

Лекция

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Е.Р.Хорошева, д.т.н., профессор кафедры МиБИ

Аспекты поиска решения

- **Прикладной** - включает содержание проблемы и используемые для описания ситуации модели, он отражает специфику сферы деятельности.
- **Психологический** – отражает особенности психологии личности и действий коллектива в процессе поиска решения (творческой деятельности)
- **Организационный** – это вопросы эффективной организации ресурсов и коллектива исполнителей при поиске ими решения той или иной задачи.

-Методологический – отражает выбор, адаптацию и развитие методов поиска решения задач и оценку их эффективности.

Именно методы поиска решения составляют основу эффективного управления, их развитие обеспечивает решение все более сложных задач управления.

В качестве методологической основы таких процессов управления используется *системный подход*

Общие понятия теории систем и системного анализа (ТССА)

Термины теория систем и системный анализ - *системный подход*, все еще не нашли общепринятого, стандартного истолкования.

Причина:

- в динамичности процессов в области человеческой деятельности;
- в принципиальной возможности использовать системный подход практически в любой решаемой человеком задаче.

Составляющие системного подхода

- Теория систем изучает общие законы функционирования систем, классификации систем и их роль в выборе методов моделирования конкретных социально-экономических объектов.
- Термин «**системный анализ**» используется для названия дисциплины, представляющей собой прикладное направление теории систем.
- В соответствии с этим для решения проблемы или задачи необходимо:
 - **разрабатывать методику проведения системного исследования,**
 - **разрабатывать методику организации процесса принятия решения,**
 - **выбирать подходы к выполнению этапов методики в конкретных условиях.**

Важная функция системного анализа - **работа с целями, организация процесса целеобразования, т.е. исследование факторов, влияющих на цель, формулирование, структуризация или декомпозиция обобщающей цели.**

При этом разработка методики и выбор методов и приемов выполнения ее этапов базируются на использовании понятий и закономерностей теории систем.

Системному анализу присущи следующие особенности:

- Применяется в тех случаях, когда задача (проблема) не может быть сразу представлена и решена с помощью формальных, математических методов, т.е. имеют место большая начальная неопределенность проблемной ситуации и многокритериальность задачи;
- Уделяет внимание процессу постановки задачи и использует не только формальные методы, но и методы качественного анализа (*методы формализованного представления систем - МФПС и методы активизации интуиции и опыта специалистов – МАИС*).
- В этой связи системный анализ иногда определяют как «формализованный здравый смысл», или «здравый смысл, на службу которому поставлены математические методы»;

- Опирается на основные понятия теории систем и философские концепции, лежащие в основе исследования общесистемных закономерностей;
- Помогает организовать процесс коллективного принятия решения, объединяя специалистов различных областей знаний;
- Требует для организации процесса исследования и принятия решения обязательной разработки *методики системного анализа*, определяющей последовательность этапов проведения исследования и методы их выполнения, объединяющей методы из групп МАИС и МФПС, а соответственно и специалистов различных областей знаний;
- Исследует процессы *целеобразования* и разработки средств работы с целями (в том числе занимается разработкой *методик структуризации целей*);
- Предлагает в качестве основного метода расчленение большой неопределенности на более обозримые, лучше поддающиеся исследованию (что и соответствует понятию анализ), при сохранении целостного (системного) представления об объекте исследования и проблемной ситуации (благодаря понятиям *цель* и *целеобразование*).

Преимущество взгляда на этот мир с позиций системного подхода позволяет ставить и решать две задачи:

1. Расширить и углубить собственные представления о «механизме» взаимодействий объектов в системе; изучить и, возможно, открыть новые её свойства.
2. Повысить эффективность функционирования системы.

□ Хронология науки относит момент зарождения ТССА к середине прошлого столетия.

□ По мере развитие науки, прежде всего — кибернетики, эта отрасль прикладной науки сформировалась в самостоятельный раздел.

□ Ветви ТССА прослеживаются во всех «ведомственных кибернетиках»: биологической, медицинской, технической и, конечно же, экономической.

□ В каждом случае объекты, составляющие систему, могут быть самого широкого диапазона — от живых существ в биологии до механизмов, компьютеров или каналов связи в технике.

□ Но, несмотря на это, задачи и принципы системного подхода остаются неизменными, не зависящими от природы объектов в системе.

Сущность и принципы системного подхода

ТССА, как отрасль науки, может быть разделена на две, достаточно условные части:

- теоретическую: использующую такие отрасли как теория вероятностей, теория информации, теория игр, теория графов, теория расписаний, теория решений, топология, факторный анализ и др.;
- прикладную, основанную на прикладной математической статистике, методах исследовании операций, системотехнике и т. п.

ТССА широко использует достижения многих отраслей науки и этот «захват» непрерывно расширяется.

Локальные решения, учет недостаточного числа факторов, локальная оптимизация — на уровне отдельных элементов почти всегда приводили к неэффективному в целом, а иногда и опасному по последствиям, результату.

- Первый принцип ТССА - это требование рассматривать совокупность элементов системы как одно целое или, более жестко, - запрет на рассмотрение системы как простого объединения элементов.
- Второй принцип заключается в признании того, что свойства системы не просто сумма свойств ее элементов. Тем самым постулируется возможность того, что система обладает особыми свойствами, которых может и не быть у отдельных элементов.

■ Третий принцип – максимум эффективности системы. Важным атрибутом системы является ее эффективность. Теоретически доказано, что всегда существует функция ценности системы - в виде зависимости ее эффективности от условий построения и функционирования. Кроме того, эта функция ограничена, а значит можно и нужно искать ее максимум.

■ Четвертый принцип запрещает рассматривать данную систему в отрыве от окружающей ее среды - как автономную, обособленную.

Это означает обязательность учета внешних связей или, в более общем виде, требование рассматривать анализируемую систему как часть (подсистему) некоторой более общей системы.

-
- Пятый принцип - возможности (а иногда и необходимости) деления данной системы на части, подсистемы. Согласившись с необходимостью учета внешней среды, признавая логичность рассмотрения данной системы как части некоторой, большей ее. Если последние оказываются недостаточно просты для анализа, с ними поступают точно также. Но в процессе такого деления нельзя нарушать предыдущие принципы - пока они соблюдены, деление оправдано, разрешено в том смысле, что гарантирует применимость практических методов, приемов, алгоритмов решения задач системного анализа.



ОБОБЩЕННЫЙ СИСТЕМНЫЙ АЛГОРИТМ

Определения системы

- **Система** - многоуровневая конструкция из взаимодействующих элементов, объединяемых в подсистемы нескольких уровней для достижения единой цели функционирования (целевой функции).
- **Система** - совокупность (множество) отдельных объектов с неизбежными связями между ними.
- **Система** - это упорядоченная совокупность некоторых объектов и связей между ними, рассмотрение которых в совокупности позволяет определить качества, отсутствующие в каждом из объектов в отдельности. При этом предполагается, что объекты (подсистемы) могут иметь самую разную природу (социальную, экономическую, техническую, технологическую и т.д.).

- Набор параметров, характеризующих систему в данный момент времени, называют **состоянием**.
- Состояние, рассматриваемое совместно с некоторой его оценкой, называется **ситуацией**.
- Ситуация, требующая целенаправленного изменения, называется **проблемной**.
- Выбор воздействия на ситуацию является **принятием решения**.
- Реализация воздействия на систему – это **управление**.

Преимущества системного подхода

- Системный подход позволяет свести задачу (или систему) высокой размерности к связанным (соединенным) по определенным правилам более простым задачам (подсистемам или блокам).
- При этом общий результат получается на основе результатов решения составляющих частных задач (блоков), обрабатываемых по определенным правилам.
- Если полученный общий результат не приводит к заданной цели, приходится возвращаться к постановке задачи, вносить в нее изменения и повторять весь процесс.
- В теории и практике сложных систем (и ситуаций) системный подход позволяет сохранить постоянство взгляда на объект (ситуацию) при разнообразных переменных как внешних, так и внутренних условиях.

Основоположники системного подхода

Карл Людвиг фон Берталанфи

Описывал **происхождение общей теории систем** как результат конфликта между механицизмом («мир – механизм») и витализмом («в каждом организме есть нематериальная жизненная сила»)

Александр Александрович Богданов

Разработал **науку «тектологию»** (Наука об организации и самоорганизации. Задача тектологии - систематизировать организационный опыт). Предвосхитил некоторые положения кибернетики

Герберт Александр Саймон - соавтор **гипотезы Ньюэлла-Саймона** о физической символьной системе, большая часть исследований искусственного интеллекта пошла именно по пути создания символьных систем. Независимо от того, справедлива ли эта гипотеза, символьные вычисления — реальность программирования, и полезность подобной парадигмы в этой области трудно отрицать.

Питер Фердинанд Дракер - классик мировой управленческой мысли, представитель системного подхода, создатель **концепции управления по целям**.

Труды по системному анализу

Волкова В. Н.

«Теория систем и системный анализ»

Анфилатов В. С.

«Системный анализ в управлении»

Антонов А. В.

«Системный анализ»

Валуев С. А.

«Системный анализ в экономике и организации производства»

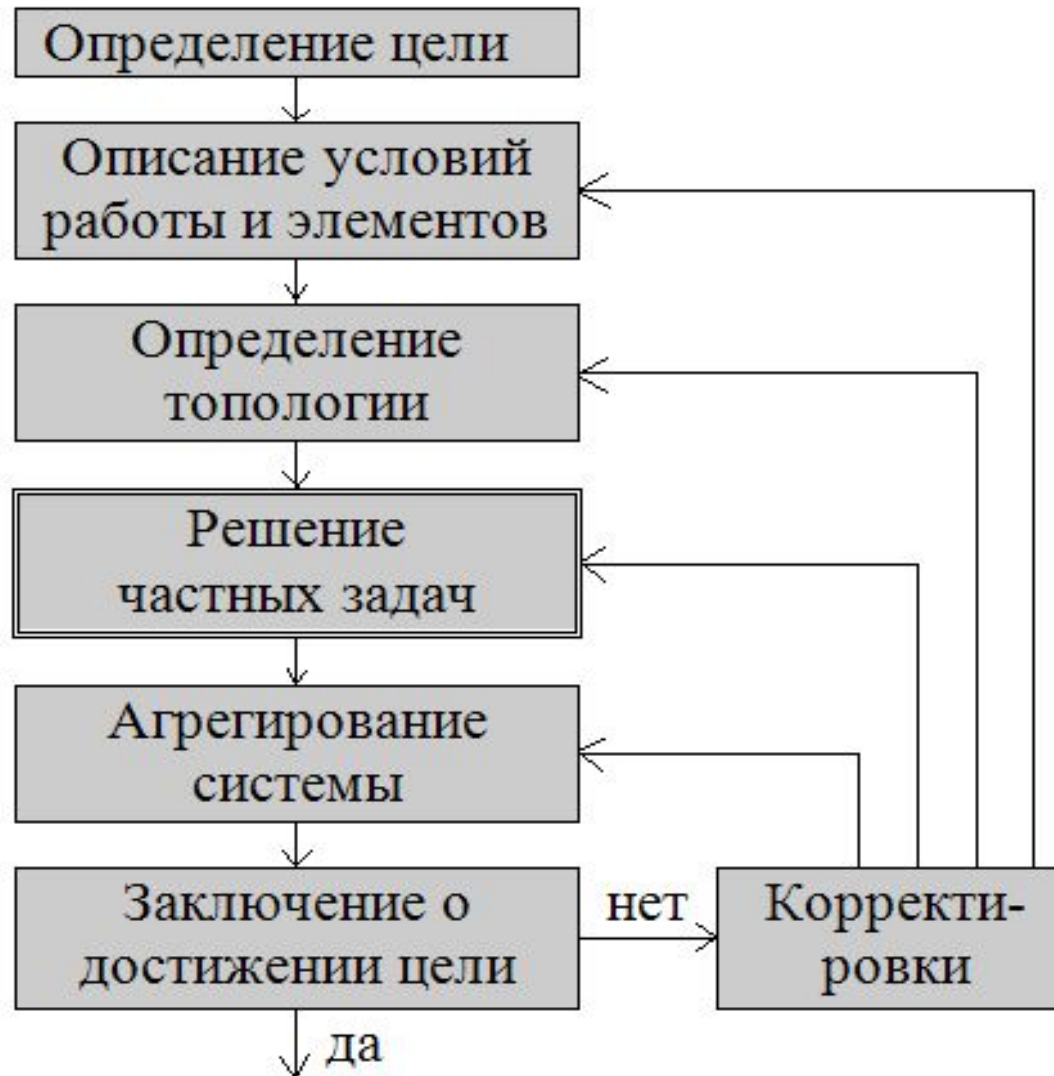
Прангишвили И. В.

