



**Росдистант**  
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО

# МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В

ИНФОРМАТИКЕ 8 ЧАСТЬ





### **Основы системного анализа**

В рамках темы рассматривается роль системного анализа в развитии информатики. Мы познакомимся с практическим способом решения проблем, который наиболее распространен в информатике, узнаем об основных методах решения и о процедуре принятия решений. Материал темы включает также сведения об основных инструментах системного анализа и определение алгоритмического подхода для его применения в решении проблем. Содержание темы формирует понимание того, что в информатике широко применяются методы построения систем для проведения проблемного анализа.

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

Системный анализ - научный метод познания

Системный анализ опирается на комплекс методов:

- общенаучных
- экспериментальных
- естественнонаучных
- статистических
- математических

Системный анализ в обработке информации - это этап системной инженерии

Основная цель - это определение того, что система должна делать для удовлетворения требований конечных пользователей



Системный анализ – научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или постоянными элементами исследуемой системы. Системный анализ опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов.

**Системный анализ** в обработке информации – это этап системной инженерии. Основная цель этапа системного анализа – это определение того, что система должна делать для удовлетворения требований конечных пользователей.

На этапе проектирования системы спецификации преобразуются в иерархию диаграмм, которые определяют необходимые данные и процессы. Все процессы должны выполняться с данными, чтобы их можно было выразить в виде инструкций компьютерной программы. Многие информационные системы реализуются с помощью общего программного обеспечения, а не с помощью таких специально разработанных программ.

Системный анализ – процесс наблюдения за системами с целью устранения неполадок или разработки. Он применяется в информационных технологиях, где компьютерные системы требуют определенного анализа в соответствии с их структурой и дизайном.

Системный анализ программного обеспечения – это область, в которой аналитики постоянно изучают новые технологии, методы и подходы, позволяющие правильно развивать эффективные программные системы.

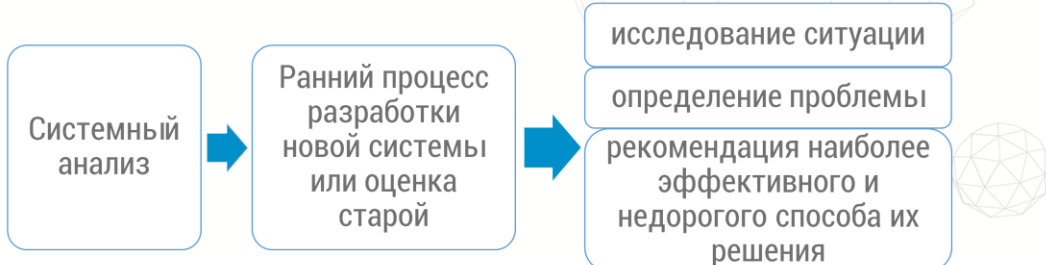
Цель системного анализа – понимание и документирование существенных

характеристик.

## ИСТОКИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Анализ - это разделение вещества на части для изучения и интерпретации; детальное обследование

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники, поэтому успех его применения во многом определяется современными возможностями информационных технологий



Анализ, как он определен в Оксфордском словаре, – это «разделение вещества на части для изучения и интерпретации; детальное обследование».

Никита Николаевич Моисеев приводит, по его выражению, довольно узкое определение системного анализа. «Системный анализ – это совокупность методов, основанных на использовании ЭВМ и ориентированных на исследование сложных систем – технических, экономических, экологических и т. д.» Результатом системных исследований является, как правило, выбор вполне определенной альтернативы: плана развития, параметров конструкции и т. д. Поэтому истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: исследование операций и общая теория управления.

Впоследствии системный анализ был описан как ранний процесс разработки новой системы или оценку старой. В этом процессе аналитики пытаются:

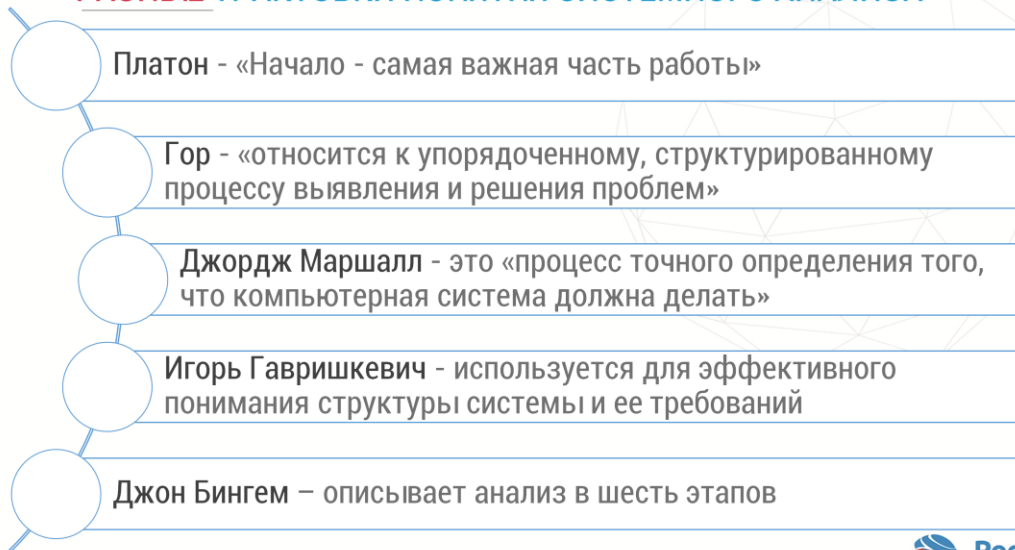
- исследовать данную ситуацию;
- определить основные проблемы, которые необходимо решить;
- разбить проблемы на подзадачи, если это необходимо;
- рекомендовать наиболее эффективный и недорогой способ их решения.

Системный анализ возник в эпоху разработки компьютерной техники. Успех его применения при решении сложных задач во многом определяется современными возможностями информационных технологий.

