ><поставленных ><целей**. *><Например, ><если ><кроме ><целей ><производства ><мы ><будем ><преследовать ><и ><цели ><сбыта, ><то ><в ><конфигуратор ><радиоаппаратуры ><придется ><включить ><и ><язык ><рекламы, ><позволяющий ><описать ><внешний ><вид ><и ><другие ><потреби­><тельские ><качества ><прибора.>>*

>

Потребность в **агрегате-операторе** возникает в ><ситуациях, ><требующих ><агрегирования многочисленной><многочисленной ><совокупности ><данных, которая><которая ><плохо ><обозрима и с которой >><труд­><но «><работать». ><><В ><данном ><случае ><на ><первый ><план ><выступает ><такая ><особенность ><агрегирования, ><как **><уменьшение ><размерности**: ><агрегат ><объединяет ><части ><в ><нечто ><целое, ><единое, ><отдельное. Агрегаты-операторы могут представлять собой классификацию, функцию, статистику. Помимо выигрыша, ради которого создается агрегат-оператор существуют «ловушки», отметим ><основные ><из ><них:>

1. Агрегирование ><представляет ><собой ><выбор ><определенной ><модели ><системы, ><причем ><с ><этим ><выбором ><связаны ><непростые **><проблемы ><адекватности,** в частности, выбор признака, в соответствии с которым оценивается адекватность;><..>юю.
2. ><Агрегирование ><является ><необратимым ><преобразованием ><(например, ><по ><сумме ><нельзя ><восстановить ><слагаемые), ><что ><в ><общем ><случае ><и ><приводит ><к **><потерям информации**><.

Проиллюстрируем проблемы «ловушек» на примере **классификации.**

**Классификация** является агрегатом-оператором, который реализует п><ппростейший ><способ ><агрегирования ><–><– ><установление **><отноше­><ния ><эквивалентности ><между ><агрегируемыми ><элементами, ><т.е. ><образова­><ния ><классов**. ><Это ><позволяет ><говорить ><не ><только ><о ><классе ><в ><целом, ><но ><и ><о ><каждом ><его ><элементе ><в ><отдельности. ><><Классификация ><является ><очень ><важным, >><многофункциональным, ><многосторонним ><явлением ><в ><человеческой ><практике ><вообще ><и ><в ><системном ><анализе ><в ><частности. ><С ><практической ><точки ><зрения ><одной ><из ><важнейших ><является ><проблема **><определения** класса, ><к ><которому > ><относится ><данный ><конкретный ><элемент. ><Например, если ><признак ><принадлежности ><к ><классу ><является ><непосредственно ><наблюдаемым, ><то ><кажется, ><что ><особых ><трудностей ><классификации ><нет. ><Однако ><и ><в ><этих ><случаях ><на ><практике ><возникает ><вопрос **><однозначности и ><надежности** (><правильности) ><классификации. *><Например, ><разложить ><окрашенные ><куски ><картона ><по ><цветам ><— ><трудная ><задача ><даже ><для ><ученых-психологов: ><от­><нести ><ли ><оранжевый ><кусок ><к «><красным» ><или «><желтым», ><если ><между ><ни­><ми ><нет ><других ><классов? По ><одежде ><военных ><можно ><определить ><не ><толь­><ко ><к ><какому ><государству ><они ><принадлежат, ><но ><и ><в ><каком ><роде ><войск <служат, ><в ><каком ><чине ><состоят ><и ><т.д. ><Но ><эту ><четкость ><и ><однозначность ><враг ><может ><использовать, ><переодевая ><своих ><диверсантов ><в ><форму ><про­><тивника, ><и ><тогда ><распознавание ><«своих» ><от ><«чужих» должно ><осуществляться ><с ><помощью ><других ><признаков.*

