

Системный анализ

Тема 5. Методы системного анализа

Лектор: Захарова Александра Александровна

Д.Т.Н.

2020

Содержание

1. Базовая методология системного анализа
2. Системный анализ в управлении и ИС
3. Декомпозиция/композиция систем

Предмет системного анализа

Системный анализ, как часть общей науки о системах и системности, в отличие от таких ее направлений, как «общая теория систем» или «системная философия», **имеет четко выраженную прикладную направленность**. Он «заостряет внимание на **проблемах**, возникающих в промышленности и обществе, которые можно исследовать посредством приложений теории систем».

Системный анализ применяется для разрешения трудно формализуемых и слабо структурированных проблем. Например:

- низкая эффективность деятельности организационно-технологических объектов);
- слабое социально-экономическое развитие муниципального образования (города) или его отдельной сферы;
- наличие риска банкротства предприятия;
- низкая конкурентоспособность продукции и т.д.

Предмет системного анализа

Основная цель системного анализа — **исследование «проблемосодержащей» системы, анализ** причин ее возникновения и **синтез** системы мер для ликвидации проблемы.

Методы и модели системного анализа в первую очередь используются на ранних этапах проектирования или развития сложных систем - этапах концептуализации («анализ проблем», «предпроектное обследование», «эскизное проектирование», «этап научно-исследовательских работ» и т. д.).

К числу работ, выполняемых на этих этапах, относятся:

- выявление проблем (узких мест) в существующих системах,
- выявление целей, направлений проектирования или совершенствования систем,
- определение перспективных вариантов на разных уровнях,
- формирование комплексов задач управления и т. д.

Предмет системного анализа

«*С методической стороны* системный анализ отличается междисциплинарным и наддисциплинарным характером и вовлечением в работу:

- неформальных, эвристических, экспертных методов,
- эмпирических, экспериментальных методов,
- при возможности и необходимости, — строгих формальных математических методов».

Предмет системного анализа

Системный анализ:

- применяется для решения таких проблем, которые не могут быть поставлены и решены отдельными методами математики;
- использует не только формальные методы, но и методы качественного анализа («формализованный здравый смысл»), т.е. методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов (лиц, принимающих решения);
- объединяет разные методы с помощью единой методики;
- дает возможность объединить знания, суждения и интуицию специалистов различных областей знаний и обязывает их к определенной дисциплине мышления.

Предмет системного анализа

Основная особенность системного анализа заключается в том, что он ориентирует исследователя (проектировщика) не на то, чтобы он стремился предложить сразу окончательную модель объекта или процесса принятия решений (как это имеет место при математическом моделировании или в изобретательской деятельности), а на разработку методики, содержащей средства, позволяющие постепенно формировать модель, обосновывая ее адекватность на каждом шаге формирования с участием ЛПР:

- вначале при выборе элементной базы,
- затем – при формулировании целей и выборе критериев,
- далее – при выборе методов моделирования,
- при получении вариантов решения, из которых ЛПР выбирают лучший.

Принципы системного анализа

- 1. Принцип обобщения опытных данных,** это закон явлений, найденный из наблюдений. Поэтому их истинность связана только с фактом, а не с какими-либо домыслами.
- 2. Принцип оптимальности.** В ходе практического освоения научных достижений важно выбирать такие творческие решения, которые являются лучшими по комплексу показателей для заданных условий.
- 3. Принцип системности.** Подход к новому объекту как к комплексному объекту, представленному совокупностью взаимосвязанных частных элементов. Принцип системности охватывает все стороны объекта и предмета в пространстве и во времени.
- 4. Принцип иерархии.** Иерархические отношения имеют место во многих системах, для которых характерна как структурная, так и функциональная дифференциация, т.е. способность к реализации определенного круга функций.

Принципы системного анализа

5. Принцип интеграции. Интегративные свойства объекта появляются в результате совмещения элементов до целого, а также в ходе совмещения функций во времени и в пространстве.

6. Принцип формализации основан на использовании формального метода описания системы (например, математическими методами) и получении количественных и комплексных характеристик.

Системный подход – является теоретической и методологической основой системного анализа. Это подход к исследованию объекта (проблемы, явления, процесса) как к системе, в которой выделены элементы, внутренние и внешние связи, наиболее существенным образом влияющие на исследуемые результаты его функционирования, и цели каждого из элементов, исходя из общего предназначения объекта.

Этапы системного анализа

Имеется множество различных вариантов системной последовательности этапов, в частности регламенты, предложенные С.Л. Оптнером, С. Янгом, Э. Квейдом, Ю.И. Черняком, Л. Планкеттом и Г. Хейлом, Н.П. Федоренко, С.П. Никаноровым, коллективом томских ученых под руководством Ф.И. Перегудова.

Анализируя методики системного анализа, можно увидеть, что во всех методиках в той или иной форме представлены следующие этапы:

- выявление проблем и постановка целей;
- разработка вариантов и модели принятия решения;
- оценка альтернатив, поиск решения и его реализации;
- оценка эффективности решений и последствий их реализации;
- проектирование организации для достижения целей.

Этапы системного анализа

При этом в методиках этапы по-разному детализированы:

- в одних методиках основное внимание уделяется разработке и исследованию альтернатив принятия решений (Э. Квейд),
- в других — этапу обоснования цели и критериев, структурировании цели (Ю. И. Черняк, С. Янг).
- в третьих — наиболее важным является выбор решения (С. Оптнер),
- в четвертых — есть и этап управления процессом реализации уже принятого решения (Е. П. Голубков),
- а в наиболее полной методике Ю. И. Черняка особо предусмотрен этап проектирования организации для достижения цели.

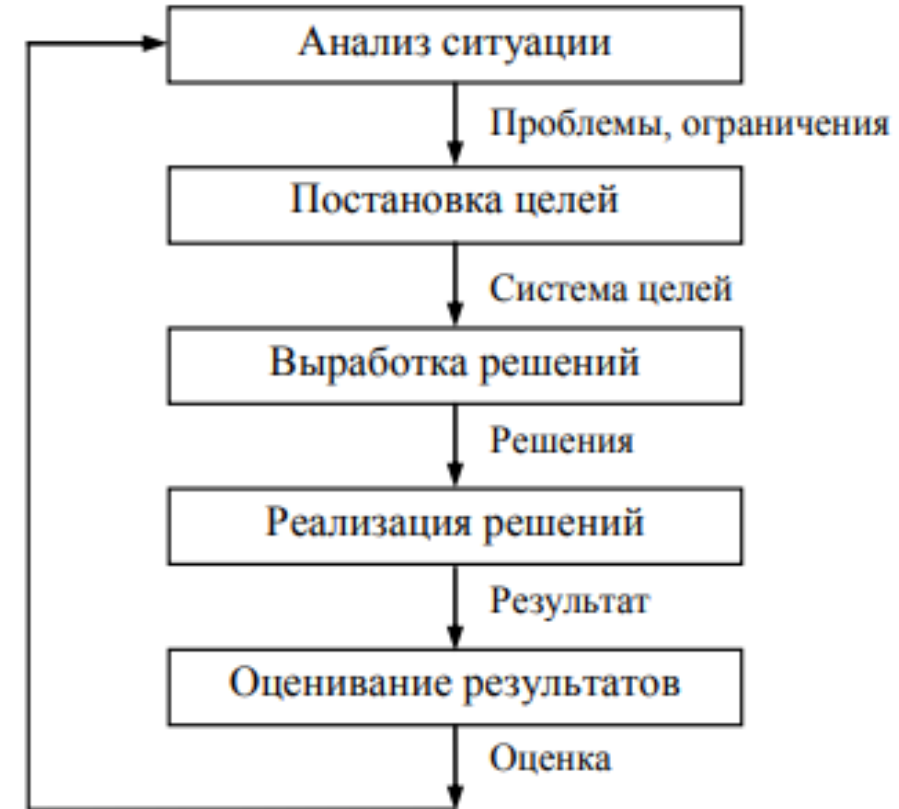
Этапы системного анализа

Еще вариант (укрупненно) :

- **постановка задачи** - грамотная постановка задачи обеспечивает 60–70 % успеха в получении результатов.;
- **структуризация системы** - локализовать границы системы и определить ее внешнюю среду; разбить ее на подсистемы в соответствии с поставленной задачей; определить существенные связи между ней и системами, выделенными во внешней среде, т.е. определить ее входы и выходы.;
- **построение и исследования модели** - задача построения определения математической модели системы называется задачей идентификации. Задача идентификации может быть сформулирована следующим образом: по результатам наблюдений над входными и выходными переменными системы должна быть построена оптимальная в – некотором смысле математическая модель..

Этапы системного анализа

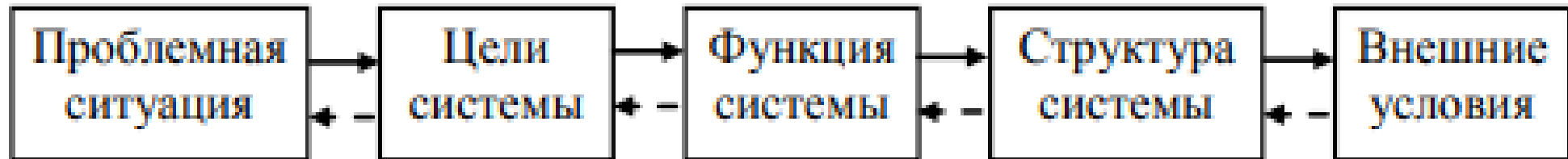
- 1) **анализ ситуации** — выявление проблемы, определение актуальности проблемы, анализ проблемы, выявление изменений, выявление причин)
- 2) **постановка целей** — формулирование целей, формирование критериев и ограничений;
- 3) **выработка решений** — разработка альтернатив, оценка и выбор альтернатив, согласование решений;
- 4) **реализация решений** — утверждение решений, подготовка к внедрению, управление процессом реализации;
- 5) **оценивание результатов** — оценка реализации и ее последствий, проверка эффективности.



Этапы системного анализа

Ряд авторов выделяют подэтапы для анализа (синтеза) отдельных составляющих сложной системы.

Например, в регламенте, предложенном коллективом томских ученых, в этап выработки решения включены последовательно подэтапы анализа функций системы, ее структуры и ресурсов (внешних условий), необходимых для разрешения проблемы, а в этап реализации – аналогичные подэтапы, но в обратном порядке



Последовательность проектирования и реализации системы:

— анализ; — —реализация

Этапы системного анализа

При анализе многоуровневых систем встает вопрос о выборе стратегии иерархического принятия решения. Различают следующие основные стратегии: «сверху – вниз», «снизу – вверх», «смешанная стратегия». Выбор наиболее предпочтительной стратегии решается в разных регламентах по-разному.

Встречается перестановка этапов анализа ситуации и постановки целей, так как нет однозначного понимания, что чему должно предшествовать.

Существует тенденция к снижению жесткости регламента. Например, предлагается по окончании любого этапа (подэтапа) осуществлять оценку результата его выполнения, по итогам которой может быть принято решение о повторном выполнении этапа с целью корректировки полученных решений или о возврате на предыдущие этапы.

Может быть выполнено несколько итераций для каждого из этапов.

Методика системного анализа

Методика системного анализа разрабатывается для того, чтобы организовать процесс принятия решений в сложных проблемных ситуациях. Она должна ориентировать ЛПР на необходимость обоснования полноты формирования и исследования модели принятия решения, адекватно отображающей рассматриваемый объект или процесс.