Системный анализ – не панацея. Как и все подходы к разработке системы, он имеет свои недостатки и ограничения. У какой-то компании, например, может

быть так много внутренних проблем, финансовых или других, что одного системного анализа, даже самого лучшего из возможных, не может быть достаточно, чтобы спасти ее от банкротства. Еще один недостаток заключается в том, что системный анализ требует больших затрат и времени. Хотя было много раз доказано, что проекты, прошедшие тщательную фазу системного анализа, имеют больше шансов на успех, это все еще не гарантия. Всегда существует риск того, что что-то будет упущено. Например, ошибка в коде, которая не проходит на финальной стадии тестирования.

## РАЗНЫЕ ТРАКТОВКИ ПОНЯТИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА



Платон однажды сказал: «Начало – самая важная часть работы». Первые шаги в работе над новым проектом, вероятно, самые важные, гарантирующие шансы на успех. Поэтому многие организации, компании и правительства предпочитают тратить значительные суммы денег на ранних этапах разработки, чтобы в дальнейшем иметь возможность минимизировать риск потенциальной катастрофы. В конце концов, чем раньше ошибка будет обнаружена, тем скорее она будет исправлена, что сэкономит силы, время и деньги.

Существует множество типов систем, управляемых человеком, от крупномасштабных сложных человеческих обществ до небольших компьютерных информационных систем.

Системный анализ – это процесс исследования границ системы, пользователей, процессов, входов и выходов с целью определения более эффективных и экономичных способов решения рассматриваемых проблем.

Другое, более общее определение состоит в том, что системный анализ «относится к упорядоченному, структурированному процессу выявления и решения проблем». Наконец, Джордж Маршалл в книге «Системный анализ и проектирование: альтернативные структурные подходы» определяет системный анализ как «процесс точного определения того, что компьютерная система должна делать».

Игорь Гавришкевич пишет в книге «Введение в системный анализ и проектирование», что анализ в основном используется для эффективного понимания структуры системы и ее требований. Джон Бингем в книге

«Справочник по системному анализу» описывает анализ в шесть этапов: выбор проекта, технико-экономическое обоснование, этап определения, этап проектирования, этап реализации и, наконец, этап оценки.



## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА



Возможно, одно из самых простых объяснений основной цели системного анализа заключается в следующем: он направлен на «преобразование потребностей пользователей в спецификации для программистов». Для достижения этого системный аналитик должен выполнить пять задач и обязанностей: планировать, исследовать, понимать, документировать и общаться с остальной частью команды.

Первый шаг, и это, вероятно, наиболее важно, – изучение аналитиком осуществимости системы. Это означает, что он должен тщательно изучить и решить, возможно ли разработать систему и сколько времени и денег это будет стоить.

Второй шаг – обсудить с целевой группой их потребности, чтобы иметь возможность понять и выявить требования.

Третий шаг – изучить существующие данные, человеческие ресурсы и доступные компьютерные процедуры, чтобы выяснить ограничения, выбрать техники или методы, которые будут использоваться на более поздних стадиях разработки. Обычно с этого этапа аналитик работает в тесном контакте с дизайнерами, программистами и тестировщиками, чтобы установить успешную коммуникацию между командой, наладить обратную связь.

Хотя системы, управляемые человеком, существуют уже много лет, системный анализ как научная область возник совсем недавно, несколько десятилетий назад. До того, как компьютеры стали мейнстримом, первые аналитики использовали более традиционные подходы для анализа и решения проблем.

Они выполняли два основных шага:

- анализировали требования проекта;
- уточняли эти требования.

Хотя такая практика была логичной и теоретически верной, она слишком сильно зависела от человеческого фактора, а значит, была подвержена ошибкам.

## ПРИНЦИПЫ ЭФФЕКТИВНОГО МЕТОДА АНАЛИЗА



Исследователи в области системного анализа, стремясь преодолеть все проблемы, вызванные традиционным подходом, сосредоточили свое внимание на разработке новых, более эффективных методов анализа. Результатом этих усилий стал структурированный подход к анализу. Этот подход, описанный в книге Дона Йейтса «Системный анализ и проектирование», опирается на три общих метода: моделирование, разделение и итерация.

Моделирование – это расширенное использование моделей, диаграмм, диаграмм потоков данных и других графических представлений. Цель графических представлений – предоставить реалистичное изображение системы для остальной части команды разработчиков.

Метод разделения рассматриваемой системы на подсистемы имеет целью сделать их более понятными для остальной части команды. Более того, разделение помогает аналитику решить, какую часть проблемы будет решать каждый член команды.

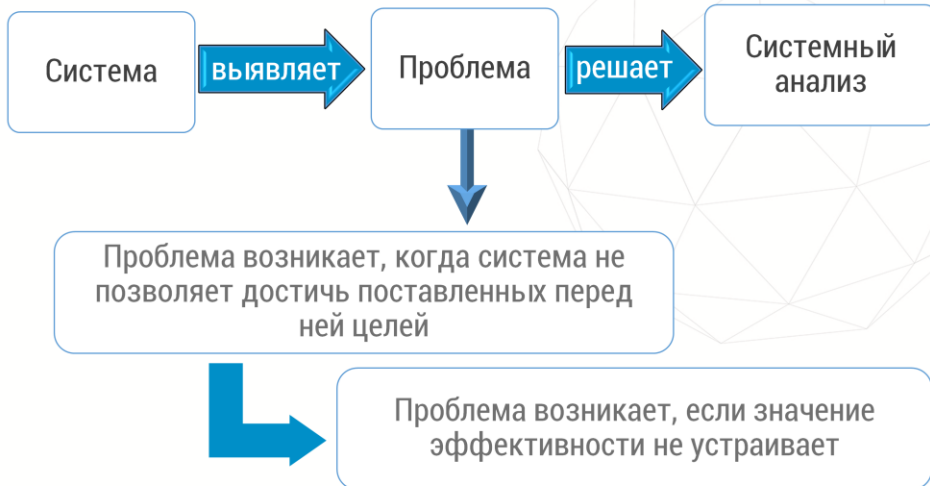
Итерация – это метод постоянного повторения этапа анализа столько раз, сколько необходимо, для достижения наилучшего возможного решения.