<Сложности ><классификации ><резко ><возрастают, ><если **><признак ><классификации ><не ><наблюдается ><непосредственно**, ><а ><сам ><является ><агрегатом ><косвенных ><признаков. *><Типичным ><примером ><является ><диагностика ><заболевания ><по ><результатам ><анамнеза: ><диагноз ><болезни ><(ее ><название ><есть ><имя ><класса) ><представляет ><собой ><агрегат ><большой ><совокупности ><ее ><симптомов ><и ><характеристик ><состояния ><организма.* ><Если ><классификация ><имеет ><природный ><характер, ><то ><агрегирование ><косвенных ><признаков ><может ><рассматриваться ><как ><обнаружение ><закономерностей ><в ><таблицах ><экспериментальных ><данных><><, ><т.е. ><как ><поиск ><устойчивых, ><достаточно ><часто ><повторяющихся ><в ><обучающей ><выборке ><«сцеплений» ><признаков><. ><При ><этом **><><метод ><перебора ><вариантов** ><— ><самый ><очевидный, ><простой ><и ><надежный ><способ ><поиска ><решения. ><Несмотря ><на ><трудоемкость, ><его ><нередко ><с ><успехом ><при­><меняют. Например, ><Т. ><Эдисон ><утверждал, ><что ><перебор ><— ><его ><основной ><метод ><изобре­><тательской ><деятельности ><(хотя, ><скорее ><всего, ><это ><была ><шутка). Очевидно, что у><><ууспех этого метода ><в ><значитель­><ной ><степени ><зависит ><от ><того, ><удастся ><ли ><найти ><метод ><сокращения ><перебора, ><приводящий ><к ><"хорошим" ><решениям, ><и ><разработке ><таких ><методов ><посвящено ><значительное ><количество ><исследований.

>Формирование **<агрегатов-структур** является важнейшей задачей на этапе ><синтеза><>. ><К ><тому, ><что ><о ><моделях ><структур ><уже ><было ><сказано (см. Лекции 4,5)><><, ><можно ><добавить ><следующее. ><Как ><и ><любой ><вид ><агрегата, ><структура ><является ><моделью ><системы ><и, ><следовательно, ><определяется ><тройственной ><совокупностью: ><объекта, ><цели ><и ><средств ><(в ><том ><числе ><среды) ><моделирования><><. ><Это ><и ><объясняет ><многообразие ><типов ><структур ><(сети, ><матрицы, ><деревья ><и ><т.д.), ><возникающих ><при ><выявлении, ><описании ><структур ><(познавательные ><мо><дели><). ><При ><синтезе ><мы ><создаем, ><определяем, ><навязываем ><структуру ><буду><щей, ><проектируемой ><систем><е ><(прагматические ><модели><). ><Если ><это ><не ><абстрактная, ><а ><реальная ><система, ><то ><в ><ней ><вполне ><реально ><(т.е. ><независимо ><от ><нашего ><желания) ><возникнут, ><установятся ><и ><начнут ><«ра­><ботать» ><не ><только ><те ><связи, ><которые ><мы ><спроектировали, ><но ><и ><множество ><других, ><не ><предусмотренных ><нами, ><вытекающих ><из ><самой ><природы ><све­><денных ><в ><одну ><систему ><элементов. ><Поэтому, ><при ><проектировании ><сис­><темы ><важно ><задать ><ее ><структуры ><во ><всех ><существенных ><отношениях, ><так ><как ><в ><остальных ><отношениях ><структуры ><сложатся ><сами, ><стихийным ><обра­><зом ><(конечно, ><не ><совсем ><независимо ><от ><установленных ><и ><поддерживае­><мых ><проектных ><структур). ><Совокупность ><всех ><существенных ><отношений ><определяется ><конфигуратором ><системы, ><и ><отсюда ><вытекает, ><что ><проект ><любой ><системы ><должен ><содержать ><разработку ><стольких ><структур, ><сколь­><ко ><языков ><включено ><в ><ее ><конфигуратор. *><Например, ><проект ><организационной ><системы ><должен ><содержать ><структуры ><распределения ><власти, ><распределения ><ответственности ><и ><распределения ><информации>.* ><Подчеркнем, ><что, ><хотя ><эти ><структуры ><могут ><весьма ><сильно ><отли­><чаться ><топологически ><(например, ><структура ><подчиненности ><иерархична, ><а ><функционирование ><организовано ><по ><матричной ><структуре), ><они ><лишь ><с ><разных ><сторон ><описывают ><одну ><и ><ту ><же ><систему ><и, ><следовательно, ><не ><могут ><быть ><не ><связанными ><между ><собой. >