В реальных условиях выполнение отдельных этапов может занимать достаточно много времени. Поэтому для более четкого выполнения этапов возникает необходимость большей их детализации, деления этапов на подэтапы, и более четкого определения конечных результатов их выполнения.

Методика системного анализа

При разработке методики, ориентированной на исследование одной из задач всего процесса принятия решения, вначале выделить два крупных этапа, которые отделяют процесс собственно формирования модели от процедуры ее оценки и анализа, так как эти этапы обычно выполняются с использованием разных методов.

В обобщенном виде эти этапы можно назвать следующим образом.

1. Формирование первоначального варианта (вариантов) модели принятия решения (структуры целей, организационной структуры, сетевой или другого вида модели альтернативных вариантов решения и т.п.).

2. Оценка, анализ первоначального варианта (вариантов) модели принятия решений (структуры целей, организационной структуры и т.п.) и выбор наилучшего варианта (или корректировка первоначального варианта, если он был единственным).

Методика системного анализа

При разработке методики системного анализа прежде всего определить тип решаемой задачи (проблемы).

Если проблема охватывает несколько областей (выбор целей, совершенствование организационной структуры, организацию процесса принятия и реализации решений), то выделить в ней эти задачи, а разработку методики для каждой из них начинать с выделения двух рассмотренных выше крупных этапов.

Некоторые подэтапы в методике могут выполняться параллельно, и тогда методику удобно представлять в виде сетевой модели, т.е. в виде графических схем с последовательными и параллельными этапами.

Анализ ситуации

Цель данного этапа — выявление, формулирование проблемы.

Поскольку проблемой называется разрыв между желаемым и действительным состояниями, то для ее выявления необходимо описать существующую ситуацию и сравнить ее с «идеальной», т. е. с требованиями, стандартами, целями.

Требования могут выдвигаться различными заинтересованными сторонами — участниками проблемы (акторы, стейкхолдеры). К ним могут относиться субъекты, входящие как в проблемосодержащую систему, так и во внешнюю среду. (Например, при анализе положения дел в производственной системе необходимо проанализировать соответствие процессов требованиям со стороны клиентов, поставщиков, партнеров, вышестоящих организаций).

Анализ ситуации

Для выявления проблем полезно оценить уровень развития исследуемой системы в сравнении с аналогичными системами.

Например, при оценке уровня компании осуществляется сравнение показателей ее деятельности с показателями других фирм-лидеров, имеющих аналогичные процессы.

Метод улучшения текущей деятельности организации посредством изучения того, как другие выполняют похожие операции, называется **бенчмаркинг** (benchmarking). В его основе лежит сравнение ключевых бизнес-процессов компании с лучшими эквивалентными процессами.

Анализ ситуации

Важно проанализировать не только достигнутое текущее состояние исследуемой системы, но и **динамику изменения ее состояний**, установить **тенденции**, закономерности в функционировании системы на основе обобщения прошлого опыта. Исходной информацией для ретроспективного анализа являются данные об изменении основных показателей деятельности системы за определенный предшествующий период (по годам, кварталам, месяцам и т. д.).

Также на основе выявленных тенденций нужно спрогнозировать будущее развитие ситуации при условии, если не будут предприняты действия по ее изменению.

Анализ ситуации

Причинный (каузальный) анализ — используется для выявления причин возникновения текущей ситуации. В процессе анализа могут быть построены причинно-следственные цепочки или обратные сценарии, показывающие, какие условия могли привести к возникновению проблемы.

Для выявления закономерностей развития ситуации зачастую используются статистические методы, позволяющие определить наличие причинных связей между показателями, степень влияния показателей друг на друга и т. д. Этот вид анализа называется факторным.

Анализ ситуации

Анализ проблемосодержащей системы может осуществляться на разных уровнях абстрагирования.

Декомпозиция системы на составляющие и анализ отдельных подсистем (сравнительный, ретроспективный, причинный) помогает локализовать проблему.

При этом разложение системы может быть основано на выделении не только составных частей, но и различных аспектов, точек зрения на систему. Так, для производственных систем могут быть выделены: экономический аспект, технологический, организационный.

Конфигуратором называется «набор различных языков описания изучаемой системы, достаточный для проведения системного анализа данной проблемы». Он определяется природой проблемосодержащей и проблеморазрешающей систем

Постановка целей

На данном этапе определяется, к чему должно привести устранение проблемы. Если на этапе анализа определяется, что именно не устраивает в текущей ситуации, то здесь выявляется представление, что должно быть достигнуто.

При формировании целей необходимо учитывать закономерности целеобразования:

1. Расплывчатость, изменчивость целей. Как правило, первоначально цель формулируется очень расплывчато. По мере исследования проблемосодержащей системы, накопления информации цели постепенно уточняются, детализируются. Изначально цель должна определять только конечный результат, а не способ его достижения.

Например, цель «разработать информационную систему проверки пользовательского кредита для сокращения сроков обслуживания клиентов» содержит предположение, что темпы обслуживания могут быть увеличены только за счет автоматизации операции проверки. На самом деле, возможно, проверка вообще не нужна.

Постановка целей

Существует противоречие между сложностью точного описания целей и необходимостью оценки степени достижения целей при использовании того или иного решения.

Для конкретизации целей используют **критерии** — измеримые индикаторы. Критерии позволяют сравнивать альтернативные варианты достижения целей, упорядочивать их по степени предпочтительности. После того как решение уже будет выбрано, плановые значения критериев могут использоваться для контроля хода выполнения решения и оценки того, достигнута ли цель.

Например, цель «повысить качество продукции» может быть конкретизирована с помощью критериев «срок годности», «ремонтпригодность», «безопасность» и др.

Постановка целей

2. Множественность целей. Как правило, одна единственная цель не может дать представление о желаемом будущем. Даже если и формулируется глобальная цель, она должна быть конкретизирована через подчиненные цели.

Причины множественности целей:

- множественность проблем
- разнообразии интересов заинтересованных сторон, связанных с решаемой проблемой.

Постановка целей

3. Взаимовлияние целей. Множественность целей приводит к необходимости учитывать их взаимное влияние. Взаимоотношения между целями могут быть различными:

- одни цели могут являться подцелями, т. е. средствами решения других, более общих целей. Этот подход лежит в основе методологий построения деревьев целей.
- цели могут как противоречить друг другу, так и, наоборот, усиливать друг друга, обеспечивать эффект эмерджентности. В случае конфликтности целей необходимо их согласование, нахождение компромисса, установление приоритетов.

Выработка решений

Данный этап является наиболее сложным и «творческим». Необходимо:

- сгенерировать возможные альтернативные варианты достижения целей,
- выполнить сравнение и оценку вариантов и
- выбрать оптимальный вариант, обеспечивающий наилучшие значения критериев и удовлетворяющий ограничениям.

Наибольшую трудность представляет **генерирование альтернатив**.

- логический поиск, в частности выстраивание причинно-следственных цепочек, связывающих решения с целями. Данный подход используется в методологиях деревьев целей, анализа иерархий и др.
- методы композиции, например, метод морфологического анализа.
- методы активизации мышления, позволяющие экспертам формировать новые неожиданные решения, которые невозможно сгенерировать комбинаторными или логическими методами.

Выработка решений

Для оценки альтернатив и выбора оптимальных вариантов существует множество методов — от формальных (например, методов математического программирования, методов исследования операций) до экспертных.

В случае, когда выбор осуществляется не одним лицом, а группой лиц, возникает проблема согласования индивидуальных предпочтений. Для ее решения разработаны различные методы группового выбора — принцип де Кондорсе, принцип Курно, принцип Парето и др..

Реализация решений и оценивание результатов

- разработать нормативно-правовое обеспечения, организационное (система управление), финансовое обеспечение решения;
- разработать план мероприятий по внедрению решений с учетом имеющихся ресурсов и сроков внедрения.
- Управление рисками
- мониторинг

Содержание

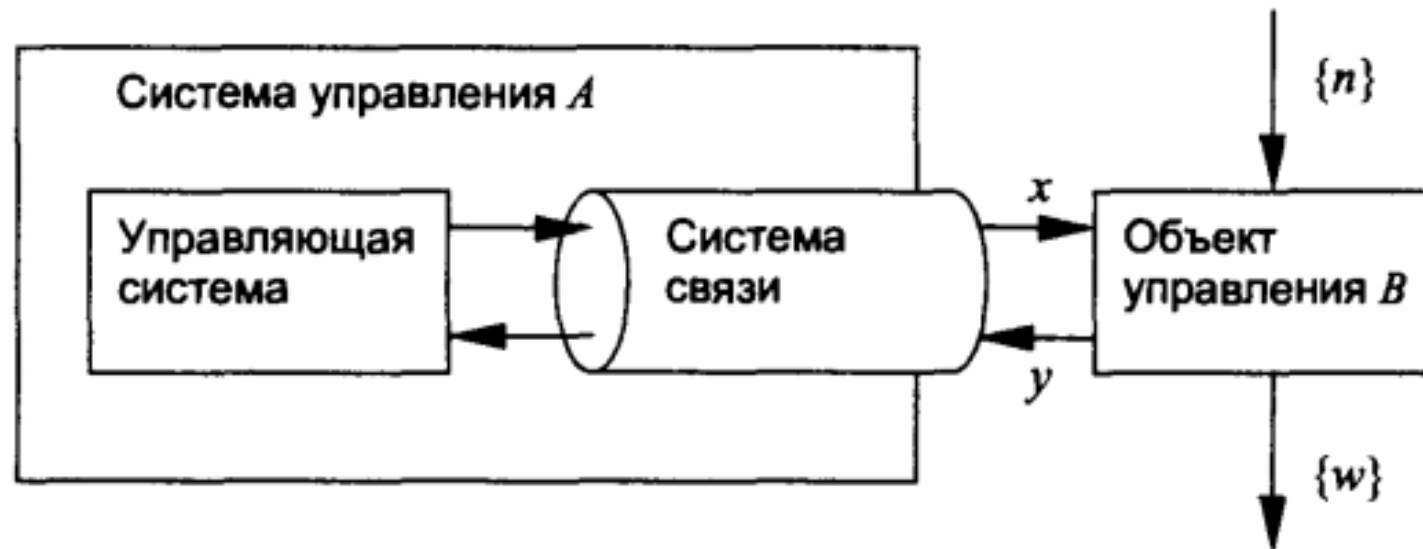
1. Базовая методология системного анализа
2. Системный анализ в управлении и ИС
3. Декомпозиция/композиция систем

Система с управлением

Система с управлением включает три подсистемы:

- управляющую систему (УС),
- объект управления (ОУ) В и
- систему связи (СС).

Системы с управлением, или целенаправленные, называются **кибернетическими**.



Система с управлением

Управляющая система+система связи = система управления (СУ) А.

Основным элементом организационно-технических СУ является **лицо, принимающее решение (ЛПР)** - индивидуум или группа индивидуумов, имеющих право принимать окончательные решения по выбору одного из нескольких управляющих воздействий.

Система связи включает:

- канал прямой связи, по которому передается входная информация - множество $\{x\}$, включающее командную информацию $\{u\}$
- канал обратной связи, по которому передается информация о состоянии ОУ - множество выходной информации $\{y\}$.

Система с управлением

Переменные:

- $\{n\}$ – воздействие окружающей среды (различного рода помехи)
- $\{w\}$ - показатели, характеризующие качество и эффективность функционирования подсистемы В. Являются подмножеством информации о состоянии ОУ $\{y\}$.

В процессе анализа систем каждая характеристика y_j должна рассматриваться как потенциальная кандидатура на роль показателя.