«Системный подход и общесистемные закономерности»

-
- В соответствии со множеством определений понятия *система* существует и множество алгоритмов и описаний системного подхода.
 - С учетом специфики условий создания и эффективного использования ЭИС Костровым А.В.* предложен простой вариант *обобщенного двухуровневого системного алгоритма*.

*Костров, А. В. Основы информационного менеджмента / А.В. Костров. - М.: Финансы и статистика, 2001г. – была первым и какое-то время единственным систематическим учебным пособием по информационному менеджменту в нашей стране

Блок-схема обобщённого системного алгоритма (1-й уровень)



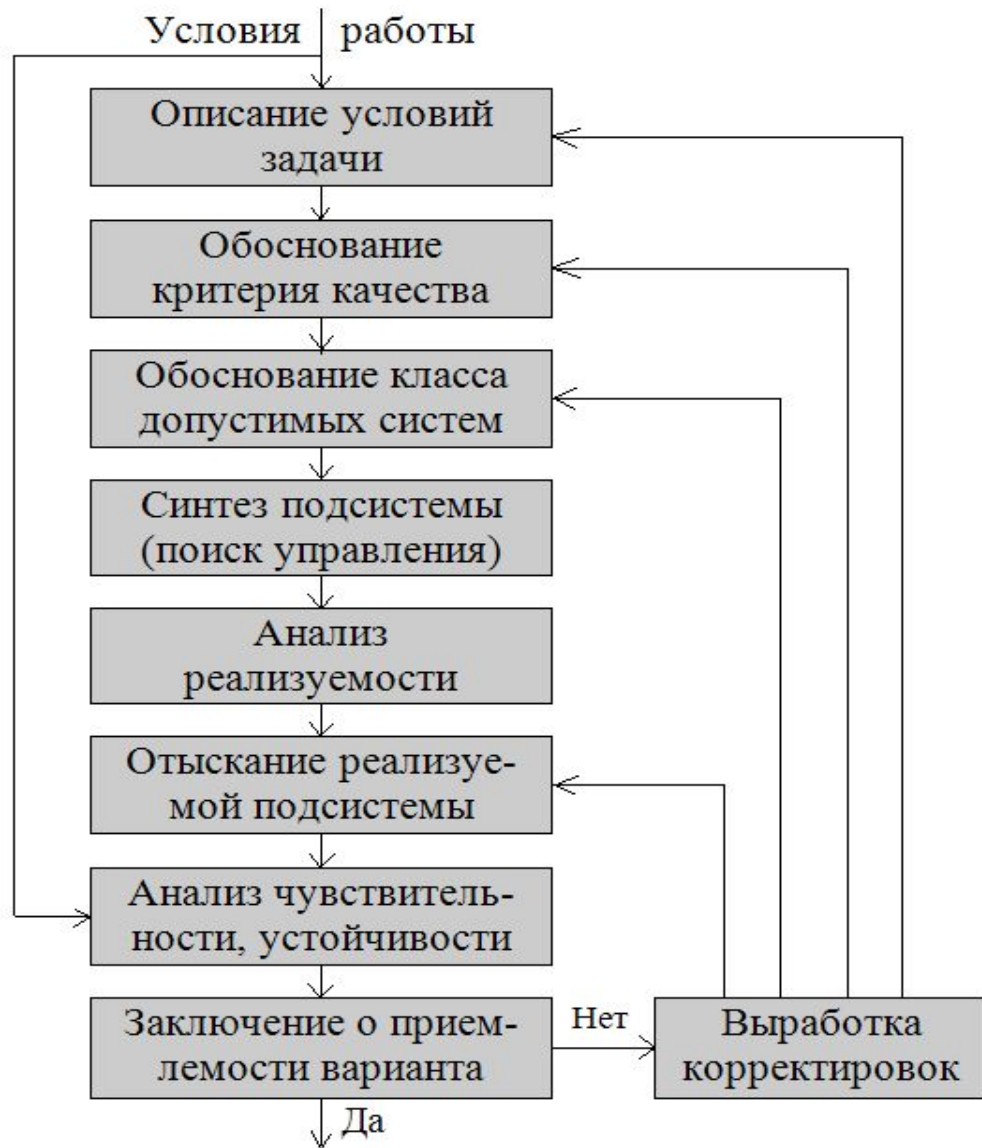
Этапы первого уровня Обобщённого Системного Алгоритма (ОСА)

1. определение (задание) цели;
2. описание условий работы, связей и элементов, входящих в объект;
3. определение топологии (структуры) проблемной ситуации;
4. решение частных задач (по подсистемам);
5. агрегирование системы (частных решений);
6. анализ свойств решения (системы), построенного(ой) по частям, и заключение о достижении цели;
7. корректировки на тех или иных этапах (при необходимости).

Преимущества первого уровня ОСА

- Первый уровень ОСА позволяет на каждом этапе поиска решения учитывать разнообразные связи, имеющиеся в исследуемом объекте или в исследуемой ситуации.
- Данный алгоритм можно применять в качестве универсального системного метода, по которому организуется управленческая или проектная работа, аналитическая или экспертная деятельность в сфере ОИ (индивидуальная и коллективная).
- Достигается совместимость по всем контролируемым показателям между элементами системы, системой и средой и совместимость внутри коллектива.
- Первый уровень ОСА эффективен и при построении системы соединением типовых или готовых блоков.
- Методика обеспечивает принятие решения (разработку системы) в ситуации, когда подсистемы имеют разную природу, различный уровень детализации, исследуются (или разрабатываются) разными людьми или коллективами (характерно для задач создания ИС).

Блок-схема обобщённого системного алгоритма (2-й уровень)



Преимущества второго уровня ОСА

- По второму уровню ОСА могут решаться частные задачи и выполняться расчеты на уровне подсистем.
- Деятельность персонала и расчет систем на основе моделей подсистем строятся всегда согласованно: сначала - расчет подсистем, который может выполняться параллельно и разными силами, затем - системы в целом.
- Поиск решения для каждой из подсистем может строиться по структурно единому алгоритму, принимаемому в качестве внутреннего системного стандарта, что обеспечивает методологическое единство всех выполняемых работ

Преимущества Обобщенного Системного Алгоритма

- Двухуровневый ОСА может использоваться в качестве системного стандарта.
- Двухуровневый ОСА при необходимости может использоваться при углублении выполняемых работ на уровень узла, блока, элемента.
- Двухуровневый ОСА является иерархическим.
- Исследования в пределах элемента или подсистемы выполняются детально на основе подробных моделей.
- В верхний уровень поступают обобщенные, т.е. наиболее значимые данные, поэтому верхний уровень имеет вполне обозримую и только наиболее важную информацию о подсистемах и элементах системы.

-
- Достигается не произвольное, а корректное упрощение описания проблемной ситуации и обеспечиваются адекватность и эффективность принимаемого решения.
 - ОСА позволяет и одному специалисту решать все задачи, в том числе и имеющие разнородную природу, для чего специалисту, естественно, придется освоить соответствующие предметные области.
 - ОСА наиболее эффективен при коллективной работе, поскольку позволяет организовать работу коллектива над сложными и объемными заданиями.
 - ОСА несложен, однако применять его нужно строго и последовательно, иначе ситуация заходит в тупик из-за несогласованностей на связях.

Метод системного анализа

Системный анализ — научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы.

Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов.

Ценность системного подхода состоит в том, что рассмотрение категорий системного анализа создает основу для логического и последовательного подхода к проблеме принятия решений.

Эффективность решения проблем с помощью системного анализа определяется структурой решаемых проблем.

Системный анализ предоставляет к использованию в различных науках, системах следующие системные методы и процедуры:

- ♦ абстрагирование и конкретизация
- ♦ анализ и синтез, индукция и дедукция
- ♦ формализация и конкретизация
- ♦ композиция и декомпозиция
- ♦ линеаризация и выделение нелинейных составляющих
- ♦ структурирование и ре структурирование
- ♦ макетирование
- ♦ реинжиниринг
- ♦ алгоритмизация
- ♦ моделирование и эксперимент
- ♦ программное управление и регулирование
- ♦ распознавание и идентификация
- ♦ кластеризация и классификация
- ♦ экспертное оценивание и тестирование
- ♦ верификация

Этапы системного анализа:

1. Определение конфигуратора.
2. Постановка проблемы - отправной момент исследования. В исследовании системы ему предшествует работа по структурированию проблемы.
3. Расширение проблемы до проблематики, т.е. нахождение системы проблем или задач, существенно связанных с исследуемой проблемой, без учета которых она не может быть решена.
4. Выявление целей: цели указывают направление, в котором надо двигаться, чтобы поэтапно решить проблему.
5. Формирование критериев. Критерий - это количественное отражение степени достижения системой поставленных перед ней целей. Критерий - это правило выбора предпочтительного варианта решения из ряда альтернативных. Критериев может быть несколько. Многокритериальность является способом повышения адекватности описания цели. Критерии должны описать по возможности все важные аспекты цели, но при этом необходимо минимизировать число необходимых критериев.
6. Агрегирование критериев. Выявленные критерии могут быть объединены либо в группы, либо заменены обобщающим критерием.

7. Генерирование альтернатив и выбор с использованием критериев наилучшей из них. Формирование множества альтернатив является творческим этапом системного анализа.

Генерирование альтернатив осуществляют с помощью метода мозговой атаки, получившим широкое распространение с начала 50-х годов как «метод систематической тренировки творческого мышления», направленный на «открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления». Методы этого типа известны также под названиями мозгового штурма, конференций идей, коллективной генерации идей (КГИ). Обычно при проведении мозговой атаки, или сессий КГИ, стараются выполнить определенные правила, суть которых сводится к тому, чтобы обеспечить как можно большую свободу мышления участников КГИ и высказывания ими новых идей; для этого рекомендуется приветствовать любые идеи, даже если они вначале кажутся сомнительными или абсурдными (обсуждение и оценка идей проводится позднее), не допускается критика, не объявляется ложной идея и не прекращается обсуждение ни одной идеи. Требуется высказывать как можно больше идей (желательно нетривиальных), стараться создавать как бы цепные реакции идей.