<Хотя ><можно ><перечислить, ><казалось ><бы, ><все ><мыслимые ><структуры ><как ><частные ><случаи ><полного ><графа, ><некоторые ><явления ><природы ><наводят ><на ><мысль, ><что ><и ><в ><этом ><вопросе ><не ><следует ><спешить ><с ><окончательными ><выводами. ><Отдельные ><особенности ><живых ><организмов, ><экономических ><и ><социальных ><систем ><заставляют ><предположить, ><что ><даже ><сложнейшие ><существующие ><модели ><структурной ><организации ><в ><чем-то ><слишком ><просты. *><Очевидным ><примером ><нерешенной ><задачи ><организации ><системы ><является ><работа ><человеческого ><мозга, ><хотя ><точно ><известно, ><что ><он ><со­><стоит ><из ><10><10>< ><нейронов, ><каждый ><из ><которых ><имеет ><10><2>< ><— ><10><3>< ><нервных ><окончаний ><и ><может ><находиться ><лишь ><в ><одном ><из ><двух ><состояний. В этой связи можно отметить все ><возрастающее ><внимание, которое в< ><современных ><системных ><науках >< ><уделяется ><одному ><из ><специфических ><видов ><структур ><— ><так ><называемым ><семантическим ><сетям. ><Начало ><их ><исследованию ><и ><применению ><положил ><в ><60-х ><годах ><Д.А. ><Поспелов ><в ><развиваемом ><им ><и ><поныне ><ситуационном ><управлении* ><[5] *><. ><В ><настоящее ><время ><исследование ><таких ><сетей ><с ><разных ><позиций ><ведется ><во ><многих ><научных ><коллективах, ><поскольку ><логико-лингвистические ><модели ><(иное ><название ><семантических ><сетей) ><оказались ><в ><центре ><всех ><событий, ><происходящих ><в ><искусственном ><интеллекте ><и <его ><приложениях. ><Такое ><положение ><вызвано ><тем, ><что ><указанные ><модели ><отображают ><структуру ><человеческих ><знаний, ><выражаемых ><на ><естествен­><ном ><языке, ><причем ><это ><отображение ><может ><быть ><осуществлено ><средствами ><ЭВМ.>>*

><Другие ><интересные ><примеры, ><показывающие, ><что ><существуют ><реальные ><системы, ><структуру ><которых ><не ><охватывает ><современная ><теория ><управления, ><приводил ><в ><одном ><из ><своих ><выступлений ><академик ><Дородницын. *><Так, ><долгое ><время ><считалось, ><что ><у ><тропических ><ящериц-гекконов ><способность ><бегать ><по ><стенам ><и ><потолку ><обеспечивается ><микроскопическими ><присосками ><на ><лапках. ><Когда ><же ><обнаружилось, ><что ><геккон ><не ><может ><бегать ><по ><полированному ><стеклу, ><выяснилось, ><что ><никаких ><присосок ><нет, ><а ><есть ><многие ><тысячи ><мельчайших ><волосков, ><которые ><со ><всех ><сторон ><*«*обжимают», ><а ><в ><нужный ><момент ><*«*отпускают» ><малейшие ><шероховатости ><поверхности ><стены ><или ><потолка. ><В ><процессе ><погони ><за ><мухой ><каждому ><волоску-щупу ><нужно ><отдать ><верную ><команду ><в ><подходящий ><момент! ><Ясно, ><что ><централизованная ><система ><с ><этим ><не ><справится, ><но ><как ><тогда ><синхронизируется ><нецентрализованное ><управление? ><Не ><менее ><поразителен ><и ><другой ><пример. ><Многие ><(головоногие) ><спо­><собны ><менять ><свою ><окраску, ><отождествляя ><ее ><с ><фоном. ><Так, ><если ><только ><что ><пойманного ><осьминога ><положить ><на ><газету, ><то ><на ><его ><теле ><выступят ><полоски, ><имитирующие ><строчки, ><а ><в ><крупных ><заголовках ><можно ><даже ><различить ><некоторые ><буквы. ><Оказалось, ><что ><окраска ><осьминога ><зависит ><от ><того, ><насколько ><растянуты ><микроскопические ><упругие ><шарики, ><рас­><пределенные ><по ><всему ><его ><телу. ><*«*Цвет*» *><шарика ><определяется ><той ><длиной ><волны, ><до ><размеров ><которой ><он ><растянут. ><Но ><ведь ><каждый ><шарик ><должен ><*«*знать», ><до ><какой ><длины ><ему ><растянуться, ><чтобы ><создать ><свой ><фрагмент ><в ><общей ><мозаике! ><Как ><осуществляется ><вся ><эта ><координация?>*