Необходимость в итерациях возникает из-за того, что система редко может быть правильно представлена с первого раза, поскольку обычно требуется много повторений для достижения стандарта точности.

После появления более структурированного и формального способа анализа системы исследователи пытались разработать различные модели, которые играли бы центральную роль в системном анализе. Эти модели, если строго

следовать им, значительно улучшат процесс разработки. Однако ранние модели разработки программного обеспечения, такие как модель водопада, не оставляли много места для обратной связи и изменений из-за их линейной структуры. В отличие от этих ранних моделей, модифицированные модели, такие как V-модель и спиральная модель, давали аналитику гибкость во взаимодействии с остальной командой даже на более поздних этапах разработки.

## СИСТЕМА. ПРОБЛЕМА



Системный анализ – один из важнейших этапов создания системы.

Предоставляя команде возможность взаимодействовать с аналитиком «на ходу», можно минимизировать время, необходимое для пересмотра системы, и, что наиболее важно, сэкономить много времени и денег.

Системный анализ – это метод решения проблем, который включает в себя рассмотрение системы в целом, разбиение целого на части и выяснение того, как система работает для достижения определенной цели.

Система представляет собой общий набор частей, этапов или компонентов, которые соединены в более сложное целое. Например, компьютерная система содержит процессоры, память, электрические цепи, источник питания и т. д.

Система – это средство достижения цели пользователями системы, стейкхолдерами. Система может быть специально создана или приспособлена для достижения цели. Система обязательно имеет одно или несколько целевых свойств. Если целевых свойств несколько, то они могут иметь разную ценность или разную значимость для пользователя системы.

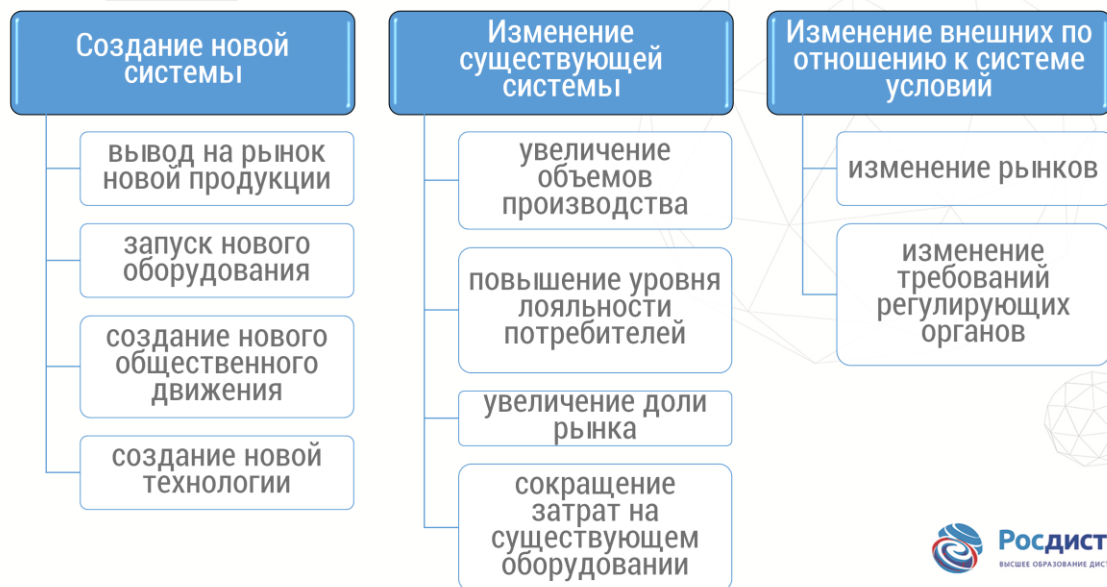
Системный анализ – это структурированный подход к достижению цели посредством выявления и решения проблем.

Проблема возникает, когда система не позволяет достичь поставленных перед ней целей: или целевое свойство не достигает намеченного уровня, или ухудшается, или может ухудшиться.

Проблема возникает, если значение эффективности системы нас не устраивает. Решить проблему, улучшить производственную систему – значит устранить

причины, приводящие к снижению ее эффективности. Очевидно, что таких причин великое множество, и устранять каждую из них – хлопотное и затратное дело. Логика системного анализа предполагает выявление наиболее значимых обстоятельств, приводящих к появлению проблемы, и концентрацию усилий именно на них.

## ПРОБЛЕМЫ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ СИСТЕМУ



Активно используемая система притягивает к себе проблемы, как магнит. Перечислим наиболее типичные проблемы, сопровождающие систему на протяжении ее жизненного цикла.

Создание новой системы:

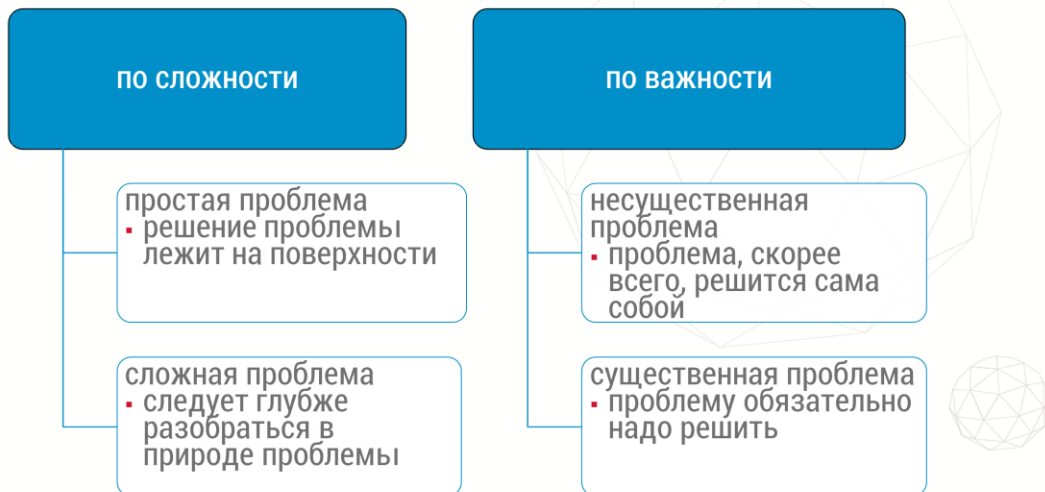
- вывод на рынок новой продукции, товара, услуги;
- запуск нового оборудования;
- создание нового общественного движения;
- создание новой технологии и т. п.