В зависимости от принятых правил и жесткости их выполнения различают прямую мозговую атаку, метод обмена мнениями, методы типа комиссий, судов (когда одна группа вносит как можно больше предложений, а вторая -- старается их максимально критиковать) и т.п. В последнее время иногда мозговую атаку проводят в форме деловой игры.

-
8. Исследование ресурсных возможностей, включая информационные потоки и ресурсы.
 9. Выбор формализации (построение и использование моделей и ограничений) для решения проблемы.
 10. Оптимизация (для простых систем).
 11. Декомпозиция.
 12. Наблюдение и эксперименты над исследуемой системой.
 13. Построение системы.
 14. Использование результатов проведенного системного исследования.

Применение системного анализа

- Системный анализ используется руководителями и инженерами в крупных предприятиях промышленности. Цель применения методов системного анализа в промышленности и в коммерческой области - изыскание путей получения высокой прибыли.
- Примером использования методов системного анализа в США может служить система программного планирования, известная под названием «планирование - программирование - разработка бюджета» (ППБ), или сокращенно «программное финансирование».
- Помимо применения системы ППБ в США используется целый ряд систем прогнозирования и планирования, в основе которых лежат методы системного анализа.
- В частности, для прогнозирования и планирования НИОКР применялась информационная система «ПАТТЕРН», для руководства космическим проектом «Аполлон» на всех этапах его разработки использовалась автоматизированная информационная система «ФЕЙМ», с помощью системы «КВЕСТ» достигалась количественная взаимосвязь между военными задачами и целями и научно-техническими средствами, необходимыми для их реализации, для тех же целей в промышленности служила система «СКОР».

- Главной методической особенностью этих систем являлся принцип последовательного расчленения каждой проблемы на несколько задач более низкого уровня с целью построения «дерева целей».
- Рассматриваемые системы позволяли определить сроки решения научных и технических проблем и взаимную полезность работ, способствовали повышению качества принимаемых решений за счет преодоления узковедомственного подхода к их принятию, отказа от интуитивных и волевых решений а также от работ, которые не могут быть выполнены в установленные сроки.
- Вместе с тем практика управления в США последних десятилетий показывает, что термин «системный анализ» не так часто применяется, как это имело место ранее.
- Многие подходы к обоснованию сложных решений, которые с ним связывались, продолжали использоваться и развиваться достаточно интенсивно уже под новыми названиями - «программный анализ», «анализ политики», «анализ последствий» и т.д. В то же время «новизна» названных видов анализа заключается скорее в их названиях.
- Методологической и методической их основой продолжает оставаться системный анализ, идеология системного подхода.

Метод структурного анализа

Структурный анализ — один из формализованных методов анализа требований к ПО. Автор метода — Том Де Марко (1979).

В этом методе программное изделие рассматривается как преобразователь информационного потока данных.

Основной элемент структурного анализа — диаграмма потоков данных.

Структурный подход к анализу ИС заключается в рассмотрении ее с общих позиций с последующей детализацией и представлением в виде иерархической структуры.

На верхнем уровне иерархии обычно представляется функциональное описание системы.

При проведении структурного анализа для повышения наглядности используется графическое представление функций ИС и отношений между данными.

Методология SADT

- SADT – одна из самых известных методологий анализа и проектирования систем, предложенная в 1973 г. Дугласом Россом.
- Методология SADT успешно работает в случае проектирования систем для организаций, деятельность которых жестко регламентирована четкими должностными инструкциями и методиками, что весьма характерно для органов государственного и муниципального управления.
- Методология SADT (точнее ее подмножество IDEF0) позволяет строить статическую функциональную модель и модель данных информационных систем, что подтверждается многочисленными примерами ее применения для структурного анализа систем различного назначения.
- Другая известная методология системного структурного анализа и проектирования DFD (Data Flow Diagram) отличается тем, что включает такие понятия, как внешняя ссылка и хранилище данных, что делает ее более удобной (по сравнению с IDEF0) для моделирования документооборота в корпоративных системах обработки информации.

- SADT, как и другие методологии проектирования рекомендуется использовать на ранних этапах жизненного цикла разработки автоматизированных информационных систем: для более глубокого и комплексного понимания системы до ее воплощения. SADT позволяет сократить дорогостоящие ошибки на ранних этапах создания системы, улучшить контакт между пользователями и разработчиками, сгладить переход от анализа к проектированию.
- Несомненным достоинством SADT-модели является ее возможность отражения таких характеристик, как управление, обратная связь, исполнители.
- Ряд ограничений методологии SADT могут быть в значительной мере сняты в результате использования инструментальных CASE-средств, позволяющих дополнять функциональные модели IDEF0 потоковыми диаграммами DFD и WorkFlow(IDEF3), например, пакет All Fusion и др.
- Методология SADT (IDEF0) предписывает построение иерархической системы диаграмм. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающей средой, в результате чего создается диаграмма верхнего уровня (контекстная диаграмма). Затем проводится функциональная декомпозиция, то есть система разбивается на подсистемы, и каждая из них описывается отдельно (диаграмма декомпозиции более низкого уровня).

Классификации методов моделирования систем

Классификация. Classification

От лат. Classis - группа + Facere - делать

Классификация - система соподчиненных понятий (классов, объектов, явлений) в той или иной отрасли знания или деятельности человека:

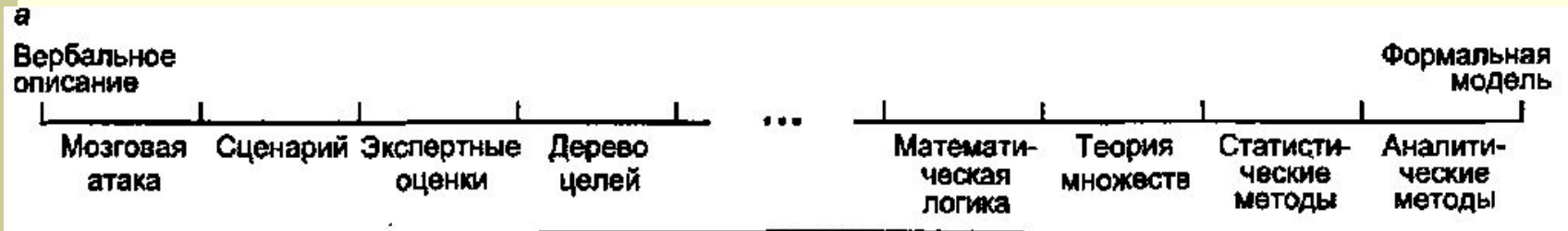
- составленная на основе учета общих признаков объектов и закономерных связей между ними;**
- позволяющая ориентироваться в многообразии объектов и являющаяся источником знаний о них.**

- ✓ Любая классификация условна, она лишь средство, помогающее ориентироваться в огромном числе разнообразных методов и моделей.**
- ✓ Разрабатывать классификацию нужно обязательно с учетом конкретных условий, особенностей моделируемых систем (процессов принятия решений) и предпочтений ЛПР, которым можно предложить выбрать классификацию.**

Постановка любой задачи заключается в том, чтобы перевести ее словесное, вербальное, описание в формальное

Перевод вербального описания в формальное, осмысление, интерпретация модели и получаемых результатов становятся неотъемлемой частью практически каждого этапа моделирования сложной развивающейся системы.

Для решения проблемы перевода вербального описания в формальное в различных областях деятельности стали развиваться специальные приемы и методы: «мозговой атаки», «сценариев», экспертных оценок, «дерева целей» и т.п.



Мозговая атака. Мозговой штурм. Brainstorming - оперативный метод решения проблем на основе стимулирования творческой активности, при котором участникам обсуждения предлагается высказывать как можно больше вариантов решения, в том числе самых фантастических. Затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике.

Для проведения мозговой атаки создаются две группы:

- участники, предлагающие новые варианты решения задачи;
- члены комиссии, обрабатывающие предложенные решения.

Различают индивидуальные и коллективные мозговые атаки.

Метод МОЗГОВОГО штурма



Метод мозгового штурма придуман Алексом Осборном (США) в 40-е годы 20-го века.

Метод мозгового штурма предназначен для того, чтобы решать задачи, а точнее, генерировать решения и выбирать наиболее подходящие. К примеру, поиск нового названия продукта или компании, поиск нестандартных подходов, - одним словом, когда есть задача, и нет представления, как к ней подступиться, с чего начать.

Примеры тем для мозгового штурма:

Как заработать 1000 евро?

Как назвать собаку?

Где провести выходные?

Какой бизнес открыть? ...

Этапы метода мозгового штурма

1) Организационные вопросы (пространство, люди), постановка проблемы

- Находим людей для генерацию идей, (примерное количество 7+- 2)
- Сообщаем им о том, какая задача стоит.
- Выбираем модератора группы (модератор – тот, кто будет следить за правилами мозгового штурма на всех его этапах, записывать идеи, предлагать свои). Лучше, если это будет человек энергичный, активный, и, самое главное, знающий особенности метода мозгового штурма.



людей от 2 до 7-9



модератора



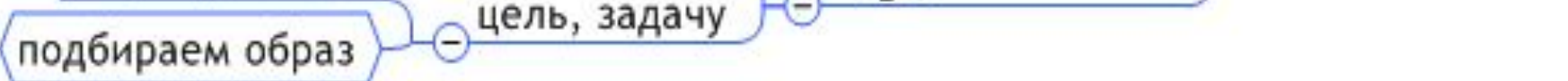
найти

сообщить задачу МШ

в центре листа

подбираем образ

цель, задачу



2) Сам мозговой штурм (генерация идей)

- Можно кратко ознакомить участников с особенностями метода мозгового штурма, но это не является обязательным условием.
- Модератор записывает задачу на доске.
- Участникам группы даётся 1-5 минуты поразмыслить над темой и записать пришедшие идеи на листе бумаги.
- Перед тем как обсуждать идеи необходимо сообщить правила обсуждения:



правила



в ходе поиска

~~2~~

без оценок



без принятия решений

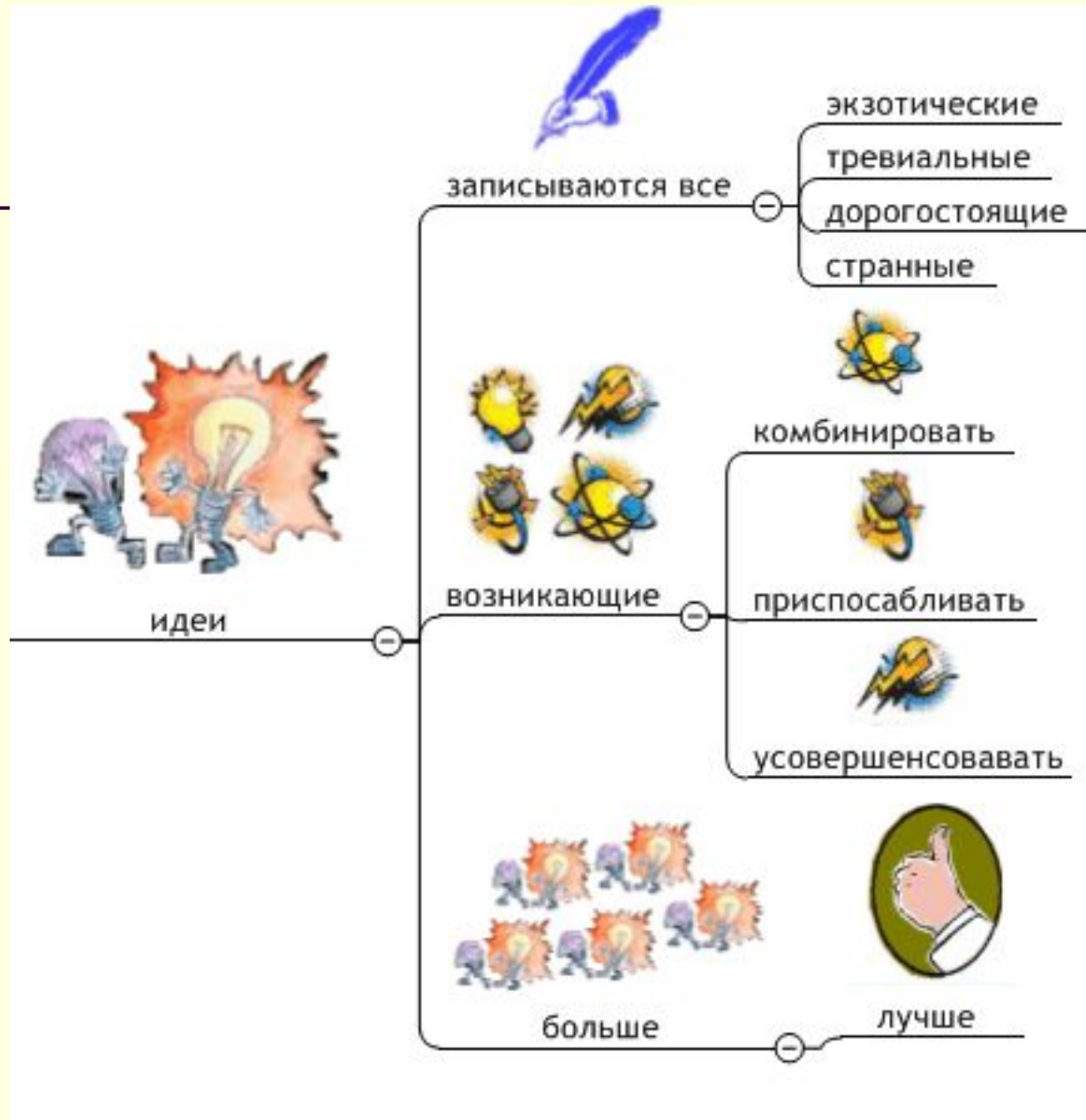


без критики

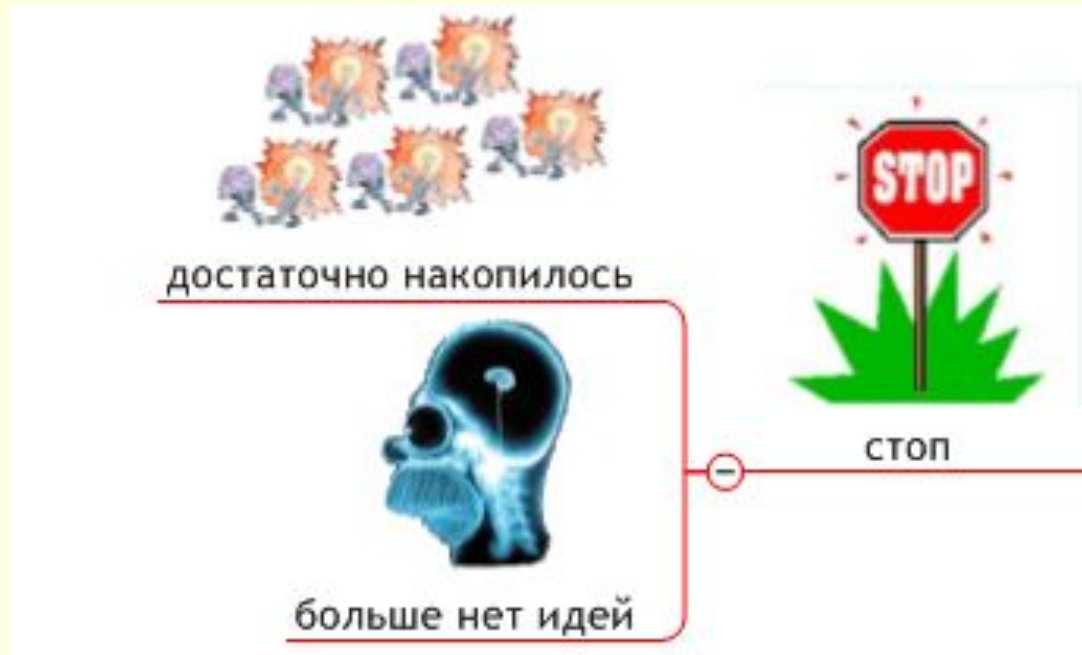


не искать детали

-
- Главное — количество идей. Не делайте никаких ограничений.
 - Полный **запрет на критику** (отсутствие оценивания идеи)
 - Необычные и даже абсурдные идеи приветствуются.
 - Комбинируйте и улучшайте любые идеи.
 - Не искать детали (на данном этапе достаточно тезисно озвучить идею)



- Модератор записывает **все идеи**. И заканчивает писать, когда они закончились или их количества уже достаточно.



3) Выбор подходящей идеи (анализ идей)

- Перед тем как начать выбор нужной идеи необходимо удалить повторяющиеся, не относящиеся к теме или проблеме.
- Расставляем приоритеты (в соответствии с теми критериями, которые для нас наиболее значимы при решении данной задачи). Критерии могут быть такие: скорость, время деньги и т д.
- Наиболее предпочитаемые идеи прорабатываем (что и как делать, кто за что отвечает, сроки, ресурсы, этапы и т д.)



повторяющиеся



удалить



неотносящиеся

2

оценка идей



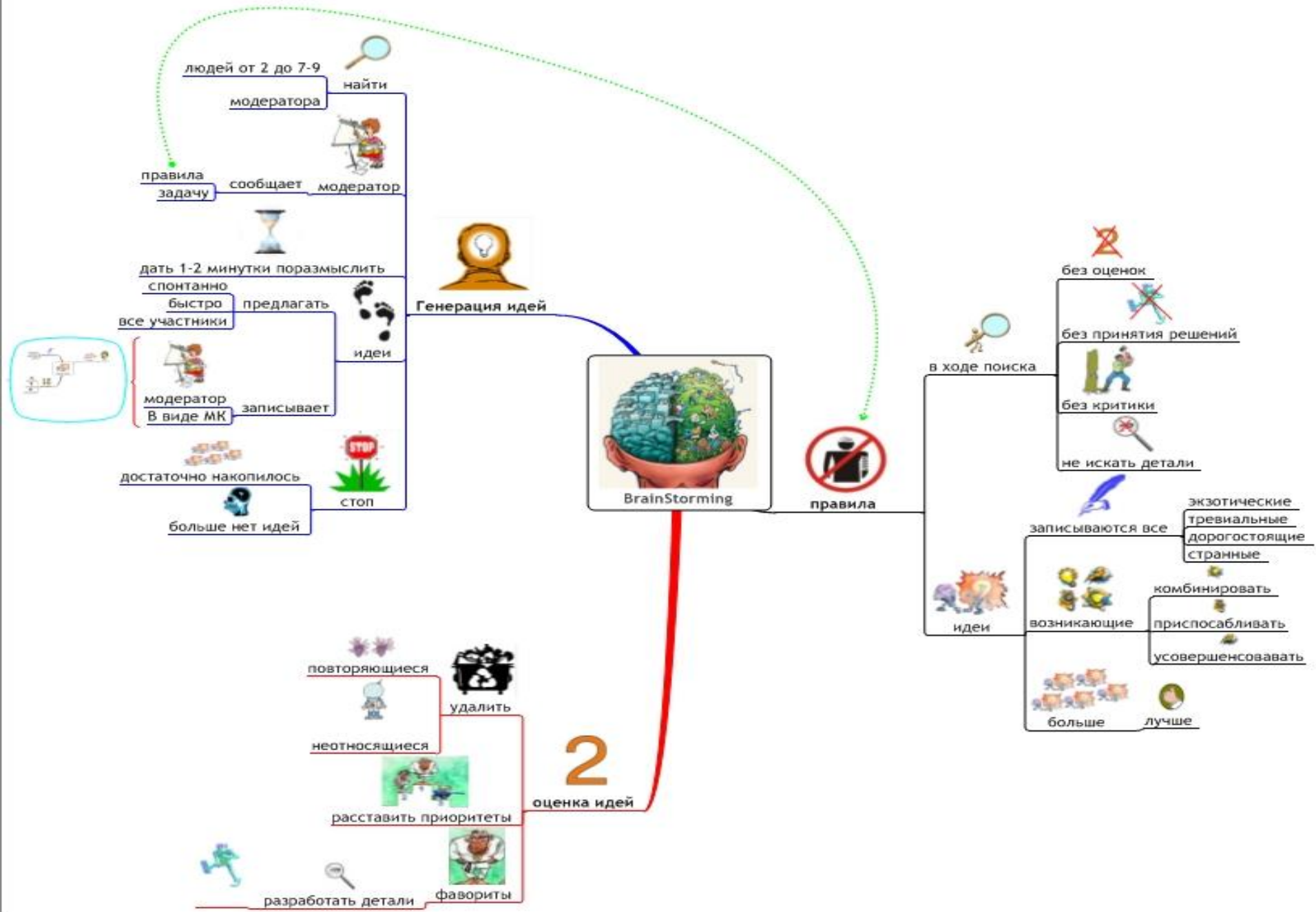
расставить приоритеты



разработать детали

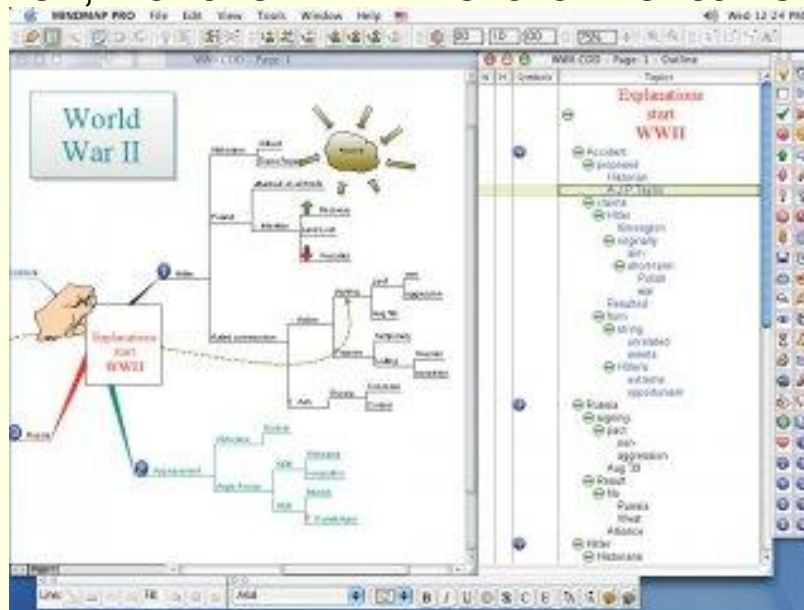


фавориты



ConceptDraw MINDMAP Personal Mac

ConceptDraw MINDMAP 4 - это инструмент для командного "мозгового штурма" (генерирования идей). В программе имеются много инструментов для рисования и богатая коллекция предварительно нарисованных форм. Используя программу, можно систематизировать свои идеи и задания и преодолите перегрузку информации с помощью метода программы Mind Mapping. ConceptDraw MINDMAP 4 поддерживает дополнительные форматы файлов. Программу можно использовать для записи заметок, памяток и планирования. Схема мыслей, конспекты и текстовые заметки могут быть сохранены на iPod.