<Может ><быть, ><существуют ><еще ><не ><известные ><нам ><принципы ><самоорганизации? ><Может ><быть, ><имеется ><качественная, ><а ><не ><количественная ><раз­><ница ><между ><объединениями ><большого ><числа ><составляющих ><с ><малым ><и ><большим ><числом ><связей ><для ><каждой ><из ><них? ><Подобные ><вопросы ><пока ><остаются ><без ><ответа.>

**4. Заключение<ЗаЗЗ>**

<В ><данной лекции ><наиболее ><важными ><являются ><три ><момента. **><Первый>< ><— ><в ><алгоритмизации ><декомпозиции ><удалось ><продвинуться ><достаточно ><далеко**><. ><Важность ><этого ><связана ><с ><тем, ><что ><во ><многих ><практических ><случаях ><построение ><соответствующего ><дерева ><оказывается ><ключевым ><моментом ><во ><всем ><анализе. *><Например, ><деревья ><целей ><и ><деревья ><функций ><организационных ><систем ><используются* ><[6]><: *><для ><выяснения ><происхождения ><возникшей ><проблемы; ><для ><построе­><ния ><количественных ><моделей ><изучаемой ><системы; ><для ><решения ><таких ><задач ><управления, ><как ><распределение ><ресурсов ><и ><разработка ><стиму­><лов><; ><для ><последующего ><синтеза ><оргструктур ><и ><т.д.*

><В ><практике ><распространения ><системного ><подхода ><в ><отношении ><к ><де­><композиции ><существуют ><две ><крайности: ><эйфорическая ><и ><пессимисти­><ческая. ><Одни ><вполне ><удовлетворяются ><ясностью, ><которая ><открывается ><при ><построении ><соответствующего ><дерева декомпозиции, ><и ><полагают, ><что ><весь ><анализ, ><по ><существу, ><и ><сводится ><к ><такому ><построению. ><Другие, ><особенно ><специалисты, ><работающие ><на ><руководящих ><хозяйственных ><должностях, ><относятся ><к ><этому ><с ><априорной ><предубежденностью. ><Это, ><в ><частности, ><отчетливо ><наблюдается ><в ><ходе ><преподавания ><сис­><темного ><подхода ><на ><курсах ><повышения ><квалификации ><руководя­><щих ><работников. ><В ><своей ><работе ><руководитель, ><хочет ><он ><того ><или ><нет, ><осознанно ><или ><интуитивно, ><вынужден ><своевременно ><выявлять ><проблемы, ><формулировать ><цели, ><планировать ><способы ><их ><реализации, ><организовывать ><и ><контролировать ><исполнение ><планов, ><т.е. ><постоянно ><заниматься ><системной ><деятельностью. ><Достаточно ><успешно ><справляясь ><со ><своими ><обязанностями ><(иначе ><они ><и ><не ><были ><бы ><руководителями), ><они ><с ><явной ><долей ><скептицизма ><и ><иронии ><поначалу ><относятся ><к ><попыт­><кам ><учить ><их ><тому, ><что ><они ><«и ><так ><знают». *><Например, ><если ><показать ><результаты ><системной ><декомпозиции ><некоторой ><проблемы, ><знакомой ><><опытному ><руководителю, ><то ><он, ><как ><правило, ><говорит: ><"Все ><это ><пра><вильно, ><не ><спорю. ><Но ><я ><и ><без ><вашего ><анализа ><это ><знаю. ><И ><вообще ><— ><чем ><системный ><подход ><отличается ><от ><простого ><здравого ><смысла?".* ><Бес­><полезно ><говорить ><ему, ><что ><в ><этом ><вопросе ><проявляется **><недооценка ><различия ><между ><естественным, ><интуитивным ><уровнем ><системности ><любой ><деятельности ><и ><сознательной ><системностью ><более ><высокого ><уровня:** ><такая ><критика, ><как ><и ><любой ><«переход ><на ><личности», ><является ><неэффективным ><способом ><убеждения. *><Вместо ><этого ><был ><придуман ><такой ><прием. ><Группе ><руководителей ><производства, ><повышающих ><квалификацию, ><предлагалось, ><исходя ><из ><опыта ><и ><здравого ><смысла, ><структурировать, ><разбить ><некоторую ><задачу ><на ><необходимое ><и, ><по ><их ><мнению, ><достаточное ><число ><подзадач, ><решение ><которых ><должно ><обеспечить ><решение ><всей ><задачи. ><После ><этого ><та ><же ><задача ><структури­><ровалась ><по ><системной ><методике ><><и ><каждый ><раз ><оказывалось, ><что ><полностью ><эвристическая ><декомпозиция ><давала ><на ><25—30 ><% ><меньше ><составляющих, ><чем ><формализованная ><декомпозиция.* ><Специалисты ><убеждались ><(и ><это ><поражало ><их ><больше ><всего), ><что **><дело ><не ><в ><незнании ><ситуации** ><(недостающие ><компоненты ><также ><оказывались ><им ><знакомы), **><а ><в ><правильной ><организации ><имеющихся ><знаний**. ><После ><этого ><скептическое ><отношение ><рассеивалось. ><Вообще ><складывается ><впечатление, ><что ><люди, ><на ><деле ><сталкивающиеся ><с ><необходимостью ><решать ><сложные ><проблемы, ><острее ><других ><понимают ><и ><актив­><нее ><осваивают ><методы ><системного ><анализа.>