Показатель эффективности характеризует процесс (алгоритм) и эффект от функционирования системы,

Показатели качества - пригодность системы для использования ее по назначению.

Цикл управления

Основными группами функций системы управления являются:

- функции принятия решений - функции преобразования содержания информации $\{f_c\}$;
- рутинные функции обработки информации $\{f_p\}$;
- функции обмена информацией $\{f_o\}$.

Цикл управления

Функции принятия решений выражаются в создании новой информации в ходе анализа, планирования (прогнозирования) и оперативного управления (регулирования, координации действий).

Это связано с преобразованием содержания информации о состоянии ОУ и внешней среды в управляющую информацию при решении логических задач и выполнении аналитических расчетов, проводимых ЛПР при порождении и выборе альтернатив.

Эта группа функций является главной, поскольку обеспечивает выработку информационных воздействий по удержанию в существующем положении или при переводе системы в новое состояние. Без автоматизации этой функции ИС не может считаться полноценной.

Цикл управления

Функции $\{f_p\}$ охватывают учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации и т.д. Эта группа функций преобразования информации не изменяет ее смысл, т.е. это рутинные функции, не связанные с содержательной обработкой информации.

Группа функций $\{f_o\}$. связана с доведением выработанных воздействий до ОУ и обменом информацией между ЛПР (ограничение доступа, получение (сбор), передача информации по управлению в текстовой, графической, табличной и иных формах по телефону, системам передачи данных и т.д.).

Совокупность функций управления, выполняемых в системе при изменении среды, принято называть **циклом управления**.

Цикл управления

Функции $\{f_p\}$ охватывают учет, контроль, хранение, поиск, отображение, тиражирование, преобразование формы информации и т.д. Эта группа функций преобразования информации не изменяет ее смысл, т.е. это рутинные функции, не связанные с содержательной обработкой информации.

Группа функций $\{f_o\}$. связана с доведением выработанных воздействий до ОУ и обменом информацией между ЛПР (ограничение доступа, получение (сбор), передача информации по управлению в текстовой, графической, табличной и иных формах по телефону, системам передачи данных и т.д.).

Совокупность функций управления, выполняемых в системе при изменении среды, принято называть **циклом управления**.

Цикл управления



Пути совершенствования систем с управлением

1. Оптимизация численности управленческого персонала.
2. Использование новых способов организации работы СУ.
3. Применение новых методов решения управленческих задач.
4. Изменение структуры СУ.
5. Перераспределение функций и задач в УС.
6. Механизация управленческого труда.
7. Автоматизация - использование ЭВМ для усиления интеллектуальных возможностей ЛПР.

Информационная система

Системы управления бывают автоматическими и автоматизированными.

В автоматизированных системах органической составной частью являются ЛПР с их неформальным мышлением, чувствами и опытом. Они являются источниками первичной информации и потребителями результатов ее обработки.

Совокупность средств информационной техники и людей, объединенных для достижения определенных целей, в том числе для управления, образует информационную систему (ИС).

ИС – это организационно-техническая система, использующая информационные технологии в целях обучения, информационно-аналитического обеспечения научно-инженерных работ и Процессов управления (computer-aided information system).

Цель автоматизации управления

Общей целью автоматизации управления является повышение эффективности использования возможностей объекта управления, которое обеспечивают следующие направления:

1. Повышение оперативности управления
2. Снижение трудозатрат ЛПР на выполнение вспомогательных процессов.
Относительное распределение трудозатрат между процессами примерно следующее: информационные процессы - 65-70%, расчеты - 20-25%, творческие процессы - 5-15%.
3. Повышение степени научной обоснованности принимаемых решений. Процесс принятия решения строится на основе анализа и прогноза развития ситуации с применением математического аппарата. При этом сохраняют свое значение традиционные методы обоснования решений, опирающиеся на опыт и интуицию.

Системный анализ ИС

В процессе создания ИС исследователи стремятся к наиболее полному и объективному представлению объекта автоматизации - описанию его внутренней структуры, объясняющей причинно-следственные законы функционирования и позволяющей предсказать, а значит, и управлять его поведением.

Одним из условий автоматизации является адекватное представление системы с управлением в виде сложной системы.

Применение системного анализа при построении ИС дает возможность выделить перечень и указать целесообразную последовательность выполнения взаимосвязанных задач, позволяющих не упустить из рассмотрения важные стороны и связи изучаемого объекта автоматизации.

Системный анализ ИС

В состав задач системного анализа в процессе создания ИС входят задачи:

- декомпозиции,
- анализа и
- синтеза.

Задача декомпозиции означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов. Часто задачу декомпозиции рассматривают как составную часть анализа. Сюда могут входить процедуры наблюдения, измерения свойств системы.

Системный анализ ИС

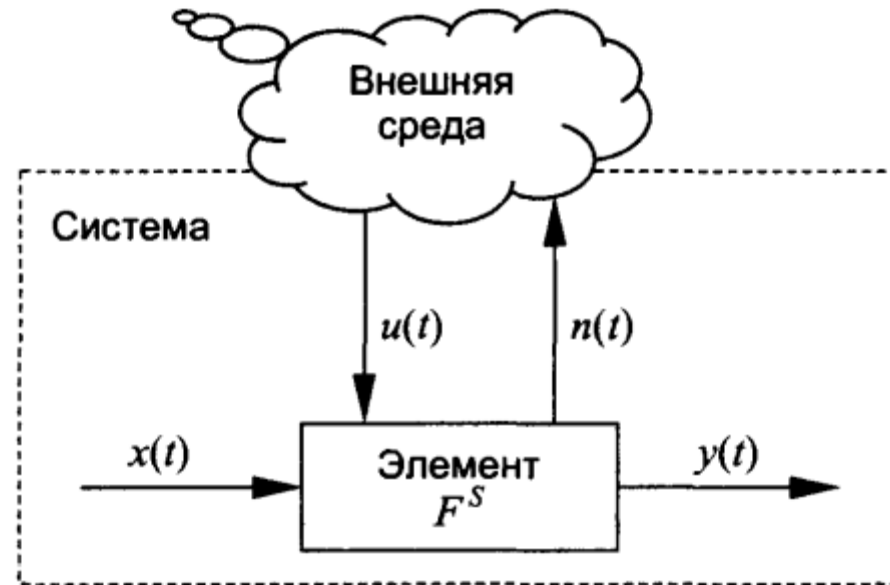
Задача анализа состоит в нахождении различного рода свойств системы или среды, окружающей систему. Целью анализа может быть определение закона преобразования информации, задающего поведение системы.

Задача синтеза системы противоположна задаче анализа. Необходимо по описанию закона преобразования построить систему, фактически выполняющую это преобразование по определенному алгоритму. При этом должен быть предварительно определен класс элементов, из которых строится искомая система, реализующая алгоритм функционирования.

В задачах анализа и синтеза выделяются процедуры оценки исследуемых свойств, алгоритмов, реализующих заданный закон преобразования

Основные понятия СА для ИС

Элемент - некоторый объект (материальный, энергетический, информационный), обладающий рядом важных свойств и реализующий в системе определенный закон функционирования F^S , внутренняя структура которого не рассматривается.



Элемент системы как «черный ящик»

Основные понятия СА для ИС

Характеристики элемента являются зависимыми переменными.

Характеристика - то, что отражает некоторое свойство элемента системы.

Характеристика y_j задается кортежем $y_j = \langle \text{name}, \{ \text{value} \} \rangle$, где name – имя j -й характеристики, $\{ \text{value} \}$ - область допустимых значений.

Область допустимых значений задается перечислением этих значений или функционально, с помощью правил вычисления (измерения) и оценки.

Характеристики делятся на количественные и качественные в зависимости от типа отношений на множестве их значений.

Количественная характеристика называется параметром.

Основные понятия СА для ИС

Под **свойством** понимают сторону объекта, обуславливающую его отличие от других объектов или сходство с ними и проявляющуюся при взаимодействии с другими объектами.

Свойства задаются с использованием отношений. На языке отношений единым образом можно описать воздействия, свойства объектов и связи между ними, задаваемые различными признаками.

Существует несколько форм представления отношений: функциональная (в виде функции, функционала, оператора), матричная, табличная, логическая, графовая, представление сечениями, алгоритмическая (в виде словесного правила соответствия).

Основные понятия СА для ИС

Свойства классифицируют на:

- внешние, проявляющиеся в форме выходных характеристик y_j только при взаимодействии с внешними объектами,
- внутренние, проявляющиеся в форме переменных состояния z_j при взаимодействии с внутренними элементами рассматриваемой системы и являющиеся причиной внешних свойств.

Одна из основных целей системного анализа - выявление внутренних свойств системы, определяющих ее поведение.

Формально свойства могут быть представлены также и в виде закона функционирования элемента.

Основные понятия СА для ИС

Законом функционирования F^S , описывающим процесс функционирования элемента системы во времени, называется зависимость:

$$y(t) = F^S(x, n, u, t).$$

Оператор F^S преобразует независимые переменные в зависимые и отражает **поведение элемента** (системы) во времени - процесс изменения состояния элемента (системы), оцениваемый по степени достижения цели его функционирования.

Понятие поведения принято относить только к целенаправленным системам и оценивать по показателям.

Основные понятия СА для ИС

Цель - ситуация или область ситуаций, которая должна быть достигнута при функционировании системы за определенный промежуток времени.

Цель может задаваться требованиями к показателям результативности, ресурсоемкости, оперативности функционирования системы либо к траектории достижения заданного результата.

Как правило, цель для системы определяется старшей системой, а именно той, в которой рассматриваемая система является элементом.

Основные понятия СА для ИС

Показатель - характеристика, отражающая качество j -й системы или целевую направленность процесса (операции), реализуемого j -й системой:

$$Y^j = W^j (n, x, u).$$

Показатели делятся на:

- частные показатели качества (или эффективности) системы y_i^j , которые отражают i -е существенное свойство j -й системы, и
- обобщенный показатель качества (или эффективности) системы Y^j - вектор, содержащий совокупность свойств системы в целом.

Основные понятия СА для ИС

Вид отношений между элементами, который проявляется как некоторый обмен (взаимодействие), называется **связью**.

Как правило, в исследованиях выделяются внутренние и внешние связи.

Основным содержанием системного анализа является определение структурных, функциональных, каузальных, информационных и пространственно-временных внутренних связей системы.

Структурные связи обычно подразделяют на иерархические, сетевые, древовидные и задают в графовой или матричной форме.

Функциональные и пространственно-временные связи задают как функции, функционалы и операторы.

Каузальные (причинно-следственные) связи описывают на языке формальной логики. Для описания **информационных** связей разрабатываются инфологические модели.

Основные понятия СА для ИС

Алгоритм функционирования A^S - метод получения выходных характеристик $y(t)$ с учетом входных воздействий $x(t)$, управляющих воздействий $u(t)$ и воздействий внешней среды $n\{t\}$.

По сути, алгоритм функционирования раскрывает механизм проявления внутренних свойств системы, определяющих ее поведение в соответствии с законом функционирования. Один и тот же закон функционирования элемента системы может быть реализован различными способами, т. е. с помощью множества различных алгоритмов функционирования A^S .

Наличие выбора алгоритмов A^S приводит к тому, что системы с одним и тем же законом функционирования обладают разным качеством и эффективностью процесса функционирования.

Основные понятия СА для ИС

Качество - совокупность существенных свойств объекта, обуславливающих его пригодность для использования по назначению. Оценка качества может производиться по одному интегральному свойству, выражаемому через обобщенный показатель качества системы.