Изменение или улучшение существующей системы – обычно связано с изменением целей пользователя системы:

- увеличение объемов производства на существующем оборудовании;
- повышение уровня лояльности потребителей;
- увеличение доли рынка;
- сокращение затрат на существующем оборудовании и т. п.
- Изменение внешних по отношению к системе условий:
- изменение рынков;
- изменение требований регулирующих органов и т. п.

Практически всегда само существование системы обуславливает существование проблемы. Сложно представить себе собственника или пользователя системы, которые не желали бы сделать свою систему более эффективной, управляемой, надежной и безопасной.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОБЛЕМ



Каждый человек в своей профессиональной деятельности или в быту сталкивается с проблемами. Проблемы бывают разные.

**По сложности**, обусловленной сроками и обеспечением ресурсов, нужных для решения проблемы, выделяют:

- простые проблемы, когда решение проблемы лежит на поверхности, надо лишь собраться силами и начать действовать;
- сложные проблемы, когда для определения «правильных» усилий, направленных на решение проблемы, следует глубже разобраться в природе проблемы. Проблема выглядит нерешаемой, к ней страшно подступиться. Либо проблему уже решали, но она по каким-то причинам остается нерешенной;

**По важности** выделяют следующие типы проблем:

- несущественная проблема, которая, в принципе, не мешает жить и, скорее всего, решится сама собой, или, даже если проблема не решится, ничего страшного не произойдет;
- существенная проблема. Пока проблема не решена, дела идут вкривь и вкось. Проблему обязательно надо решить. Кроме того, для «правильного» решения проблемы есть время и ресурсы. Однако затраты на решение проблемы не должны превышать ущерб от самой проблемы!

Если проблема является сложной и важной, то часто не хватает просто здравого смысла для того, чтобы ее корректно решить. Тогда в дополнение к здравому смыслу необходимо привлекать специализированные инструменты решения



проблем. Если палку не сломать голыми руками, а сломать ее все-таки надо, то целесообразно взять в руки топор.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОБЛЕМ



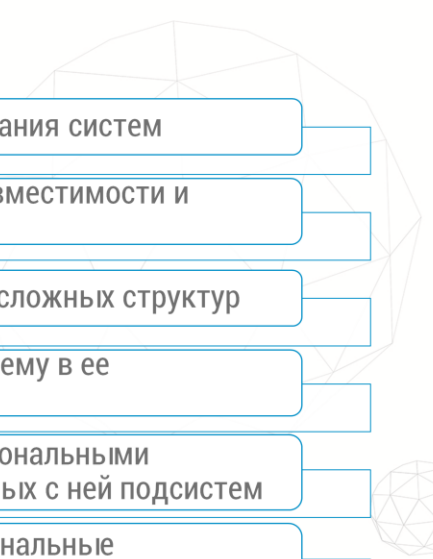
хорошо структурированные	существенные зависимости выяснены очень хорошо
слабо структурированные	содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны
неструктурированные	содержат лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик

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. Все проблемы подразделяются на три класса:

- хорошо структурированные, или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- слабо структурированные, или смешанные, проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать;
- неструктурированные, или качественно выраженные, проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны.

Слабо структурированные проблемы могут иметь много возможных ответов, потому что они сложны и плохо определены. «Лучшие» решения слабо определенных проблем зависят от приоритетов, лежащих в основе ситуации. «Лучшее» сегодня может не быть «лучшим» завтра. Слабо структурированные проблемы, поскольку их труднее «решить», требуют развития навыков мышления более высокого порядка и умения создавать убедительные аргументы в пользу конкретного решения, а не всех других возможных решений.

## ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

- 
- помогает найти средства проектирования систем
  - помогает в достижении взаимной совместимости и единства назначения подсистем
  - предлагает средства для понимания сложных структур
  - помогает поместить каждую подсистему в ее надлежащую перспективу и контекст
  - означает компромисс между функциональными требованиями подсистемы и связанных с ней подсистем
  - помогает понять и сравнить функциональные воздействия подсистем

Назовем основные задачи, которые характеризуют системный анализ.

Системный анализ помогает найти средства проектирования систем, в которых подсистема может иметь явно противоречивые цели.

Системный анализ помогает в достижении взаимной совместимости и единства назначения подсистем.

Он предлагает средства для понимания сложных структур.

Системный анализ помогает системе минимизировать доступные ресурсы для наилучшего достижения своих целей. Таким образом, обеспечивается синхронизация между системами и задачами.

Системный анализ означает компромисс между функциональными требованиями подсистемы, компонентов и непосредственно связанных с ней подсистем.

Системный анализ помогает понять и сравнить функциональные воздействия подсистем на систему в целом.

Таким образом, системный анализ является одним из важных методов, обеспечивающих систематический и более широкий взгляд на понимание, изучение и создание или изменение системы для достижения конкретных целей.

## ПРИЧИНЫ ДЛЯ НАЧАЛА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

### Причины

- Установить границы системы
- Определить является ли система закрытой или открытой, детерминированной или вероятностной
- Определить цель (цели) системы
- Добиться принятия людьми нового развития
- Определить важность системы
- Понять существующую роль систем в качестве интерфейса для интересов других систем
- Установить осуществимость системы
- Определить требования к ресурсам



Можно выделить ряд причин необходимости проведения системного анализа. Необходимо установить границы системы, которые будут определять объем и охват системы. Это помогает разобраться и понять функциональные границы системы, границы отделов в системе и людей, вовлеченных в систему. Анализ системы помогает разработчику системы сделать вывод, является ли система закрытой или открытой, а также детерминированной или вероятностной.