JCVGantt Pro

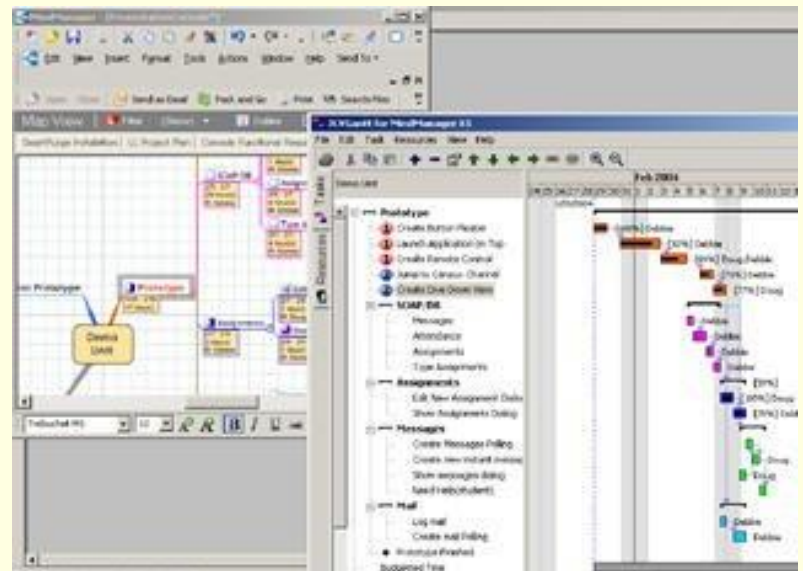
JCVGantt Pro очень быстро планирует проекты:

- Задачи мозгового штурма.

- ~~Определите зависимость заданий.~~

- Определите, кто сделает всю работу, потом изучите Gantt графики и настраиваемые отчеты по стоимости проекта.

Данная программа напрямую синхронизируется с MindManager X5 Pro! JCVGantt Pro создает отчеты в стиле широкоформатных таблиц Excel. И для системы мозгового штурма, данная программа напрямую синхронизируется с MindManager X5 Pro. Это новый способ планирования и слежения за проектами, которая идеально совмещается с графическим подходом программы MindManager X5. Данная программа предоставляет новый метод работы с Gantt графиками.



Метод мозгового штурма является эффективным способом решения множества задач, однако в условиях ограниченности времени и пространства, проводить мозговой штурм бывает нецелесообразно.

<http://www.stimul.biz/ru/lib/articles/brainstorming>

<http://www.advertology.ru/article27959.htm>

<http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/206876.html>

<http://www.softsoft.ru/business/projectmanagement/21072.htm>

<http://www.softsoft.ru/graphicapps/other/10183.htm>

Экспертные оценки. Expert estimates - основанные на суждениях специалистов количественные или бальные оценки процессов или явлений, не поддающихся непосредственному измерению.

Метод сценариев является средством первичного упорядочения проблемы, получения и сбора информации о взаимосвязях решаемой проблемы с другими и о возможных и вероятных направлениях будущего развития. Группа квалифицированных специалистов составляет план сценария, где стремится наметить области науки, техники, экономики и пр., которые должны быть учтены при постановке и решении проблемы. Различные разделы сценария обычно пишутся разными группами людей. Привлечение разных профессионалов позволяет проследить ветвление сценария, взаимосвязи с другими проблемами и т.д.

Дерево целей – это структурированная, построенная по иерархическому принципу (распределенная по уровням, ранжированная) совокупность целей экономической системы, программы, плана, в которой выделены генеральная цель («вершина дерева»); подчиненные ей подцели первого, второго и последующего уровней («ветви дерева»). Название «дерево целей» связано с тем, что схематически представленная совокупность распределенных по уровням целей напоминает по виду перевернутое дерево.

□ Развитие математики шло по пути расширения средств постановки и решения трудноформализуемых задач.

□ Возникла теория вероятностей и математическая статистика как средство доказательства адекватности модели на основе представительной (репрезентативной) выборки и понятия вероятности, правомерности использования модели и результатов моделирования.

□ Для задач с большей степенью неопределенности инженеры стали привлекать *теорию множеств, математическую логику, математическую лингвистику, теорию графов*, что во многом стимулировало развитие этих направлений.

Математика стала постепенно накапливать средства работы с неопределенностью, со смыслом, который классическая математика исключала из объектов своего рассмотрения.

Между неформальным, образным мышлением человека и формальными моделями классической математики сложился «спектр» методов, которые помогают получать и уточнять (формализовывать) вербальное описание проблемной ситуации, с одной стороны, и интерпретировать формальные модели, связывать их с реальной действительностью - с другой (рис.1а.).

Развитие методов моделирования шло параллельно.



Разделение методов на:

- МФПС - *методы формализованного представления систем*
- МАИС - *методы, направленные на активизацию использования интуиции и опыта специалистов (методы активизации интуиции специалистов)*

находится в соответствии с основной идеей системного анализа (сочетание в моделях и методиках формальных и неформальных представлений), что помогает в разработке методик, выборе методов постепенной формализации отображения и анализа проблемной ситуации.

В группе МАИС методы расположены сверху вниз в порядке возрастания возможностей формализации:

Методы, направленные
на активизацию интуиции
и опыта специалистов (МАИС)

Методы организации сложных
экспертиз

Экспертные оценки

Морфологические методы

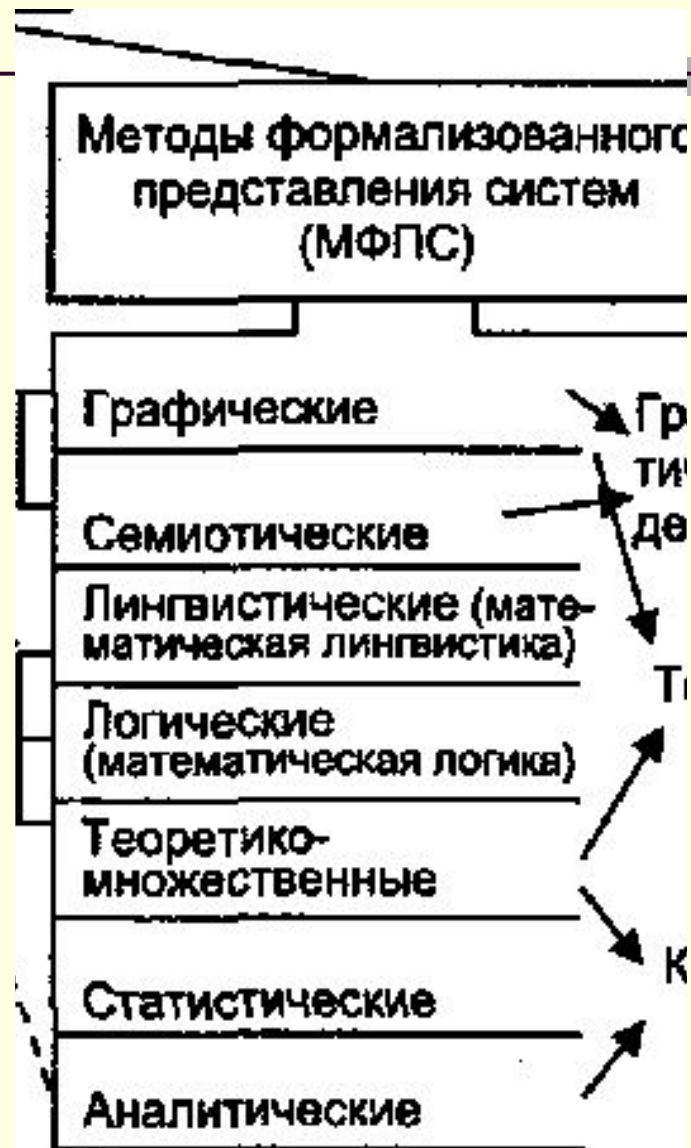
Методы структуризации (типа "дерева
целей", сети и др.)

Методы типа "Дельфи"

Методы типа "сценариев"

Методы типа "мозговой атаки" или
коллективной генерации идей (КГИ)

В группе МФПС - снизу вверх возрастает внимание к содержательному анализу проблемы и появляется все больше средств для такого анализа.



Иногда рассматривают **МАИС** – как **качественные** методы, а **МФПС** – как **количественные** методы.

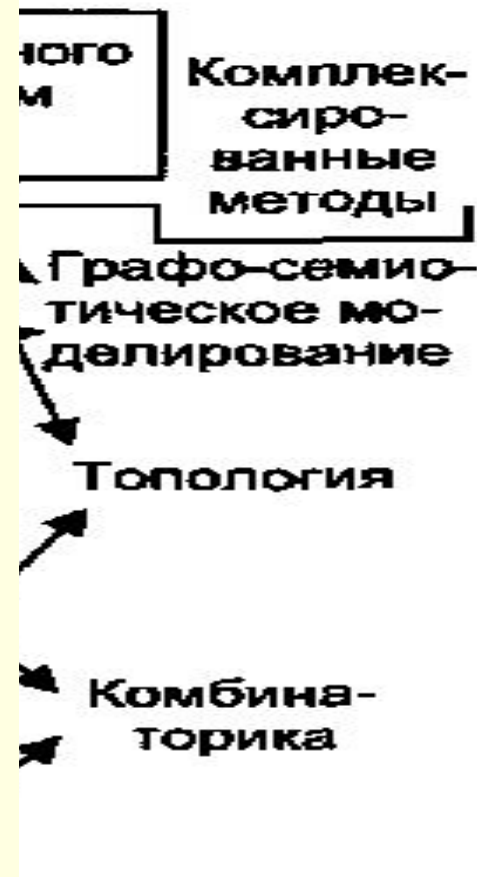
Методы, отнесенные к группе МАИС, могут использовать и формализованные представления (при разработке *сценариев* могут применяться статистические данные, возможны и некоторые расчеты; с формализацией связаны получение и обработка *экспертных оценок, методы морфологического моделирования*),

Возможные варианты последовательного использования методов из групп МАИС и МФПС системного анализа отражены в **методиках**.

Такое упорядочение помогает сравнивать методы и выбирать их при формировании развивающихся моделей принятия решений, при разработке методик системного анализа.