Процессом называется совокупность состояний системы $z(t_0), \dots z(t_k)$, упорядоченных по изменению какого-либо параметра t , определяющего свойства системы.

Эффективность процесса - степень его приспособленности к достижению цели. Принято различать эффективность процесса, реализуемого системой, и качество системы. Эффективность проявляется только при функционировании и зависит от свойств самой системы, способа ее применения и от воздействий внешней среды.

Основные понятия СА для ИС

Критерий эффективности - обобщенный показатель и правило выбора лучшей системы (лучшего решения).

Если решение выбирается по качественным характеристикам, то критерий называется решающим правилом.

Основные понятия СА для ИС

Если нас интересует не только закон функционирования, но и алгоритм реализации этого закона, то элемент не может быть представлен в виде «черного ящика» и должен рассматриваться как **подсистема** (агрегат, домен) - часть системы, выделенная по функциональному или какому-либо другому признаку.

Описание подсистемы в целом совпадает с описанием элемента. Но для ее описания дополнительно вводится понятие множества внутренних (собственных) характеристик подсистемы: h_i

Оператор F^S преобразуется к виду $y(t) = F^S(x, n, u, h, t)$. а метод получения выходных характеристик кроме входных воздействий $x(t)$, управляющих воздействий $u(t)$ и воздействий внешней среды $n(t)$ должен учитывать и собственные характеристики подсистемы $h(t)$.

Основные понятия СА для ИС

Состояние системы - это множество значений характеристик системы в данный момент времени.

$$\begin{aligned} z(t) &= f(z(t_0), x(\tau), u(\tau), n(\tau), h(\tau), t), \tau \in [t_0, t]; \\ y(t) &= g(z(t), t). \end{aligned}$$

Здесь уравнение состояния по начальному состоянию $z(t_0)$ и переменным x, u, n, h определяет вектор-функцию $z(t)$, а уравнение наблюдения по полученному значению состояний $z(t)$ определяет переменные на выходе подсистемы $y(t)$.

Таким образом, цепочка уравнений объекта «вход-состояния-выход» позволяет определить характеристики подсистемы:

$$y(t) = f[g(z(t_0), x, u, n, h, t)]$$

Основные понятия СА для ИС

Ситуация - совокупность состояний системы и среды в один и тот же момент времени.

Проблема - несоответствие между существующим и требуемым (целевым) состоянием системы при данном состоянии среды в рассматриваемый момент времени.

Основные понятия СА для ИС

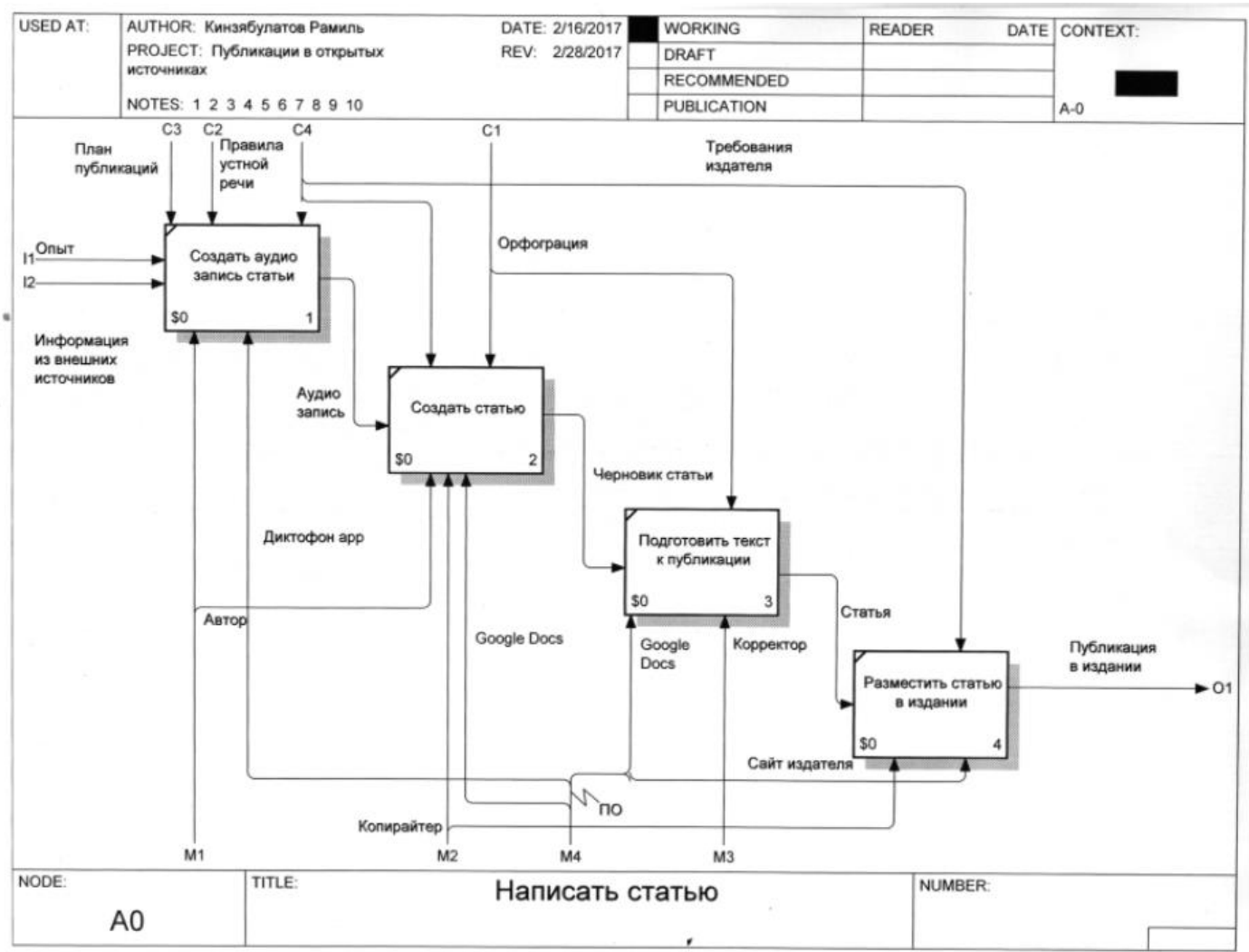
Сложные системы характеризуются выполняемыми процессами (функциями), структурой и поведением во времени. Для адекватного моделирования этих аспектов в автоматизированных информационных системах различают:

Функциональная модель системы - описывает совокупность выполняемых системой функций, характеризует морфологию системы (ее построение) - состав функциональных подсистем, их взаимосвязи. (пример – методология IDEF0)

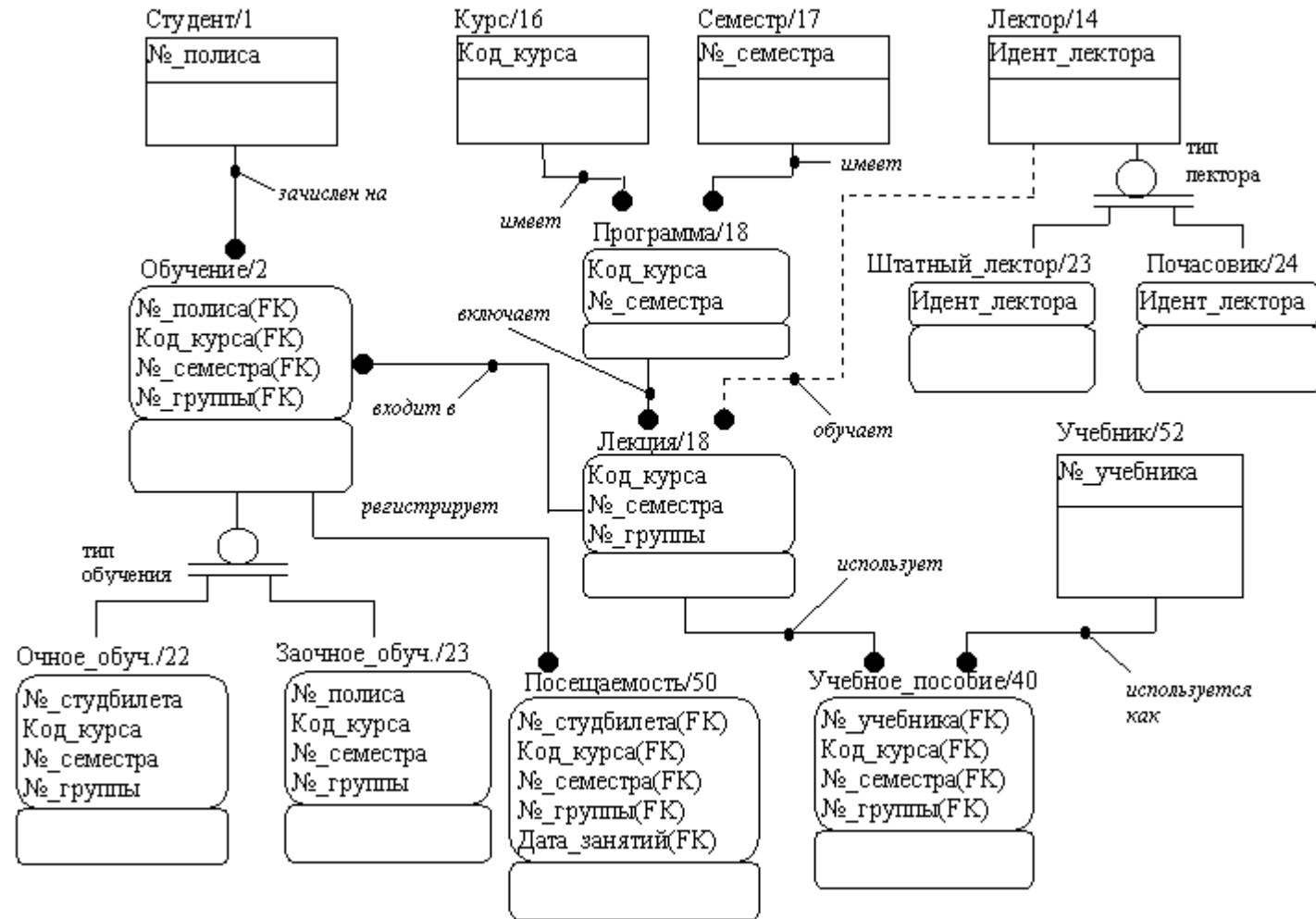
Информационная модель отражает отношения между элементами системы в виде структур данных (состав и взаимосвязи). (пример – методология IDEF1)

Поведенческая (событийная) модель описывает информационные процессы (динамику функционирования), в ней фигурируют такие категории, как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий. (пример – методология IDEF3)