Необходимо определить цель или цели системы. Часто можно наблюдать, что системы исторически функционировали, утратив свою основную цель – достижение целей.

Стратегическая цель анализа системы – добиться принятия людьми идеи о необходимости нового развития, помочь преодолеть сопротивление новым разработкам, а также обеспечить приверженность новой системе.

Необходимо понимать важность системы в организации, что позволяет оценить полезность системы и помогает проектировщику определиться с ее конструктивными особенностями.

Система часто выступает в качестве интерфейса для других систем.

Следовательно, через такой интерфейс она стимулирует некоторые изменения в другой системе. Необходимо понимать существующую роль систем в качестве интерфейса для интересов других систем. Любая модификация или внесенные изменения не должны влиять на функционирование или цели других систем.

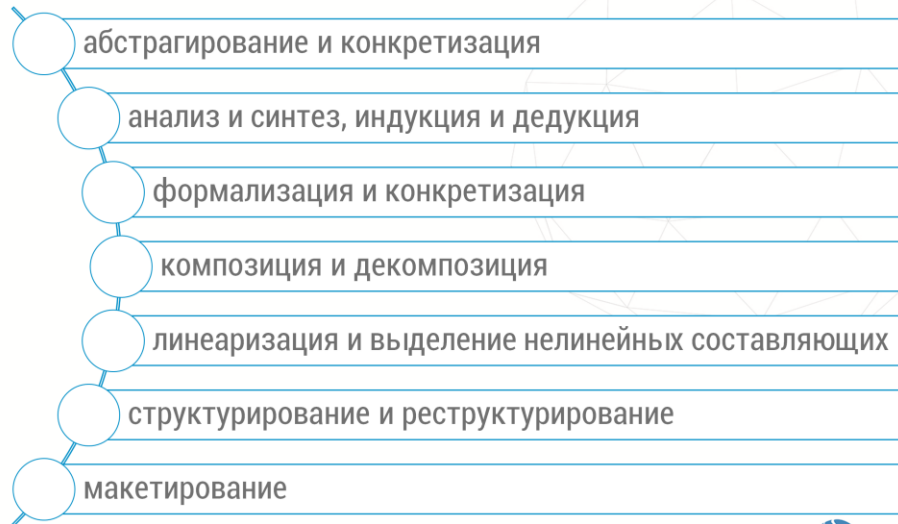
Анализ системы помогает оценить ее работоспособность с разных точек зрения.

Система должна удовлетворять техническим, экономическим и эксплуатационным требованиям.

Анализ системы помогает определить требования к ресурсам с точки зрения аппаратного и программного обеспечения. Следовательно, если потребуются какие-либо дополнительные ресурсы, это будет означать дополнительные вложения.

Перечисленные причины могут привести к проведению системного анализа.

## МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

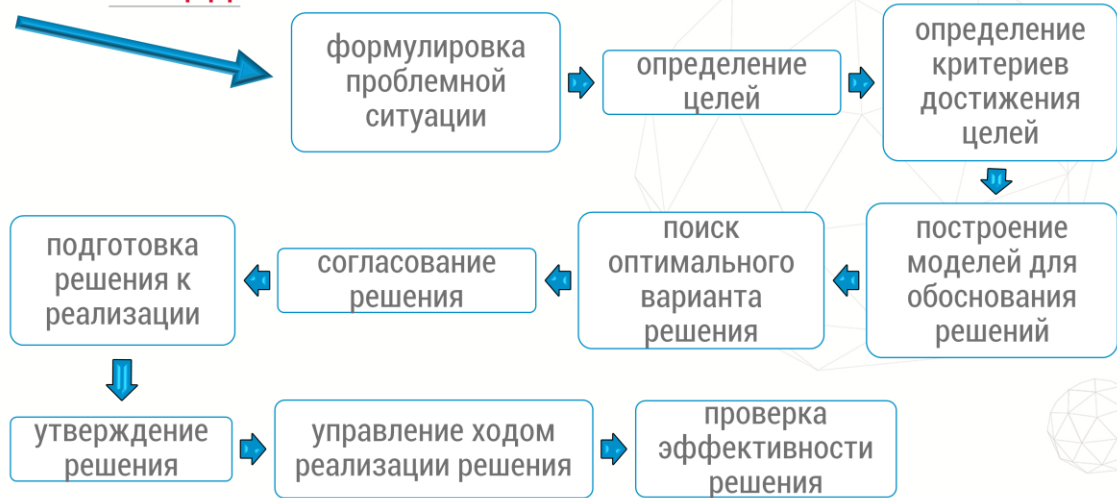


Для решения хорошо структурированных, количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций. Она состоит в построении адекватной математической модели и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями. Например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и другие рассматриваются как математические модели.

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 реструктурирование;
- макетирование, реинжиниринг, алгоритмизация;
- моделирование и эксперимент;
- программное управление и регулирование, распознавание и идентификация, кластеризация и классификация;
- экспертное оценивание и тестирование, верификация и другие методы и процедуры.

## ПРОЦЕДУРА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ



Для решения слабо структурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений. Рассмотрим технологию применения системного анализа к решению сложных задач.

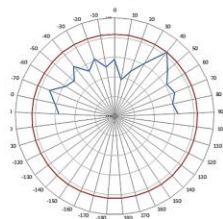
Процедура принятия решений включает следующие основные этапы:

- формулировка проблемной ситуации;
- определение целей и критериев их достижения;
- построение моделей для обоснования решений;
- поиск оптимального или допустимого варианта решения;
- согласование решения;
- подготовка решения к реализации;
- утверждение решения;
- управление ходом реализации решения;
- проверка эффективности решения.

Позатупное выполнение процедуры способствует минимизации проблем в системах. Кроме того, из представленного алгоритма видно, что он имеет циклическую структуру. Это означает, что проблема будет анализироваться до тех пор, пока не будет представлено решение.

## ИНСТРУМЕНТЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

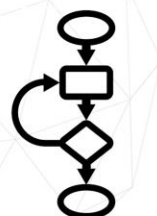
### Сеточные диаграммы



### Моделирование



### Блок-схема



### Дерево решений



### Таблицы решений

	1	2	3	4	5	6
вик?				Y		
		Y				
		Y	N	Y	N	Y
	Y	N	Y	N	Y	N
Лыжник						
ронный	X					
ренный				X		X
зонный						
оно		X	X		X	

Перечислим наиболее применяемые инструменты и методы системного анализа.

**Сеточные диаграммы** – это табличный метод представления отношений между двумя наборами факторов. Анализ диаграммы в виде сетки полезен для удаления ненужных отчетов или ненужных элементов данных из отчетов. Сеточную диаграмму можно очень эффективно использовать для отслеживания потока различных транзакций и отчетов в организации.

**Моделирование** предполагает построение модели, которая в значительной степени носит математический характер. Вместо того, чтобы напрямую описывать общее поведение системы, модель описывает работу системы в терминах отдельных событий компонентов системы.

Моделирование предоставляет средства для разделения работы по построению модели на более мелкие составляющие, а затем комбинирования этих частей в их естественном порядке.

Моделирование позволяет компьютеру представить эффект их взаимодействия друг с другом.

**Блок-схема системы** – это диаграмма или графическое представление логического потока операций и информации в организации. Она отображает взаимосвязь между обработкой ввода и выводом для всей системы.

**Дерево решений.** Некоторые решения включают в себя серию шагов. Результат первого решения направляет второе, третье решение зависит от результата второго и так далее. В таких ситуациях принятия решений неопределенность



окружает каждый шаг, поэтому мы сталкиваемся с нагроможденной неопределенностью. Деревья решений – это модель для решения такой проблемы.

**Таблицы решений** – это графический метод представления последовательности логических решений в виде таблицы. В нем перечислены все возможные условия и связанный с ними набор действий. Таблица решений состоит из четырех частей: заглушки условий, записей условий, заглушек действий и записей действий.

## АЛГОРИТМ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Системный анализ является технологией улучшения систем

Системный анализ предполагает последовательное выполнение определенных операций

- операция имеет цель
- после выполнения операции - результат



Системный анализ является методикой или, в некотором смысле, «технологией» улучшения систем. Как и любая технология, системный анализ предполагает последовательное выполнение определенных операций. Каждая операция имеет цель, после выполнения каждой операции ожидается вполне определенный результат. Ниже приведен алгоритм системного анализа и обозначены основные цели его этапов.

Первый этап. Формирование языка описания системы:

- определение терминов для описания системы;
- определение целевых свойств системы на языке описания системы.

Второй этап. Построение модели системы:

- установление взаимосвязей между ожиданиями стейкхолдеров и целевыми свойствами системы;
- установление взаимосвязей между внешними и внутренними факторами и параметрами системы.

Третий этап. Выявление проблемы: поиск критических параметров – параметров системы, негативно влияющих на ее целевые свойства.

Четвертый этап. Проверка, выявлена ли проблема: выявление корреляции значений критических параметров системы и отклонений ее целевых свойств от желаемых значений.

Пятый этап. Решение проблемы:

- выявление коренных причин проблемы системы;
- определение действий по улучшению системы;

- внедрение действий по улучшению.

Шестой этап. Проверка, достоверно ли решение: выявление корреляции значений критических параметров системы и улучшения ее целевых свойств.

Седьмой этап. Стабилизация решения:

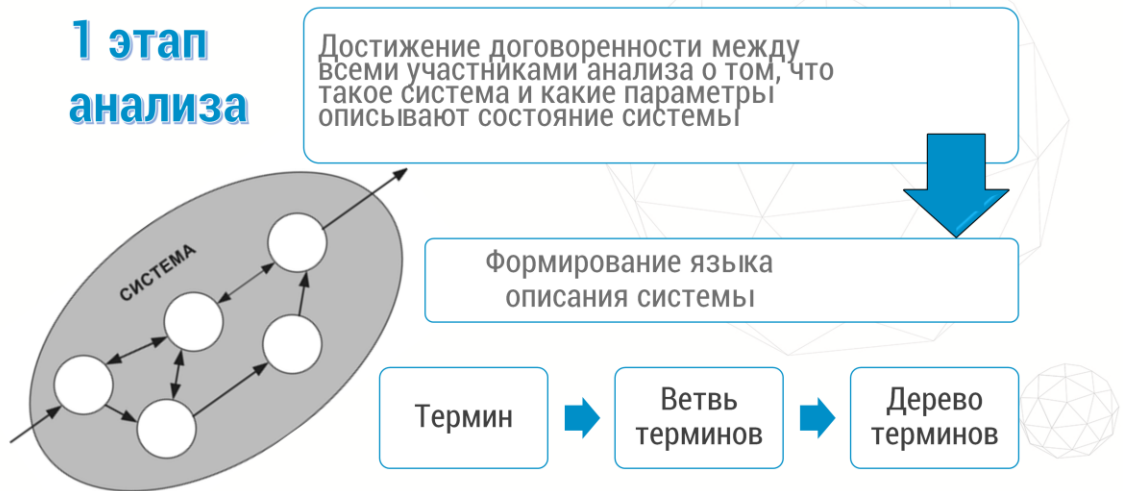
- стандартизация улучшающих действий, эффективность которых доказана;
- отслеживание корреляции состояния критических параметров системы и достигнутого результата.

Качество выполнения системного анализа подтверждается эффективностью действий по изменению системы, приводящих к решению проблемы системы.

Поэтому для полноценного выполнения системного анализа невозможно ограничиться только анализом системы. Нужно также найти правильные улучшающие действия и воплотить их жизнь. Нужно создать или изменить систему и убедиться в эффективности предпринятых действий.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЯЗЫКА ОПИСАНИЯ СИСТЕМЫ

### 1 этап анализа



Первый этап системного анализа – это достижение договоренности между всеми участниками анализа о том, что такое система и какие параметры описывают состояние системы. Для того чтобы это получилось, сначала надо договориться о терминах, которые будут использованы для описания системы. Представьте себе, что будет, если каждый из участников анализа начнет использовать свои собственные слова для обозначения одной и той же составной части, функции или параметра системы. А теперь представьте, что участники вообще говорят на разных национальных языках. Тогда к задаче унификации терминов добавляется необходимость договориться о едином для всех переводе этих терминов на разные языки.