<Сделаем ><еще ><одно ><замечание ><по ><поводу ><алгоритмизации ><декомпозиции. ><Эта ><алгоритмизация ><требуется ><в ><связи ><с ><необходимостью ><структурировать ><«крупные» ><сложные ><объекты, ><анализ ><которых ><при­><водит ><к ><деревьям, ><содержащим ><многие ><десятки, ><а ><иногда ><тысячи ><фрагментов. ><Если ><для ><построения ><«маленького» ><дерева ><и ><для ><работы ><с ><ним ><обычно ><достаточно ><здравого ><смысла, ><то ><«крупное» ><дерево ><тре­><бует ><особой ><дисциплины ><в ><обращении ><с ><ним; ><такую ><дисциплину ><и ><обеспечивает ><алгоритм. ><Остается ><подчеркнуть, ><что **><системный ><анализ ><в ><современном ><понимании ><не ><сводится ><к ><декомпозиции ><проблемы; ><это ><важный, ><но ><промежу­><точный ><этап**. >**<Второй** ><существенный ><момент ><- ><введение ><><понятия ><внутренней ><целостности **><(эмерджентности**) ><системы. ><Рекомендуем ><обратить ><на ><него ><внимание, ><так ><как ><это ><понятие ><связано ><с ><самым ><важным, ><самым ><характерным ><свойством ><систем – когда при объединении частей в единое целое возникает качественно иное свойство, которого не было и не могло быть до этого объединения. ><**><Т><ретий** ><момент ><- ><это ><понятие **><конфигуратора,** ><т.е. ><совокуп­><ности ><качественно ><различающихся ><точек ><зрения ><на ><проблему, ><подле­><жащую ><разрешению. ><Здесь ><главным ><является ><предположение ><о ><том, ><что ><такая ><совокупность ><точек ><зрения, ><«языков» ><(в ><кавычках ><и ><без ><них) ><исчерпывающим ><образом ><позволяет ><описать ><систему ><и ><проблему. ><Естественно, **><речь ><идет ><не ><об ><абсолютной, ><безотносительной ><полноте, ><а ><о ><полноте, ><связанной ><с ><целью ><анализа**. ><К ><такой ><полноте ><следует ><стре­><миться ><в ><максимально ><возможной ><степени, ><а ><для ><ее ><обеспечения ><вводится ><понятие ><«проблематика», ><которое ><будет ><рассмотрено на следующей лекции><на .

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gharajedaghi J., Ackoff R.L. Toward systemic education of system scientists. System research , 1985, vol. №1, 21-27
2. Арбиб М. Метафизический мозг. – М.: Мир, 1976. – 480 с.: ил.
3. Эшби У.Р. Конструкция мозга. – М.: ИЛ, 1962 – 344 с.
4. Закревский А.Д. Логика распознавания. – Минск: Наука и техника, 1988. – 544 с.
5. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 448 с.: ил.
6. Перегудов Ф.И. и др. Системное проектирование АСУ хозяйством области. – М.: Статистика, 1977. – 512 с.: ил.

><><><><>>>