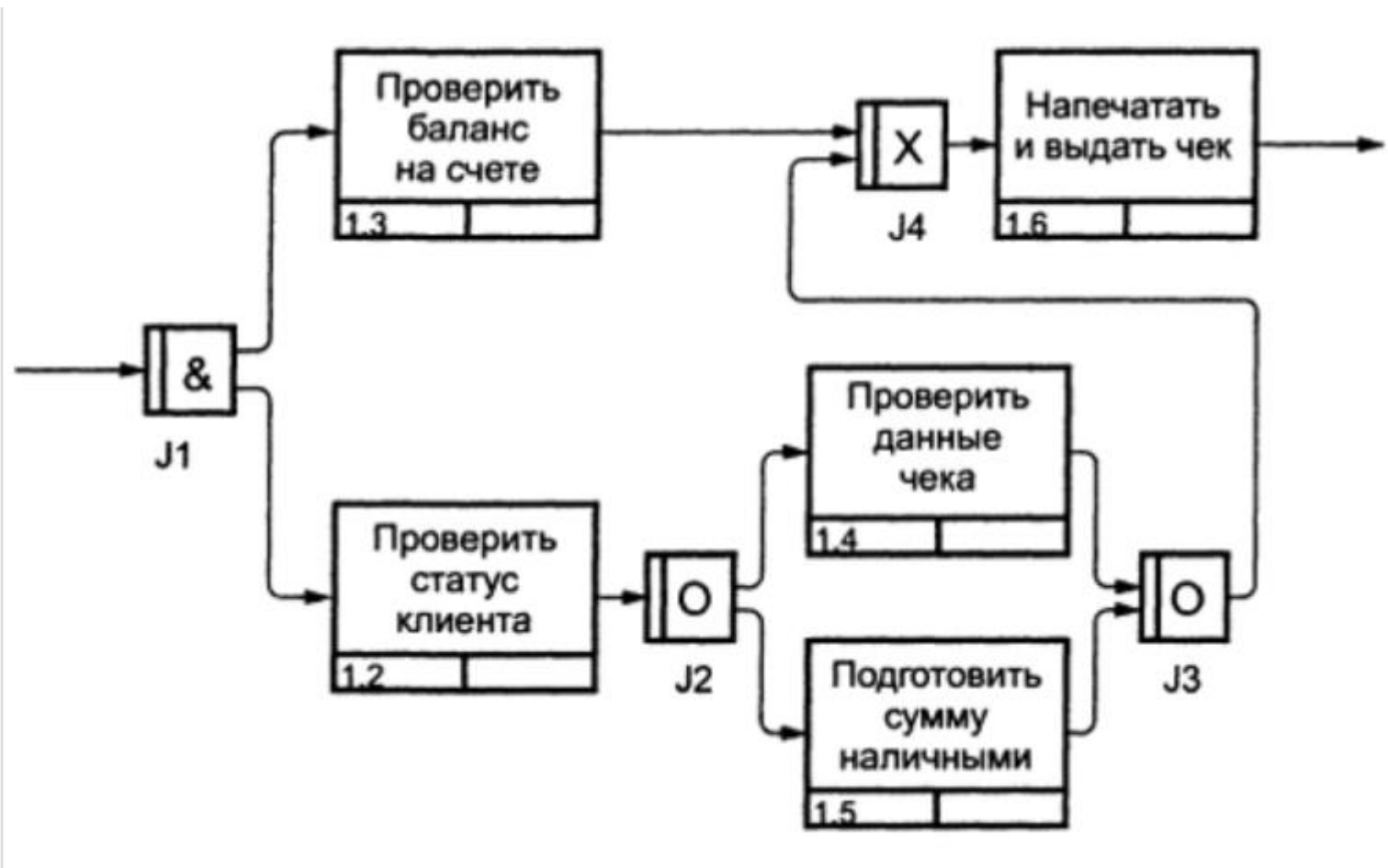
Основные понятия СА для ИС



Основные понятия СА для ИС

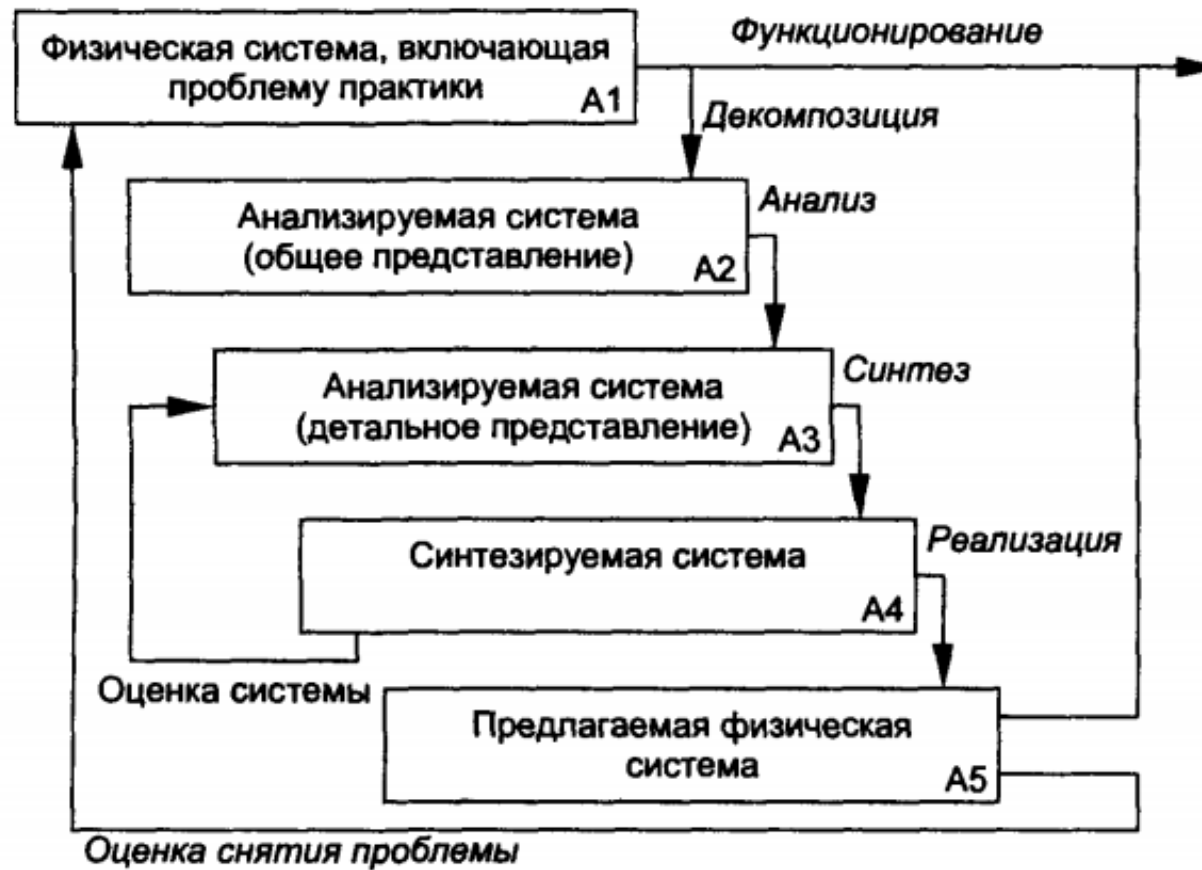


Основные понятия СА для ИС



Структура СА в СУ

Общий подход к решению проблем:



Дерево функций СА в СУ



Стратегии декомпозиции

Функциональная декомпозиция. Декомпозиция базируется на анализе функций системы. При этом ставится вопрос что делает система, независимо от того, как она работает. Основанием разбиения на функциональные подсистемы служит общность функций, выполняемых группами элементов.

Декомпозиция по жизненному циклу. Признак выделения подсистем - изменение закона функционирования подсистем на разных этапах цикла существования системы «от рождения до гибели». Рекомендуется применять эту стратегию, когда целью системы является оптимизация процессов и когда можно определить последовательные стадии преобразования входов в выходы.

Стратегии декомпозиции

Декомпозиция по физическому процессу. Признак выделения подсистем - шаги выполнения алгоритма функционирования подсистемы, стадии смены состояний. Хотя эта стратегия полезна при описании существующих процессов, результатом ее часто может стать слишком последовательное описание системы, которое не будет в полной мере учитывать ограничения, диктуемые функциями друг другу. При этом может оказаться скрытой последовательность управления. Применять эту стратегию следует, только если целью модели является описание физического процесса как такового.

Стратегии декомпозиции

Декомпозиция по подсистемам (структурная декомпозиция). Признак выделения подсистем - сильная связь между элементами по одному из типов отношений (связей), существующих в системе (информационных, логических, иерархических, энергетических и т.п.).

Силу связи, например, по информации можно оценить коэффициентом информационной взаимосвязи подсистем

$$K = N/N_Q ,$$

где N - количество взаимоиспользуемых информационных массивов в подсистемах,
 N_Q - общее количество информационных массивов.

Для описания всей системы должна быть построена составная модель, объединяющая все отдельные модели.

Анализ

Функционально-структурный анализ существующей системы, позволяющий сформулировать требования к создаваемой системе. Он включает уточнение состава и законов функционирования элементов, алгоритмов функционирования и взаимовлияний подсистем, разделение управляемых и неуправляемых характеристик, задание пространства состояний Z , задание параметрического пространства T , в котором задано поведение системы, анализ целостности системы, формулирование требований к создаваемой системе.

Морфологический анализ - анализ взаимосвязи компонентов.

Генетический анализ - анализ предыстории, причин развития ситуации, имеющихся тенденций, построение прогнозов.

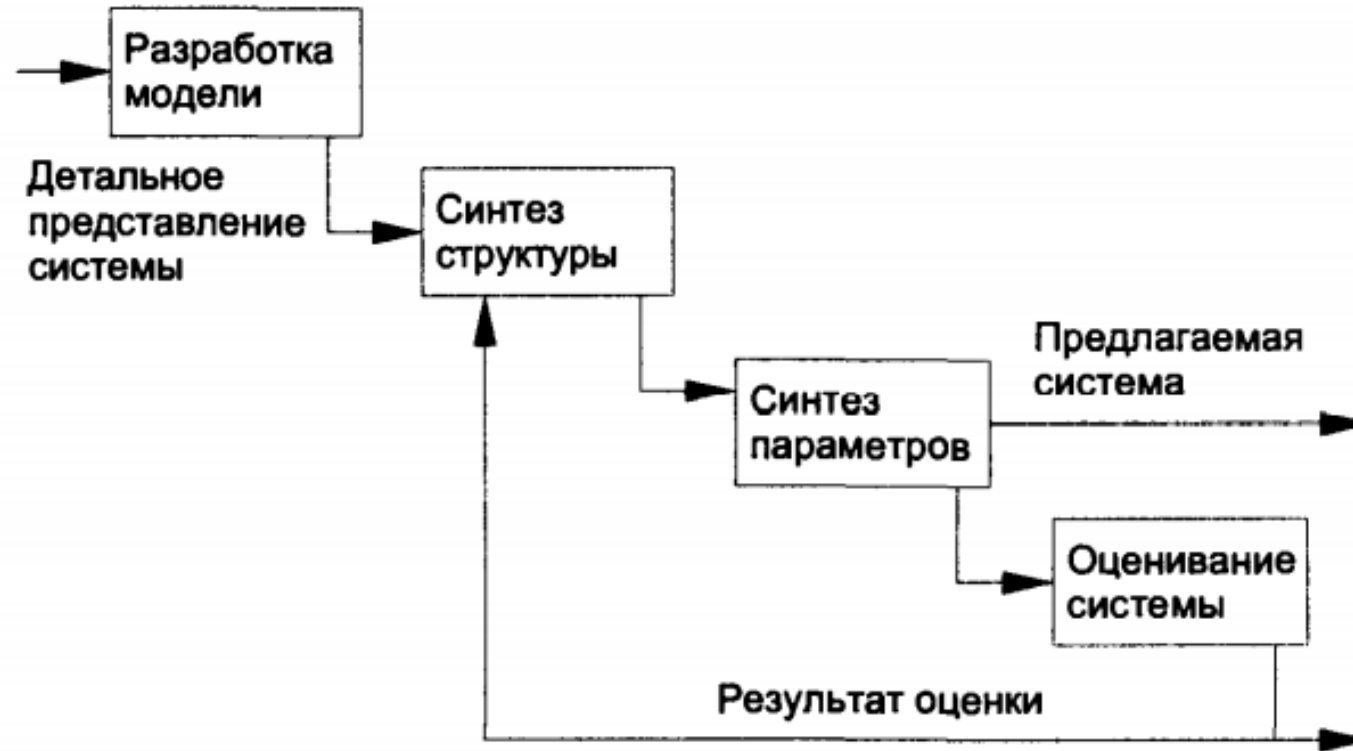
Анализ

Анализ аналогов.