- В силу теоремы Гёделя о неполноте, в рамках любой формальной системы, сколь бы полной и непротиворечивой она ни казалась, есть положения (соотношения, высказывания), истинность или ложность которых нельзя доказать формальными средствами этой системы; для преодоления же неразрешимой проблемы нужно расширять формальную систему, опираясь на содержательный, качественный анализ.
- **Теорéма Гёделя о неполнотé** утверждает, что если формальная арифметика непротиворечива, то в ней существует невыводимая и непроверяемая формула.
(доказана Куртом Гёделем в 1930 году и опубликована в 1931)

Комплексированные методы - методы моделирования создаваемые на основе сочетания ранее существовавших классов методов: комбинаторика, топология начинали развиваться параллельно в рамках линейной алгебры, теории множеств, теории графов, а затем оформились в самостоятельные направления.



Специальные методы - методы, базирующиеся на сочетании средств МАИС и МФПС.



Специальные методы моделирования систем

Имитационное моделирование - целенаправленные серии многовариантных исследований, выполняемых на компьютере с применением математических моделей.

Различные подходы к имитационному моделированию. соответствуют основной идее системного анализа - сочетанию возможностей человека как носителя ценностей, генератора идей для принятия решений, с формальными методами, обеспечивающими возможности применения ЭВМ.

Имитационное динамическое моделирование.

Предложено Дж. Форрестером (США) в 50-х гг. XX в., использует:

- удобный для человека структурный язык, помогающий выражать реальные взаимосвязи, отображающие в системе замкнутые контуры управления,
- аналитические представления (линейные конечно-разностные уравнения), позволяющие реализовывать формальное исследование полученных моделей на ЭВМ с использованием специализированного языка DYNAMO.

Ситуационное моделирование.

Идея предложена Д.А. Поспеловым, развита и реализована Ю.И. Клыковым и Л.С. Загадской (Болотовой).

Это направление базируется на отображении в памяти ЭВМ и анализе проблемных ситуаций с применением специализированного языка, разрабатываемого с помощью выразительных средств теории множеств, математической логики и теории языков.

Структурно-лингвистическое моделирование.

Подход возник в 70-е гг. XX в. в инженерной практике и основан на использовании для реализации идей комбинаторики:

- структурных представлений разного рода,
- средств математической лингвистики.

В расширенном понимании подхода в качестве языковых (лингвистических) средств используются и другие методы дискретной математики:

- языки, основанные на *теоретико-множественных представлениях*,
- на использовании средств *математической логики, математической лингвистики, семиотики.*

Теория информационного поля и информационный подход к моделированию и анализу систем.

Концепция информационного поля предложена А.А. Денисовым и основана на использовании для активизации интуиции ЛПР законов диалектики, а в качестве средства формализованного отображения - аппарата математической теории поля и теории цепей.

Этот подход для краткости в последующем назван *информационным*, поскольку в его основе лежит отображение реальных ситуаций с помощью информационных моделей.

Метод постепенной формализации задач и проблемных ситуаций с неопределенностью на основе поочередного использования средств МАИС и МФПС.

Этот подход к моделированию самоорганизующихся (развивающихся) систем был первоначально предложен Волковой В.Н. на базе концепции *структурно-лингвистического моделирования*, но в последующем стал основой практически всех методик системного анализа.

Классификация методов моделирования:

-помогает осознанно выбирать методы моделирования,

- должна входить в состав методического обеспечения работ по проектированию сложных технических комплексов, по управлению предприятиями и организациями,

-она может развиваться, дополняться конкретными методами, т.е. аккумулировать опыт, накапливаемый в процессе проектирования и управления.

Основные понятия и закономерности теории систем являются основой для создания *методик системного анализа*, определяющих подходы к исследованию и разработке системы, последовательность этапов и методы их выполнения.

Для практического использования понятий и закономерностей теории систем, методов моделирования систем и процессов принятия решений, методик системного анализа с ними нужно знакомиться более подробно, обращаясь к специальной литературе:

1. Волкова В.Н. Основы теории систем и системного анализа
2. Волкова В.Н. Из истории теории систем и системного анализа
3. Анфилатов В.С. Системный анализ в управлении
4. Системный анализ в экономике: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Математические методы в экономике", "Прикладная информатика" / И.Н. Дрогобыцкий. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 423 с. - ISBN 978-5-238-02156-0.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785238021560.html>
5. Батоврин В. К. Системная и программная инженерия. Словарь-справочник: учеб. пособие для вузов.- ДМК Пресс, 2010. -281 : ил. – ISBN 978-5-94074-592-1. <https://vlsu.bibliotech.ru/>

Все многообразие способов моделирования, рассматриваемого теорией моделирования, можно условно разделить группы:

- **Аналитическое моделирование**
- **Имитационное моделирование**
- **Эвристическое моделирование**
- **Эволюционное моделирование**

Аналитическое моделирование

- Заключается в построении модели, основанной на описании поведения объекта или системы объектов в виде аналитических выражений — формул.
- При таком моделировании объект описывается системой линейных или нелинейных алгебраических или дифференциальных уравнений, решение которых может дать представление о свойствах объекта.
- К полученной аналитической модели, с учетом вида и сложности формул применяются аналитические или приближенные численные методы.
- Реализация численных методов обычно возлагается на вычислительные машины, обладающие большими вычислительными мощностями. Тем не менее, применение аналитического моделирования ограничено сложностью получения и анализа выражений для больших систем.

Аналитическая модель может быть исследована следующими методами

- 1) аналитическим, когда стремятся получить в общем виде явные зависимости для характеристик систем;
- 2) численным, когда не удается найти решение уравнений в общем виде и их решают для конкретных начальных данных;
- 3) качественным, когда при отсутствии решения находят некоторые его свойства.

Основные технологии аналитического моделирования

- Анализ "что, если" (What-if анализ) – дает возможность пользователю изменять значения одних переменных (факторов) или их связи (формулы), наблюдая изменения значений других, зависимых переменных (однофакторный и двухфакторный анализ), отыскивает диапазон приемлемых значений зависимой переменной.
- Анализ чувствительности – является вариантом анализа "что, если", обычно используется, когда работник еще не определился в границах ключевых переменных.
- Анализ целевой функции ("how can" анализ) – работника интересует, сколько потребуется определенного параметра, чтобы получить определенный результат (подбор параметра); широко используется при поиске цены безубыточности или безубыточного объема продаж товара при заданной цене и издержках (часто называют "анализом целевой функции").

- Оптимизационный анализ – по содержанию близок к анализу целевой функции, но является более сложной технологией, которая обеспечивается применением электронных таблиц или специальных пакетов линейного программирования. Здесь находят оптимальные значения нескольких целевых переменных, на которые наложены ограничения – производственные, финансовые, маркетинговые. После определения задачи этот этап выполняется автоматически. Второй, аналитический этап, идет в интерактивном режиме, под контролем работника. При этом одна или несколько переменных изменяются в допустимых пределах, пока не будет получено наилучшее значение целевой переменной.
- Корреляционно-регрессионный анализ – помогает работнику в проверке некоторых гипотез относительно существования связей между зависимыми переменными и факторами, а также при поиске статистически значимых моделей для целей объяснения, предсказания и управления. Часто применяется при контроле и управлении качеством продукции.
- Анализ и прогнозирование на основе трендов – это анализ динамики развития с графическим и математическим моделированием тенденций, является повседневным аналитическим инструментом маркетолога, анализирующего ход продаж и оценивающего их перспективы. Может быть использована для анализа новых данных, отсутствующих в регламентированных отчетах информационных систем.

Инструментальные средства аналитического моделирования

По мере развития инструментов продолжает развиваться и сфера их применения.

В настоящее время существуют инструменты управления развертыванием аналитических процессов, управления и администрирования аналитических серверов и программного обеспечения, используемых аналитиками, а также инструменты для перевода кода с одного языка на другой.

Кроме того, имеется ряд коммерческих аналитических пакетов. Хотя лидерами рынка остаются компании SAS и SPSS, существует множество других аналитических программ.

Аналитические точечные решения

Аналитические точечные решения — отличный способ справиться с конкретными бизнес-проблемами. Такие инструменты позволяют подключить к аналитическому процессу больше людей. Использовать готовое коммерческое точечное решение намного быстрее, чем создавать собственное.

Язык R - быстро развивающийся набор аналитических инструментов с открытым исходным кодом. За последние годы он сильно эволюционировал и получил широкое распространение. R имеет свои преимущества и недостатки и не подходит для каждой организации или каждой задачи.

Преимущества:

Язык R имеет широкий спектр возможностей. Он в большей степени объектно-ориентированный, чем многие другие наборы аналитических инструментов. Может быть связан с такими распространенными платформами программирования, как C++ и Java, что позволяет внедрять R-код в приложения. На самом деле коммерческие аналитические пакеты даже позволяют выполнять код, написанный на языке R, в рамках своих наборов инструментов.

Недостатки:

Один из главных недостатков языка R заключается в том, что программирование с его помощью — достаточно интенсивный процесс. Несмотря на существование графических интерфейсов, созданных на основе языка R, многие пользователи сегодня по-прежнему предпочитают писать код. Кроме того, R-интерфейсы гораздо менее развиты, чем аналогичные интерфейсы для коммерческих инструментов.

Имитационное моделирование ИС

- Имитационное моделирование –метод моделирования информационной системы, позволяющий строить модели, описывающие процессы системы так, какими они будут в реальности. С помощью имитационного моделирования можно построить гипотезы и прогнозы, на основе которых можно предсказать будущее поведение системы.
- Имитационное моделирование является мощным инструментом исследования сложных процессов и систем и позволяет решать трудно формализуемые задачи в условиях неопределенности. Поэтому данный метод позволяет совершенствовать системы поддержки принятия решений, улучшая, тем самым, экономические показатели организаций, уменьшая риск от реализации решений и экономя средства для достижения той или иной цели.
- Особенно сейчас, в условиях спада экономической активности и производственной деятельности, когда предприятиям жизненно необходимо считать «каждую копейку и минуту», имитационное моделирование становится особенно актуально. Оно представляет собой универсальный подход для принятия решений в условиях неопределённости.

- Имитационное моделирование, как новое научное направление в прикладной математике и кибернетике начало интенсивно развиваться в конце 60-х годов, когда стали широко внедряться и использоваться сложные технические системы в самых разнообразных отраслях человеческой деятельности (космос, транспорт, биология, медицина, экономика, новые технологии на производстве и др.).
- В наше время в мире информационных технологий имитационное моделирование переживает второе рождение. Интерес к этому виду компьютерного моделирования оживился в связи с существенным технологическим развитием систем моделирования, которые на сегодняшний день являются мощным аналитическим средством, вобравшим в себя весь арсенал новейших информационных технологий, включая развитые графические оболочки для целей конструирования моделей и интерпретации выходных результатов моделирования, мультимедийные средства и видео, поддерживающие анимацию в реальном масштабе времени, объектно-ориентированное программирование, Internet – решения и др.

К имитационному моделированию прибегают, когда:

- 1) дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- 2) невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;
- 3) необходимо симитировать поведение системы во времени.

К областям деятельности, в которых широкое распространение получило использование имитационного моделирования при проведении исследований, относятся: бизнес процессы, динамика населения, ИТ-инфраструктура, математическое моделирование процессов, логистика, производство, рынок и конкуренция, сервисные центры, цепочки поставок и закупок, управление проектами, экосистемы.