Итак, язык описания системы – это удовлетворяющая всех участников системного анализа структура терминов.

**Термин** – это слово или фраза, которые обозначают или описывают часть, функцию или параметр системы.

**Дерево терминов** – это термины, организованные в виде иерархической, древовидной структуры.

Один термин описания системы может входить в разные ветви дерева терминов.

Назовем ключевые термины этапа анализа проблемы.

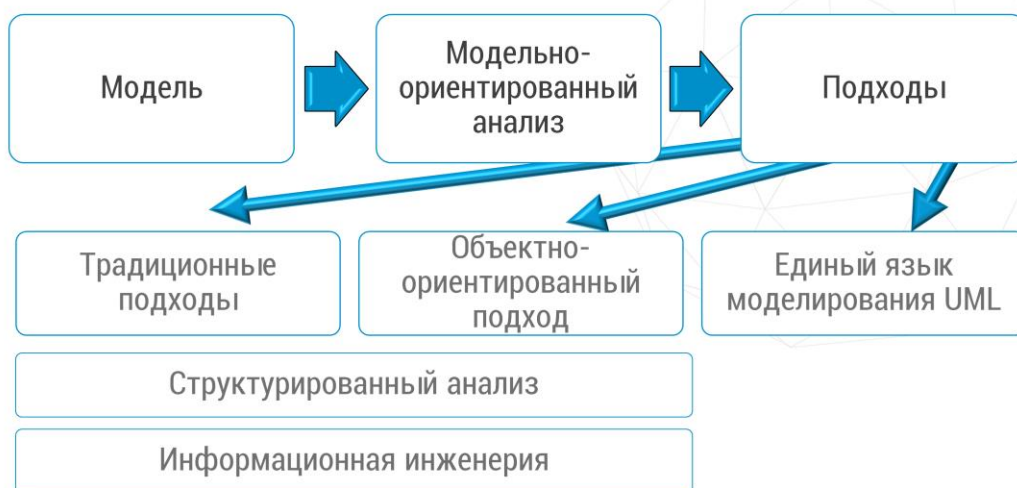
**Причинно-следственный анализ** – метод, с помощью которого изучаются проблемы для определения их причин и следствий.

**Контекстная диаграмма** – наглядная модель, которая показывает, как система

взаимодействует с окружающим миром, и в общих чертах определяет входы и выходы системы.

**Цель** – мера успеха. Это то, чего вы ожидаете достичь при наличии достаточных ресурсов.

**Ограничение** – то, что ограничивает гибкость при определении решения ваших задач. По сути, ограничения нельзя изменить.



Модель – это наше знание о системе. Знание о системе может быть представлено в различном виде. Моделью является словесное описание, графическое изображение, математическое описание и т. д. Модель – отображение реальности или видения. Поскольку «картинка стоит тысячи слов», большинство моделей используют картинки для представления реальности или видения.

Модельно-ориентированный анализ – подход к решению проблем, при котором особое внимание уделяется рисованию графических моделей систем для документирования и проверки как существующих, так и предлагаемых систем. В конечном итоге модель системы становится планом для проектирования и построения улучшенной системы.

Перечислим подходы, основанные на моделях.

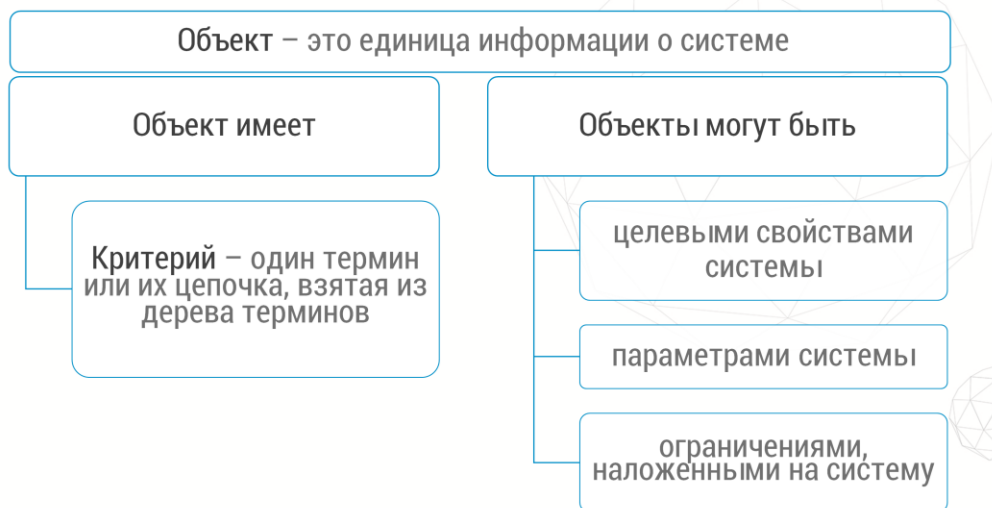
#### Традиционные подходы:

- **структурированный анализ.** Сосредоточен на потоке данных через процессы. Ключевая модель: диаграмма потоков данных;
- **информационная инженерия.** Сосредоточена на структуре хранимых данных. Ключевая модель: диаграмма отношений сущностей.

**Объектно-ориентированный подход.** Интегрирует данные и задачи процесса в объекты. Объект – инкапсуляция данных, которая описывает объект со всеми процессами, называемыми методами, которым разрешено использовать или обновлять данные и свойства. Единственный способ получить доступ или обновить данные объекта – использовать predetermined процессы объекта.

**Единый язык моделирования**, который используется для построения графических моделей системы.

## ОБЪЕКТЫ



Собираем ли мы статистические данные о системе, строим ее феноменологическое или какое-либо другое описание, у нас должна быть возможность сохранить наше знание о системе в удобной для нас форме. Такой формой представления знания о системе может быть «объект».