Анализ эффективности (по результативности, ресурсоемкости, оперативности). Он включает выбор шкалы измерения, формирование показателей эффективности, обоснование и формирование критериев эффективности, непосредственно оценивание и анализ полученных оценок.

Формирование требований к создаваемой системе, включая выбор критериев оценки и ограничений.

Синтез



Синтез

1. Разработка модели требуемой системы (выбор математического аппарата, моделирование, оценка модели по критериям адекватности, простоты, соответствия между точностью и сложностью, баланса погрешностей, многовариантности реализаций, блочности построения).
2. Синтез альтернативных структур системы, снимающей проблему.
3. Синтез параметров системы, снимающей проблему.
4. Оценивание вариантов синтезированной системы (обоснование схемы оценивания, реализация модели, проведение эксперимента по оценке, обработка результатов оценивания, анализ результатов, выбор наилучшего варианта).

Наиболее сложными в исполнении являются этапы декомпозиции и анализа.

Содержание

1. Базовая методология системного анализа
2. Системный анализ в управлении и ИС
3. Декомпозиция/композиция систем

Декомпозиция

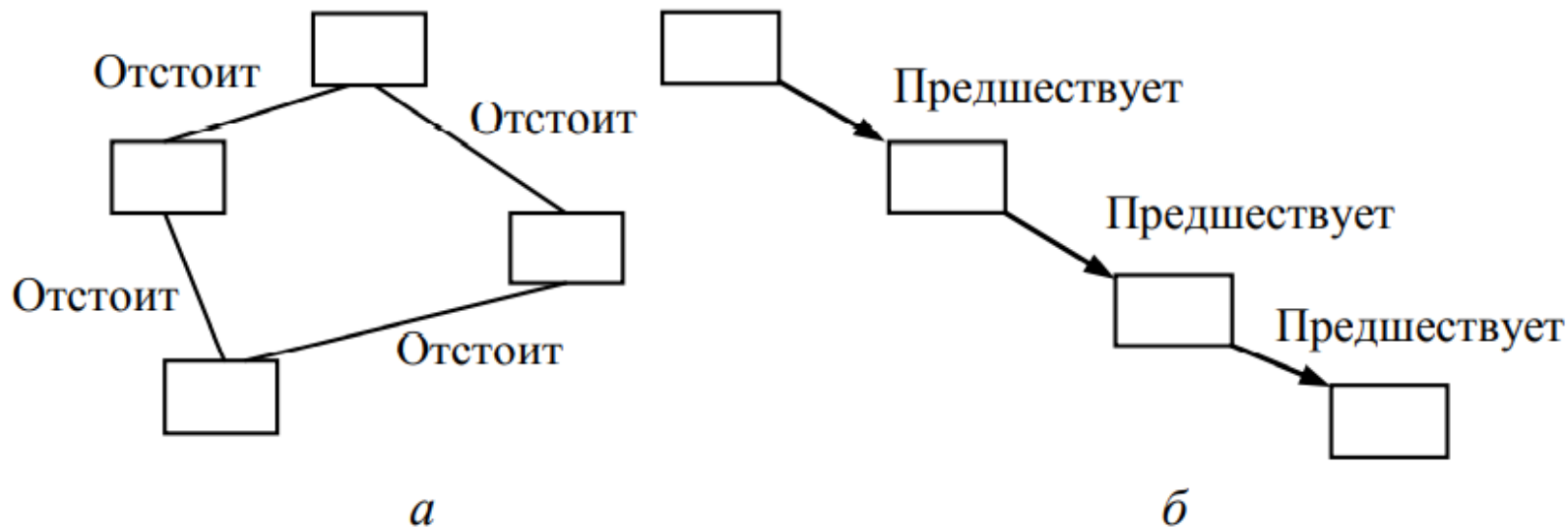
Декомпозиция позволяет осуществить последовательное расчленение системы на подсистемы, которые, в свою очередь, могут быть разбиты на составляющие их части.

Разбиение системы на подсистемы в общем случае может быть выполнено неоднозначным образом и определяется:

- составом используемых признаков декомпозиции (оснований декомпозиции)
- и порядком их применения.

Декомпозиция

Основание декомпозиции (ОД) может соответствовать **типу отношения** между подсистемами, выделенного в качестве признака различения подсистем.



Декомпозиция:

a — по пространственному признаку; *б* — по временному признаку

Декомпозиция

Другой способ задания основания декомпозиции — перечисление подсистем, получаемых в процессе декомпозиции.

Например, выделение моделируемой системы и окружающей среды есть основание декомпозиции «надсистемы», выделение управляющей и управляемой подсистем есть основание декомпозиции любой системы с управлением.

Таким образом, основание декомпозиции рассматривается как модель состава.

Для различных классов систем можно выделить ряд **стандартных оснований декомпозиции (СОД)**. СОД, по сути, являются типовыми моделями системы, относящейся к соответствующему классу.

Принципы формирования и применения стандартных оснований декомпозиции

- 1) СОД должны отражать инвариантный состав систем определенного класса. Например, можно определить типовой набор подсистем для различных классов организационных, информационных, технических и др. систем;
- 2) СОД должны обеспечивать выделение в качестве подсистем более или менее самостоятельно функционирующие части, т. е. связи между подсистемами должны быть минимальными, а связи между элементами внутри подсистем — максимальными;
- 3) СОД должны обеспечивать при декомпозиции получение относительно полной совокупности подсистем (элементов) декомпозируемой системы. Например, формально полной является декомпозиция связей системы с окружающей средой на входящие и выходящие.;

Принципы формирования и применения стандартных оснований декомпозиции

- 4) СОД должны обеспечивать выделение подсистем, которые не включают друг друга;
- 5) на каждом шаге декомпозиции должно использоваться только одно основание декомпозиции;
- 6) выбор СОД для декомпозиции конкретной подсистемы зависит от того, какая последовательность была применена ранее для выделения данной подсистемы;
- 7) некоторые из СОД могут применяться несколько раз подряд.

СОД для организационно-технологических систем

Системы организационно-технологического типа - предприятия, фирмы, занимающихся производством каких-либо продуктов или оказанием услуг).

1. **Система – среда.** Выделение исследуемой системы и окружающей среды.
2. **Макросреда – микросреда.** Макросреда — совокупность факторов общественной жизни, оказывающих влияние на исследуемую систему, микросреда — совокупность организаций, непосредственно или опосредованно связанных с системой.
3. **Подсистемы макросреды.** Типичными подсистемами макросреды являются: «производство» (технологическое, экономическое окружение), «природа» (географическое окружение), «социум» (социально-культурное окружение), «управление» (политико-правовое окружение).

СОД для организационно-технологических систем

4. Подсистемы микросреды. К микросреде относятся, как правило, следующие группы организаций: вышестоящие органы управления (территориальные, отраслевые), нижестоящие (подведомственные) организации, контрагенты (поставщики, партнеры), клиенты (потребители, заказчики), конкуренты.

5. Система управления – объект управления. Выделение в исследуемой системе управляемой подсистемы (включающей исполнителей производственных процессов, оборудование, ресурсы) и управляющей (аппарат управления).

6. Основная – обеспечивающая деятельность. Основная деятельность связана с производством конечных продуктов системы, передаваемых во внешнюю среду – клиентам (потребителям, заказчикам). Обеспечивающая (вспомогательная) деятельность обеспечивает работу основных процессов. Она напрямую не связана с продукцией, ее задача — формирование и обслуживание инфраструктуры.

СОД для организационно-технологических систем

7. Виды конечных продуктов. Декомпозиция основной деятельности на подсистемы, производящие различные конечные продукты (оказывающие различные виды услуг). Например, выделение подсистемы производства мягкой мебели и подсистемы производства корпусной мебели.

8. Жизненный цикл. Цепочка процессов, составляющих путь следования продукта: от его замысла до утилизации и переработки отслужившего свой срок продукта. Жизненный цикл могут составлять следующие процессы:

- изучение рынка и анализ потребности в продукте;
- проектирование и разработка продукта;
- разработка и внедрение технологии производства продукта;
- материально-техническое снабжение (закупки);
- производство продукта или предоставление услуги;
- упаковка и хранение продукта;
- транспортировка и реализация;
- послепродажная деятельность;
- утилизация и переработка.

СОД для организационно-технологических систем

9. Технологические этапы. Декомпозиция подсистемы, выполняющей некоторый вид производственной деятельности (основной или обеспечивающей), на подсистемы, соответствующие отдельным этапам деятельности (подпроцессам, работам, операциям), предусмотренным технологией.

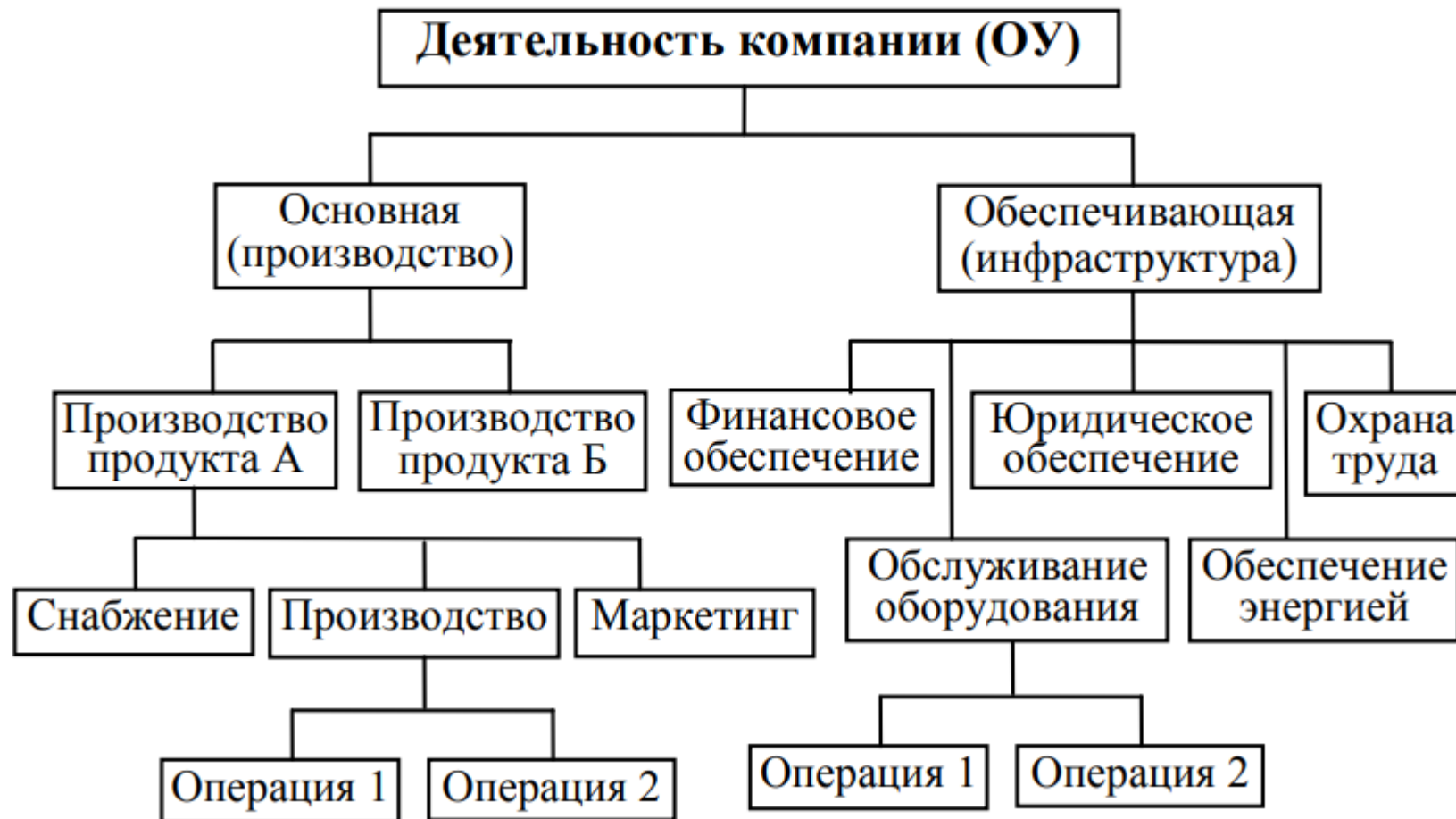
10. Структурные элементы деятельности. Для любой подсистемы, выполняющей некоторую деятельность (процесс, подпроцесс, операцию), можно выделить типовые структурные элементы деятельности:

- входы / предметы деятельности (сырье, материалы, комплектующие, информация);
- выходы / результаты деятельности (продукт, услуга, информация);
- кадры / субъекты деятельности (люди, выполняющие деятельность);
- оборудование / средства деятельности (станки, машины, инструменты, средства связи, помещения).

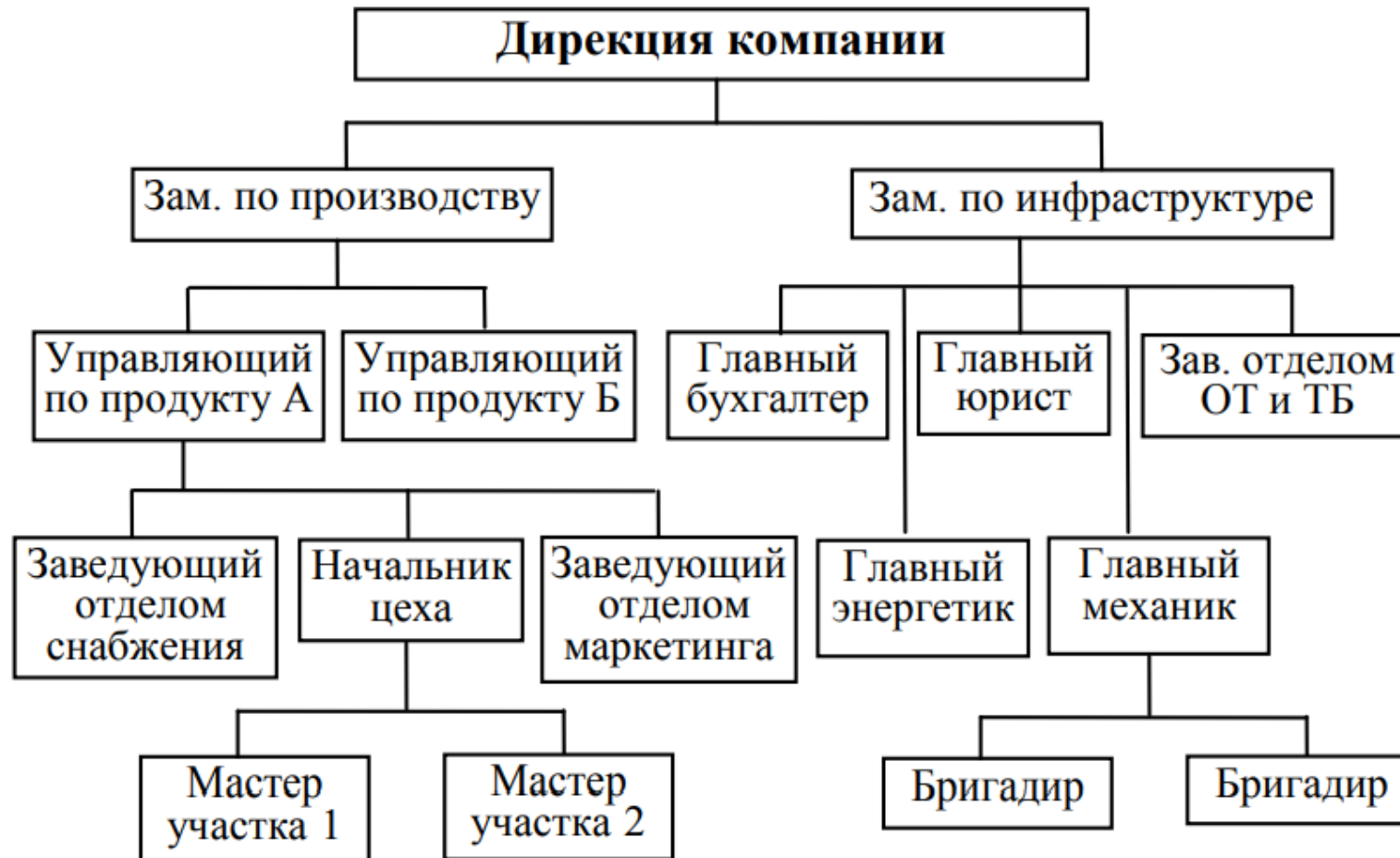
СОД для организационно-технологических систем

Стандартные основания декомпозиции 6–10 могут использоваться и для системы управления (СУ). Прежде всего, они используются для декомпозиции СУ на подсистемы, в которых осуществляется управление отдельными подсистемами объекта управления (ОУ).

Пример: модель деятельности компании, полученная в результате декомпозиции объекта управления



Пример: модель компании, полученная в результате декомпозиции субъекта управления



СОД для организационно-технологических систем

Декомпозиция по стандартному основанию 8 (ЖЦ) приводит к вычленению процессов жизненного цикла управления, к которым можно отнести:

- прогнозирование;
- планирование (перспективное, текущее);
- организация;
- оперативное руководство;
- контроль и регулирование.

Каждый из этих процессов может быть декомпозирован на отдельные этапы. Так, процесс планирования включает в себя этапы: анализ ситуации; выбор целей; объемное планирование, календарное планирование.

СОД для организационно-технологических систем

На нижнем уровне декомпозиции представлены операции по переработке информации: регистрация, сбор, передача, обработка, отображение, хранение, защита, уничтожение информации.

К любой из подсистем системы управления может быть применено и стандартное основание 10 (структурные элементы деятельности).

- входом подсистемы СУ является информация, подлежащая переработке,
- выходом — переработанная информация.
- субъектом деятельности, как правило, является менеджер (управляющий),
- средством деятельности — используемое офисное оборудование, компьютер и т. д.

СОД для организационно-технологических систем

В самом общем виде последовательность декомпозиции сложной системы включает следующие шаги:

- 1) выбор системы (подсистемы) для декомпозиции, являющейся терминальной вершиной дерева и не помеченной как элементарная (в начале работы алгоритма это исходная система). Если все терминальные вершины элементарны, то осуществляется переход на шаг 6;
- 2) проверка выбранной системы на элементарность с точки зрения целей декомпозиции. Если подсистема элементарна, то она помечается и осуществляется возврат на шаг 1;
- 3) выбор наиболее подходящего основания декомпозиции;
- 4) проведение декомпозиции;
- 5) переход на шаг 1;
- 6) конец.

Методы композиции: метод морфологического анализа

Метод морфологического анализа (МА) разработан в 1930-е гг. швейцарским астрономом Ф. Цвикки для конструирования астрономических приборов.

В проектируемом объекте выбирают группу основных признаков, в качестве которых могут быть элементы конструкции, функции, свойства элементов.

Для каждого признака предлагаются различные альтернативные варианты его реализации.

Затем предложенные варианты комбинируют между собой.

Из всего множества получаемых комбинаций выбираются допустимые, а затем наиболее эффективные варианты по некоторым критериям качества

Морфологический анализ: этапы

Этап 1. Постановка задачи. Формулируются: проблемная ситуация, требования (ограничения) к проектируемому объекту, критерии оценки качества вариантов.

Этап 2. Морфологический анализ. Выделяются признаки и разрабатываются альтернативные варианты для каждого признака. В качестве отдельных альтернатив могут быть комбинации уже предложенных вариантов. Результаты этапа оформляются в виде морфологической таблицы.

Морфологическая таблица

Признаки	Альтернативные варианты			
A1	A11	A12	A13	A14
A2	A21	A22	A23	$A24 = A21 + A22$
A3	A31	A32	A33	
A4	A41	A42	$A43 = A41 + A42$	
A5	A51	A52	$A53 = A51 + A52$	

Морфологический анализ: этапы

Этап 3. Морфологический синтез. Формируются комбинации по всем признакам и выбираются наилучшие комбинации.

Взяв из каждой строки морфологической таблицы по одному варианту, получим варианты решения:

$P1 = A11, A21, A31, A41, A51;$

$P2 = A11, A21, A31, A41, A52;$

$P3 = A11, A21, A31, A41, A53;$

$P4 = A11, A21, A31, A42, A51;$

$P5 = A11, A21, A31, A42, A52; \dots$

Общее количество возможных решений $N = n_1 \times n_2 \times \dots \times n_m$, где n_i — число альтернативных вариантов по i -му признаку.

Морфологический анализ: этапы

1. Комбинирование по признакам 1 и 2 представлено в таблице 1. Крестиком отмечены худшие варианты:

	A21	A22	A23	A24
A11	×		×	
A12	×	×		×
A13		×	×	×
A14	×		×	×

2. Далее комбинируем лучшие варианты со следующим признаком A3 и так далее по всем остальным признакам.

	A11+A22	A11+A24	A12+A23	A13+A21	A14+A22
A31	×		×	×	
A32	×				
A33		×			×

3. Оставшиеся комбинации образуют множество перспективных решений. Из этого множества в дальнейшем может быть выбрано оптимальное решение

Методы порождающих грамматик

В основе этих методов лежит процедура порождения функций сложной системы путем комбинирования небольшого числа «элементарных действий».

Формируется некий язык, алфавит которого составляют «элементарные действия», а синтаксис — правила комбинирования этих действий.