Задачи, решаемые с помощью имитационного моделирования

- 1) прямые задачи анализа, при решении которых исследуемая система задаётся параметрами своих элементов и параметрами исходного режима, после чего требуется определить реакцию системы на действующие силы;
- 2) обратные задачи анализа, которые по известной реакции системы требуют найти возмущения, заставившие рассматриваемую систему прийти к данному состоянию и данной реакции;
- 3) задачи синтеза, требующие нахождения таких параметров, при которых процессы в системе будут иметь желаемый характер;
- 4) индуктивные задачи, целью которых является проверка гипотез, уточнение уравнений, описывающих процессы, происходящие в системе, выявление свойств этих элементов, настройка программ для расчётов на компьютере

Виды имитационного моделирования:

- 1) агентное моделирование- относительно новое (1990е-2000е гг.) направление в имитационном моделировании, которое используется для исследования децентрализованных систем, динамика функционирования которых определяется не глобальными правилами и законами (как в других парадигмах моделирования), а наоборот.
- 2) дискретно-событийное моделирование- подход к моделированию, предлагающий абстрагироваться от непрерывной природы событий и рассматривать только основные события моделируемой системы, такие как: «ожидание», «обработка заказа», «движение с грузом», «разгрузка» и другие. Этот вид моделирования наиболее подходит для моделирования производственных процессов. Основан Джеффри Гордоном в 1960х годах.
- 3) системная динамика-парадигма моделирования, где для исследуемой системы строятся графические диаграммы причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем созданная на основе этих диаграмм модель имитируется на компьютере. Метод основан Джейм Форрестером в 1950 годах.

Инструментальные средства имитационного моделирования

Среди наиболее распространенных систем ИМ, обладающих развитыми графическими средствами, можно назвать Aimsun (Transport Simulation Systems, S.L, Испания.), AnyLogic (The AnyLogic Company), Actor Pilgrim (Емельянов А.А., Емельянова Н.З. (Москва)), Arena (Rockwell Automation Inc., Wexford, PA, США.), AutoMod (Brooks Automation, США.), iThink(Isee Systems), AweSim (Symix Systems Inc., США.), ARIS(IDEES Sheer), MvStudium (Колесов Ю.Б. (Москва), Инихов Д.Б, Сениченков Ю.Б (СанктПетербург), Россия.).

Пакет Ithink

- Пакет Ithink использует подход системной динамики.
- Для его реализации служат конструкции четырех типов: станции, потоки, конвертеры и соединители .
- Чтобы создавать дискретные модели, Ithink использует три специальные станции: очереди, хранилища и транспортеры, которые передают элементы между станциями.
- При запуске модели Ithink используются средства анимации, перемещающие расположенные на различных уровнях станции в соответствии с логикой модели.
- Результаты моделирования выводятся в виде временных диаграмм или диаграмм разброса.
- Таблицы и диаграммы можно просматривать в специальных окнах пакета или в окне модели.

Пакеты AnyLogic и Arena

- Пакет AnyLogic – предназначен для разработки и исследования имитационных моделей. Построен на базе новых идей в области информационных технологий, теории параллельных взаимодействующих процессов и теории гибридных систем. Благодаря этим идеям чрезвычайно упрощается построение сложных имитационных моделей, имеется возможность использования одного инструмента при изучении различных стилей моделирования.
- Пакет ИМ Arena позволяет создавать подвижные компьютерные модели, используя которые можно адекватно представить очень многие реальные системы. Arena снабжена удобным объектно-ориентированным интерфейсом и обладает возможностями по адаптации к всевозможным предметным областям

Сравнение инструментальных средств имитационного моделирования

Характеристика	ARIS	iThink	AnyLogic	Arena
Разработчик	IDS Scheer	Isee systems	XJ Technologies	Rockwell Software
Парадигмы имитационного моделирования	Сетевое моделирование	Системная динамика	Возможно построение моделей на основе различных подходов	Дискретно-событийное моделирование
Построение модели	Графическое	Графическое	Графическое, программное	Графическое, программное
Отладка	+	+	+	+
Анимация	+	+	+	+
Экспорт и импорт данных	+	+	+	+
Web-интерфейс	+	-	-	-
Интерфейс пользователя модели	-	-	+	-
Наглядность моделей	+	+	+	+
Расширенные возможности проведения эксперимента	+	+	+	+
Иерархия	+	+	+	+
Специализированный язык	UML	-	Java	SIMAN
Построение диаграмм	+	+	+	+
Создание отчетов	+	+	+	+

Основные проблемы использования традиционных решений

- нет единой целостной взаимоувязанной модели, традиционные средства моделирования и проектирования формируют множество несогласованных противоречивых несопоставимых необозримых видов моделей,
- средства моделирования позволяют субъективно несопоставимо описывать модели одних и тех же предметов и процессов,
- нет эффективных средств коллективного on-line моделирования и проектирования единой сложной модели, используются организационно-регламентные методы параллельной работы над проектом.
- хаотическая повторяемость в моделях описаний одних и тех же объектов и функций, используемых для различных семантических целей и задач, неконтролируемая избыточность,
- не поддерживается жизненный цикл всей совокупности разработанных видов моделей, особенно при высокой динамике изменения требований,
- концептуально отсутствуют какие-либо механизмы и инструментальные средства, позволяющие доказать соответствие спроектированных утвержденных моделей «to be» и созданного, как бы на их основе, реального программного обеспечения информационных систем управления, нет обеспечения адекватности моделей и информационных систем,
- необратимость процесса моделирования,
- принципиальная бесконтрольность и нетранспарентность вносимых программистами в код программы и в структуры базы данных изменений, которые не прошли этапы моделирования, согласования, утверждения,
- длительные сроки моделирования сложных систем, модели устаревают до их реализации в информационных системах,
- большие финансовые, материальные, технологические, интеллектуальные и т.п. издержки.
- многие другие проблемы, которые неумолимо катастрофически нарастают.

Эволюционное моделирование

Эволюционное моделирование – часть области вычислительного интеллекта. Использует признаки теории Дарвина для построения интеллектуальных систем.

Эволюционное моделирование (evolutionary computation) - направление в искусственном интеллекте, в основе которого лежат принципы и понятийный аппарат, заимствованные из эволюционной биологии и популяционной генетики и объединяющие компьютерные методы моделирования эволюционных процессов в искусственных системах



Концепция эволюционного моделирования - замена процесса моделирования системы моделированием эволюции образующих ее объектов

Преимущества концепции:

- Оптимизация системы происходит одновременно с ее проектированием.
- Одновременно исследуется множество вариантов системы.
- Минимальное участие человека в проектировании системы за счёт появления эффекта самоорганизации в образующих ее объектах
- Возможность гибкого проектирования и исследования систем с элементами адаптивного поведения.

Направления
ЭВОЛЮЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ:

- модели возникновения молекулярно-генетических информационных систем;
- эволюционные алгоритмы;
- эволюционные модели;
- прикладное эволюционное моделирование.

Эволюционная модель	Математическая модель
Хромосома	Решение, объект, строка, последовательность
Ген	Переменная, параметр, характеристика, признак
Аллель	Значение фрагмента закодированного параметра
Локус	Номер фрагмента закодированного параметра
Генотип	Множество закодированных решений задачи, пространство поиска
Фенотип	Множество решений задачи, пространство решений
Особь, индивидуум	Объект, система
Пригодность, приспособленность	Качество, оптимальность
Fitness-функция	Целевая функция
Популяция	Множество решений
Поколение	Итерация работы эволюционного алгоритма

Методы эволюционного моделирования

- Генетические алгоритмы
- Генетическое программирование
- Эволюционные стратегии
- Эволюционное программирование

Эволюционное моделирование применяется:

- Для изучения и моделирования отдельных процессов естественной эволюции.
- Для совершенствования существующих искусственных систем за счет наделения их свойствами адаптивного поведения и самоорганизации на основе методов эволюционного моделирования.
- Для автоматизации решения различных оптимизационных задач науки и техники

Генетические алгоритмы

Генетический алгоритм – метод, основанный на использовании аналогий с природными процессами естественного отбора и генетических преобразований, предназначенный для решения оптимизационных задач.

История создания, исследования и применения генетического алгоритма связана со следующими работами:

- Holand, J. Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis with Application to Biology, Control and Artificial Intelligence , 1975 г.
- De Jong, K. Analysis of behavior of class of genetic adaptive systems, 1975 г.
- Goldberd, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, 1989 г.

Схема генетического алгоритма

Под начальной популяцией понимается некоторое количество объектов, получаемых случайным образом.

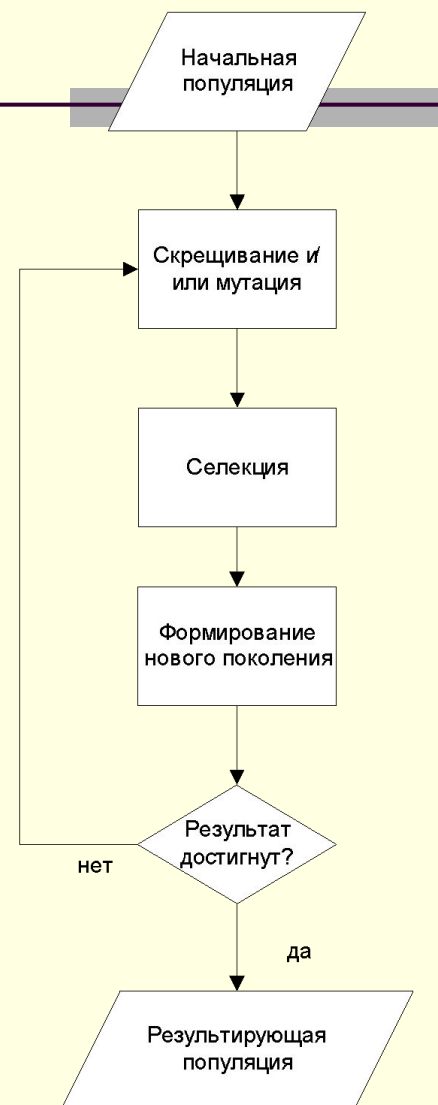
В генетическом алгоритме такими объектами выступают векторы генов, где каждый ген может быть битом, числом или неким другим объектом.

Эволюционная стратегия оперирует векторами действительных чисел.

В генетическом и эволюционном программировании роль объектов играют программы, всё лучше и лучше решающие поставленную вычислительную задачу.

Применение генетических алгоритмов:

- Оптимизация запросов к базам данных
- Настройка и обучение искусственной нейронной сети
- Задачи компоновки
- Игровые стратегии



Генетическое программирование

Генетическое программирование – расширение генетического алгоритма для решения оптимизационных задач в пространстве компьютерных программ.

Цель генетического программирования – автоматический синтез программы для задачи с неизвестным алгоритмом решения.

Применение генетического программирования:

- задачи на графах
- распознавание речи
- кластерный анализ
- экспертные системы

Инструментальные средства эволюционного моделирования

- Высокоуровневые языки программирования
- Matlab Neural Networks обеспечивает набор функций и приложений для моделирования сложных нейронных сетей. Инструментарий может быть использован для распознавания образов, кластеризации, моделирования динамических систем управления
- Statistica Automated Neural Networks обеспечивает поддержку нейросетей и нейросетевых архитектур практически неограниченного размера, включает мощные алгоритмы обучения сетей (метод сопряженных градиентов, алгоритм Кохонена), также позволяет проводить статистический анализ и строить прогнозирующие модели.