Рассмотрим некоторые из этих методов:

- Метод формирования структуры целей и функций
- Метод структурно-функционального проектирования Казарновского
- Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

Метод формирования структуры целей и функций

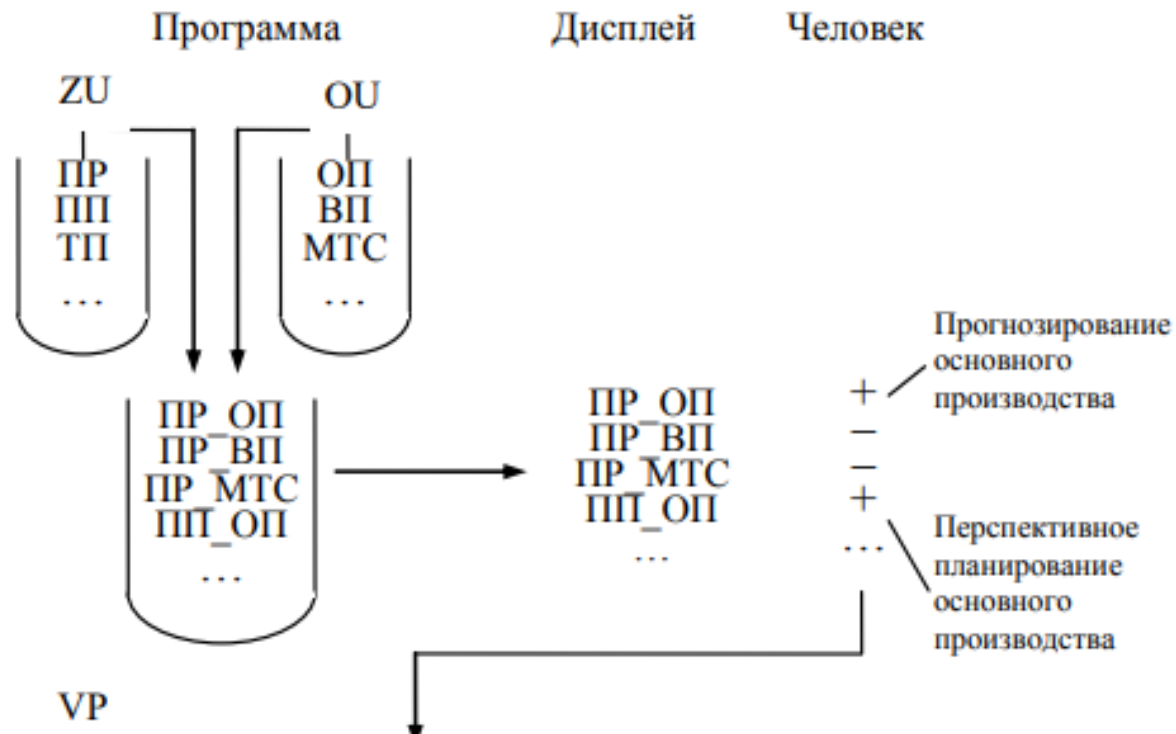
Метод представляет собой пошаговую процедуру формирования **иерархии функций сложной системы**, каждой из которых затем сопоставляется цель, связанная с соответствующей функцией.

В качестве признаков структуризации используются стандартные основания декомпозиции, а в качестве альтернативных вариантов значений признаков — подсистемы, порождаемые этими СОД.

Множество значений одного признака называется классификатором. Классификаторы, по сути, являются элементарными функциями.

Метод формирования структуры целей и функций

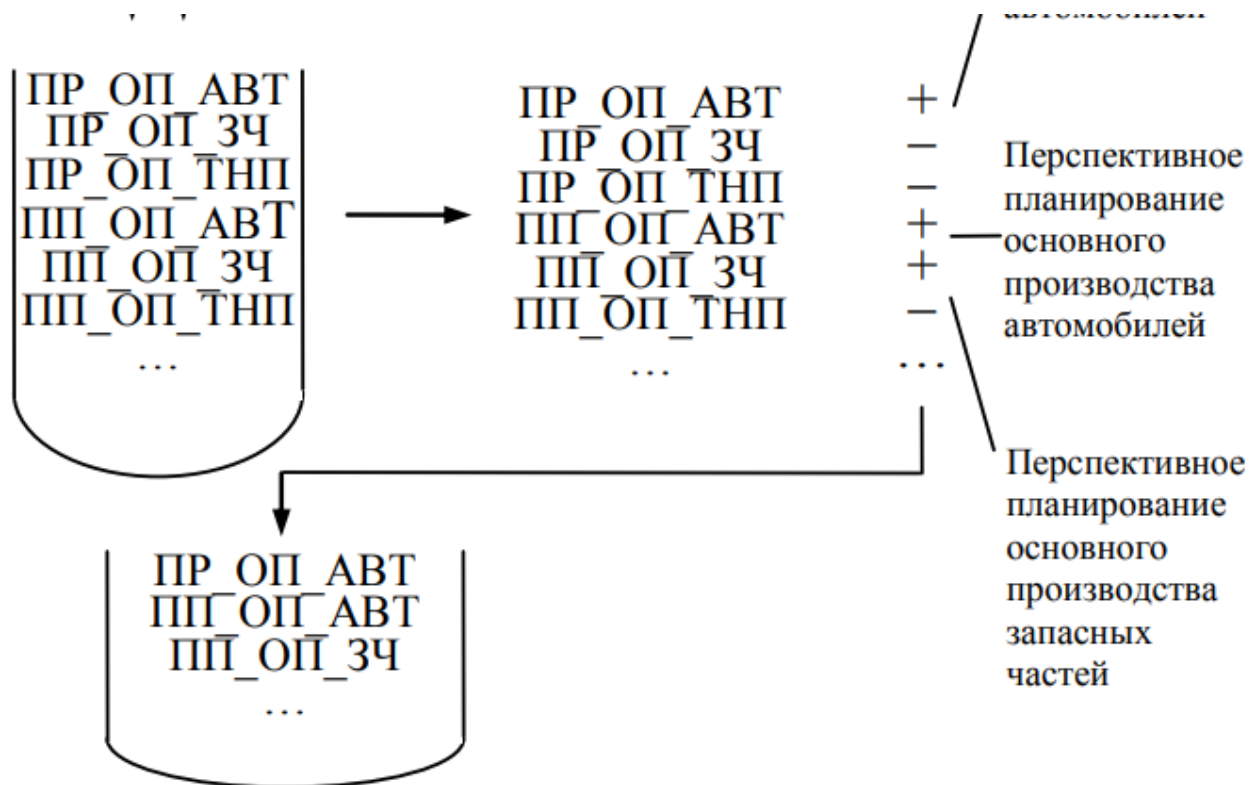
Компьютерная программа АДПАЦФ (Автоматизированная Диалоговая Процедура Анализа Целей и Функций)



Сначала программа комбинирует значения признака «цикл управления (ZU)» (ПР — прогнозирование, ПП — перспективное планирование, ТП — текущее планирование, ...) со значениями признака «объект управления (OU)» (ОП — основное производство, ВП — вспомогательное производство, МТС — материально-техническое снабжение, ...).

Метод формирования структуры целей и функций

Компьютерная программа АДПАЦФ (Автоматизированная Диалоговая Процедура Анализа Целей и Функций)



Затем система комбинирует выбранные сочетания со значениями признака «виды продукции (VP)» (АВТ — автомобили, 3/Ч — запасные части, ТНП — товары народного потребления). Полученные комбинации опять выдаются пользователю и т. д. Процедура заканчивается, когда будут перебраны все признаки.

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

Данный метод позволяет порождать управляющие и управляемые функции производственной системы, а также структуры для их реализации путем комбинирования элементарных родов деятельности и структурных элементов деятельности.

Выделяется пять несводимых друг к другу родов деятельности:

- h — производство (выпуск продукции, оказание услуг);
- v — жизнеобеспечение (поддержание элементов системы);
- p — организация (адаптация к внешним воздействиям);
- c — управление;
- f — обновление (создание новой продукции, услуг, технологий).

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

Любой из этих родов деятельности можно принять за основной и, используя правило «присоединения слева», получить комбинацию с другим родом деятельности.

Например:

vh — жизнеобеспечение производства;

ph — организация производства;

ch — управление производством;

fh — обновление производства.

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

К каждой из полученной комбинаций также можно присоединить любой род деятельности, например:

- pvh — организация жизнеобеспечения производства;
- pfh — организация обновления производства;
- cvh — управление жизнеобеспечением производства.

Подобным образом могут формироваться и более сложные комбинации:

- crvh — управление организацией жизнеобеспечения производства;
- fcvh — развитие управления жизнеобеспечением производства;
- rcfh — организация управления обновлением производства.

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

Кроме того, для каждой функции можно выделить части (подфункции), связанные со стандартными структурными элементами:

- i — обеспечение предметами деятельности;
- k — обеспечение инструментами;
- l — обеспечение энергией;
- o — вывод продукции;
- t — технологическое преобразование

Метод структурно-функционального проектирования Казарновского

Эти подфункции также можно комбинировать с любыми элементарными или составными функциями. Например:

- *ich* — получение входных данных для управления производством;
- *tcfh* — преобразование информации (принятие решения) в процессе управления обновлением производства;
- *osvh* — вывод (передача) решения по управлению жизнеобеспечением производства.

Интерпретация функций (определение их содержания) в значительной мере условна и зависит от соглашений. Например, в деятельности по созданию нового объекта можно условиться считать подфункцию *tf* — проектированием, *of* — внедрением

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

В основе данного метода лежит последовательное формирование:

- множества задач управления,
- функций переработки информации и
- сопоставление каждой из функций информационных и программно-технических средств их реализации.

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

Обозначим:

- $P = \{p_i\}$ - множество фаз жизненного цикла получения конечных продуктов : $\{p_1$ — выявление потребности, p_2 — снабжение, p_3 — производство, ... $\}$,
- $Z = \{z_j\}$: - множество этапов управления $\{z_1$ — прогнозирование, z_2 — планирование, z_3 — учет (контроль), ... $\}$,
- $X = \{x_k\}$ - фазы переработки информации : $\{x_1$ — регистрация информации, x_2 — сбор информации, x_3 — передача информации, x_4 — обработка информации, ... $\}$.

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

Сначала формируются задачи управления путем комбинирования этапов жизненного цикла производства продукта с этапами жизненного цикла управления.

$$PZ = \{p_1z_1, p_1z_2, \dots, p_iz_j, \dots, p_nz_m\}.$$

Примеры задач управления:

p_1z_1 — прогнозирование потребности в продукте;

p_2z_2 — планирование снабжения;

p_3z_2 — планирование производства;

p_2z_3 — контроль снабжения (учет складских запасов);

p_3z_3 — контроль производства.

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

Затем определяется множество функций управления комбинированием сгенерированных задач с этапами ЖЦ переработки информации

$$PZX = \{p_1z_1x_1, p_1z_1x_2, \dots, p_i z_j x_k, \dots, p_n z_m x_l\}.$$

Примеры функций управления:

$p_1z_1x_2$ — сбор исходной информации для прогнозирования потребности в продукте;

$p_3z_2x_2$ — сбор исходной информации для планирования производства;

$p_2z_2x_3$ — передача информации, используемой для планирования снабжения;

$p_3z_2x_4$ — обработка информации в процессе планирования производства;

$p_2z_3x_4$ — обработка информации в процессе учета складских запасов.

Метод последовательного синтеза информационных технологий управления

Предложенная схема формирования функций управления позволяет перейти к проектированию инструментальных, математических, технических и информационно-программных методов и средств по реализации необходимых этапов жизненного цикла переработки информации при решении функциональных задач управления на каждой фазе ЖЦ производства материальных конечных продуктов.

В дальнейшем, основываясь на результатах проектирования, можно перейти собственно к формированию технологии как определенной последовательности управленческих действий по получению информационных конечных продуктов системы

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие / Силич М. П., Силич В. А. - 2013. 342 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5452> , дата обращения: 01.09.2020.
- Корилов А.М. Теория систем и системный анализ: учебн. пособие. – / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. – Томск: ТУСУР, 2007.- 344 с.
- Оразбаев Б.Б., Курмангазиева Л.Т., Коданова Ш.К. Теория и методы системного анализа: учебное пособие. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2017. – 248 с
- Анфилов В.С. Системный анализ в управлении: Учеб. пособие / В.С. Анфилов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин; Под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с: ил.