Технология эволюционного моделирования G3Em

- Эволюционное коллективное моделирование G3EM – технология распределенного в пространстве и времени конвергентного описания на языке G3L в сетевидной архитектуре G3A единой информационной модели мира, наших знаний о нем.
- Благодаря инновационной G3EM, участники процесса могут практически сразу видеть текущие изменения в системе, произведенные как ими самими, так и другими участниками процесса, они в режиме on-line «живут» в едином сетевидном управленческом пространстве, оптимально планируют, заказывают и используют общие ресурсы, наращивают экспертные знания и опыт глобального сообщества.

Новый подход – технология эволюционного моделирования G3EM позволяет:

- концептуально уменьшить время разработки систем управления;
- обеспечить эволюционное развитие программных комплексов;
- исключить затраты на интеграцию разнородных программ;
- эффективно использовать накопленный опыт проектирования;
- создавать единую и единственную (в отличие от аналогов) модель предметной области;
- обеспечить максимальную функциональность и адекватность исполняемой модели и реальной предметной области;
- включить системные соглашения в среду проектирования;
- автоматически создавать ЭИС и формировать проектную документацию на ЭИС;
- производить тестирование только добавленной бизнес-логики (программный исполняемый код не тестируется, поскольку генерируется автоматически);
- повысить надежность сложных систем управления;
- снизить затраты и объем ресурсов на создание, эксплуатацию, развитие информационных систем управления.

Эвристическое моделирование

- **Эври́стика** — отрасль знания, изучающая творческое, неосознанное мышление человека.
- Эвристика как наука занимается построением эвристических моделей процесса поиска оригинального решения задачи.

Типы эвристических моделей:

1. модель слепого поиска, которая опирается на метод проб и ошибок;
2. лабиринтная модель, в которой решаемая задача рассматривается как лабиринт, а процесс поиска решения — как блуждание по лабиринту;
3. структурно-семантическая модель, которая исходит из того, что в основе эвристической деятельности по решению задачи лежит принцип построения системы моделей, которая отражает семантические отношения между объектами, входящими в задачу.

Суть метода в том, что создается математическая модель объекта на основе гипотезы о его структуре и функциях. При этом используются имеющиеся в литературе количественные данные и, исходя из качественной гипотезы, путем предположений добавляются недостающие. Создание ее представляется неизбежным этапом на пути к реальной модели, а значение состоит в следующем:

1. Она требует более или менее непротиворечивой гипотезы. Противоречия неизбежно вскрываются, когда слова приходится заменять цифрами при построении модели, а также при дальнейшем исследовании готовой модели. Важно, чтобы она вела себя адекватно объекту, по возможности в широком диапазоне режимов.
2. Создается формальный язык будущей реальной модели.
3. Модель четко формулирует задачи для экспериментов: нужно получить определенную количественную информацию для уточнения наиболее спорных вопросов. По мере получения новых экспериментальных данных гипотетическая модель приближается к реальной.
4. Модель можно исследовать вместо объекта, и она позволяет предположить его новые свойства.
5. Ее можно использовать для управления объектом в тех пределах, где она достаточно точно совпадает с ним.

Этапы создания эвристической модели

- 1) Формулирование цели работы или назначения модели. Например, как этап в изучении объекта, как инструмент управления, для отработки формального языка, для проектирования экспериментов. От цели зависит все последующее.
- 2) Выбор уровня модели. Все сложные системы построены по иерархическому принципу. Степень обобщенности модели определяется тем нижним структурным уровнем, начиная с которого модель должна воспроизводить объект. Уровень определяется назначением модели, наличной информацией и возможностями ее переработки. Для управления достаточны высокие уровни, для создания новой системы и ее изучения желательны, по возможности, низкие уровни.
- 3) Формулирование качественной гипотезы о структуре и функциях объекта в пределах, ограниченных целями. Обычно приходится выбирать между несколькими противоречащими друг другу гипотезами. Первый выбор определяется общей точкой зрения авторов. В после дующей работе гипотеза подвергается изменениям, если возникают непримиримые противоречия.

-
- 4) Построение блок-схемы объекта. Элементы, подсистемы и связи определяются гипотезой и выбранным нижним уровнем структур.
 - 5) Выбор значимых переменных (ограничение числа связей). Сначала перечисляются все известные переменные для каждого из элементов, потом выбираются значимые согласно гипотезе с учетом поставленной задачи. Так уточняются связи и строится структурная схема объекта, которая становится основой модели.
 - 6) Установление по тем же принципам внешних «входов» системы — сначала определяются все внешние воздействия, потом из них выбираются значимые для поставленных целей.
 - 7) Установление характеристик элементов, т. е. зависимостей «входы» — «выходы» и «время». Это наиболее произвольный и сложный этап работы, так как количественные данные литературы либо противоречивы, либо недостаточны, либо вообще отсутствуют. Статические и динамические характеристики каждого элемента могут быть выражены графиками, алгебраическими или дифференциальными уравнениями, их системами.

- 8) Отладка модели. Задаются начальные внешние условия, исходное состояние элементов и производится увязка всех характеристик. При этом производится согласование «входов» и «выходов» как целой системы, так и ее элементов. В процессе этой работы обнаруживается противоречивость характеристик некоторых элементов при крайних режимах, требующая коррекций. Иногда возникает и полная невозможность сбалансировать модель, указывающая на непригодность принятой гипотезы. Отладка производится для нескольких граничных условий. Для сложной системы «типа живых» принципиально невозможно создать идеальную модель, так как нельзя повторить все ее низшие уровни.
- 9) Исследование модели, т. е. просчитывание многочисленных статических и динамических режимов. Это осуществимо только при использовании вычислительных машин. Вначале надо создать и отладить программу, что обычно требует небольших коррекций в самой модели, прежде всего исправления характеристик элементов (например, приведения их к линейным). Само исследование уже позволяет получить новую информацию об объекте, предположить неизвестные дотоле качества.
- 10) Верификация модели — сравнение характеристики модели и объекта при одинаковых условиях с целью определения достоверности модели и особенно границ ее применимости.

Проблемы математических условий

1. Много переменных. Количество их определяется назначением модели и наличием данных.
2. Сложные системы содержат множество «горизонтальных» связей в пределах уровня и «вертикальных» — между ними. Переменные на разных уровнях имеют разную специфику и временные характеристики. Все это должно быть представлено в модели, иногда при помощи и дополнительных переменных, отражающих качество основных.
3. Как правило, характеристики элементов нелинейны. Степени их нелинейности крайне различны, и некоторые точки кривых целесообразно выражать «скачками» (или логическими переключениями), отражающими дискретность в деятельности систем.
4. Необходимость обобщать переменные, т. е. заменять несколько конкретных переменных одной обобщенной (условной), является неизбежной при моделировании. Нужны специальные правила, описывающие, что можно, а чего нельзя объединять. По всей вероятности, они должны основываться на корреляциях показателей.
5. В эвристических моделях точность вычислений не обязательна, поскольку ее нет в экспериментальных науках, изучающих моделируемые объекты. Это очень важное условие. Оно позволяет отказаться от сложных математических описаний.

-
6. Модели должны предусматривать вероятностные расчеты. Поскольку в системах-объектах очень много неизвестного, то неизбежны варианты допущений, существенно влияющие на поведение системы.
 7. Специфика метода эвристического моделирования выдвигает свои требования к программированию моделей на компьютерах. Программы должны позволять произвольное изменение любой величины, любой характеристики, должны быть гибкими, блочными. Это необходимо для создания самой модели. Задача разработчика программы не ограничивается воспроизведением заданных формул и цифр, часто приходится их заново создавать и вносить поправки в ходе отладки модели с тем, чтобы получить некоторые предполагаемые по гипотезе конечные «выходы».
 8. О дискретных и непрерывных моделях. Сложные системы «типа живых» функционируют по программам, в которых скорости различных изменений и превращений меняются в больших пределах, хотя в принципе они всегда конечны. При создании моделей приходится пользоваться обобщениями и масштабами времени, поэтому изменения объектов с большими скоростями воспроизводятся как «скачки» количества или качества. Все это усложняет моделирование, поскольку нужно совмещать традиционные математические методы анализа с логическими.

Инструментальные средства эвристического моделирования

- Средства визуального моделирования (ARIS, BPwin)
- Средства планирования (MS Project)
- Средства математического моделирования (MathLab , MathCad)

Создание эвристических моделей требует творческой работы коллектива специалистов в данной области и математиков.

Имеются следующие проблемы:

- Первое — это выбор цели.
- Второе — обобщенность и детальность моделей.
- Третье — эвристические и реальные модели.
- Четвертое — коды моделей.

Рекомендуемые источники:

- Гультяев, А. В. Визуальное моделирование в среде MATLAB : учебный курс / А. В. Гультяев. – СПб. : Питер, 2012. – 432 с.
- Математическое моделирование систем связи : учебное пособие / К. К. Васильев, М. Н. Служивый. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 170 с.
- Набор технологий аналитического моделирования [Электронный ресурс] // 19 октября 2015 – Режим доступа: <http://lektsii.org/2-85430.html>
- An infographic comparing R, SAS and SPSS [Электронный ресурс] // June 20, 2014 – Режим доступа: <http://blog.revolutionanalytics.com/2014/06/an-infographic-comparing-r-sas-and-spss.html>
- Билл Фрэнкс - Укрощение больших данных: Как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики, 2014
- Вендров, А. М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) [Текст] / А. М. Вендров // Информационный бюллетень. – 2008. – № 10 (137). – 32 с.
- Макова А.С. Перспективы развития имитационного моделирования // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7-1. – С. 59-60;
- Киселева, М. В. Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic [Текст] / М. В. Киселева. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009. – 88 с.
- Лычкина, Н. Н. Динамическое имитационное моделирование развития систем и его применение в информационно-аналитических решениях для стратегического управления [Электронный ресурс] / Н. Н. Лычкина. – Режим доступа : <http://goo.gl/7KQcWi>
- Коровин, А. М. Анализ подходов и программного обеспечения для имитационного моделирования систем [Текст] / А. М. Коровин // Вестник ЮУрГУ. – 2012. – № 35. – С. 98–100.
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Эволюционное_моделирование
- Емельянов В.В. Курейчик В.В. Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
- Николенко С.И. Тулупьев А.Л. Самообучающиеся системы. М.: МЦНМО, 2009.
- Аверченков В.И. Казаков П.В. Эволюционное моделирование и его применение. М.: ФЛИНТА, 2011.
- Holand, J. Adaptation in Natural and Artificial Systems. An Introductory Analysis with Application to Biology, Control and Artificial Intelligence , 1975 г.
- De Jong, K. Analysis of behavior of class of genetic adaptive systems, 1975 г.
- Goldberd, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, 1989 г.
- <http://hdl.handle.net/10995/21306>
- Лекция П. В. Казаков «Эволюционное моделирование и его применение». 2009.
- http://www.viphmn.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=188:g3em-software-evolutionary-modelling&catid=24:-c&Itemid=47
- Каширина И.Л. Введение в эволюционное проектирование // Федеральное агентство по образованию 2007. Воронежский государственный университет. Учебное пособие.
- <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%B2%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
- <http://mydocx.ru/2-26605.html>
- <http://center-yf.ru/data/Marketologu/Metod-modelirovaniya.php>