*Объект* – это единица информации о системе. Объект может быть выражен числом, текстом, логической константой, формулой, гиперссылкой или изображением.

У каждого объекта должен быть, по крайней мере, один критерий. *Критерий* – один термин или их цепочка, взятые из дерева терминов. Если объект является единицей информации о системе, то его критерии показывают, какая именно информация о системе содержится в объекте.

Поскольку критерии формируются из согласованных всеми участниками анализа терминов описания системы, то информация о системе, содержащаяся в объекте, одинаково понятна и однозначно интерпретируется всеми участниками анализа.

Порядок следования критериев при определении объекта неважен. В проекте может существовать несколько объектов с одинаковым набором критериев. Объекты в модели системы выполняют различные функции, которые иногда изменяются в ходе анализа. Объекты могут быть:

- целевыми свойствами системы – рентабельность предприятия, ресурс конструкции и т. д.;
- параметрами системы – количество закупаемого сырья, параметры



технологического процесса и т. д.;

- ограничениями, наложенными на систему, – площадь склада, продолжительность рабочей недели и т. д.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ



Выявить проблему – значит найти элементы системы или параметры системы, которые негативно влияют на целевые свойства системы. Проблема выявлена, когда установлена взаимосвязь между отклонением целевых свойств системы и конкретными параметрами системы.

Проблема считается выявленной, если:

- доказательства были сформулированы с использованием простых, заранее согласованных терминов и не пестрят специфическими словами, понятными только узкому кругу специалистов;
- доказательства легко читаются и однозначно интерпретируются любым человеком, вовлеченным в процесс принятия решения.

Если проблема выявлена некорректно, то любые изменения системы, направленные на ее устранение, являются бесполезными, а иногда даже опасными. Некорректное выявление проблемы может привести к еще большему отклонению целевых свойств системы от желаемого значения.

Системный анализ, как методологический подход, направлен на сокращение риска неправильного выявления проблемы системы. Если термины описания системы сформулированы корректно и построена адекватная модель системы, то использование системного анализа должно привести к выявлению проблемы.

Для того чтобы выявить проблему, необходимо представить имеющуюся информацию о системе в виде модели системы. Модель должна быть описана в таком виде, в котором проблемный параметр системы будет иметь существенно

большой, по сравнению другими однотипными параметрами, вклад в целевое свойство системы. Для этого предназначены специализированные инструменты системного анализа – агрегирование и декомпозиция. Рассмотрим более подробно данные инструменты.

## АГРЕГИРОВАНИЕ

Агрегирование - объединение нескольких элементов в единое целое

Техника агрегирования основана на использовании определенных моделей системы

В самом общем виде агрегирование - установление отношений на заданном множестве элементов

Основные агрегаты, типичные для системного анализа:

- конфигуратор
- агрегаты-операторы
- агрегаты-структуры



Агрегирование и декомпозиция осуществляются для такого представления информации о системе, какое в наибольшей степени удобно для поиска параметров системы, влияющих на неудовлетворительное значение ее целевой функции.

Агрегирование является не только инструментом анализа. Оно также позволяет описать дополнительные, обобщенные или агрегатные параметры системы. Такие агрегатные параметры часто оказываются среди целевых свойств системы. Например, если существует модель производственной системы, построенная на основе сбора данных о продолжительности пребывания оборудования в различных состояниях, то, создавая агрегатные объекты, можно определить эффективность оборудования.

Агрегирование – это объединение нескольких элементов в единое целое. Необходимость агрегирования может вызываться различными целями и сопровождаться разными обстоятельствами, что приводит к различным способам агрегирования. Однако у всех агрегатов есть одно общее свойство, получившее название эмерджентность. Это свойство присуще всем системам как проявление их целостности.

Техника агрегирования основана на использовании определенных моделей исследуемой или проектируемой системы. Именно выбранные модели определяют, какие части должны войти в состав системы и как они должны быть связаны между собой. Разные условия и цели агрегирования приводят к необходимости использовать разные модели, что, в свою очередь, определяет

тип окончательного агрегата и технику его построения.

В самом общем виде агрегирование можно определить как установление отношений на заданном множестве элементов. Большое количественно и качественно разнообразное множество задач агрегирования получается благодаря значительной свободе выбора в том, что именно рассматривается в качестве элемента, как образуется множество элементов и какие отношения устанавливаются на этом множестве.

Отметим основные агрегаты, типичные для системного анализа:

- конфигуратор, совокупность языков описания системы;
- агрегаты-операторы, конкретизация отношения;
- агрегаты-структуры, описание связей на всех языках конфигулятора.

## ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Декомпозиция – это представление целого в виде составляющих его частей

С точки зрения решения задачи выявления проблемы, декомпозицией является определение вклада различных параметров системы в свойство, которое требуется улучшить

**КРИТИЧЕСКИЕ  
ПАРАМЕТРЫ**

добавить новые термины описания

перегруппировать существующие термины

детализировать термины



Еще один стандартный инструмент системного анализа – декомпозиция.

*Декомпозиция* – это представление целого в виде составляющих его частей. С точки зрения решения задачи выявления проблемы, декомпозицией является определение вклада различных параметров системы в агрегатное свойство, которое требуется улучшить.

Череда агрегирований и декомпозиций заканчивается, когда выявлены критические термины описания системы – параметры, которые в наибольшей степени влияют на неудовлетворительное значение целевого свойства системы. Именно на улучшении и стабилизации этих параметров следует сосредоточиться при выполнении следующих этапов системного анализа.

Если критические параметры выявить не удастся, то можно изменить описание системы:

- добавить новые термины описания;
- перегруппировать существующие термины;
- детализировать термины, создав в них дополнительные подуровни, и продолжить сбор данных.

Корректировку описания системы и сбор данных продолжают до тех пор, пока не удастся надежно выявить критические параметры системы.

Описанный выше подход предполагает, что описание системы изменяется в ходе выполнения анализа от простого к детальному. Это позволяет дать очень четкий и простой ответ на вопросы:

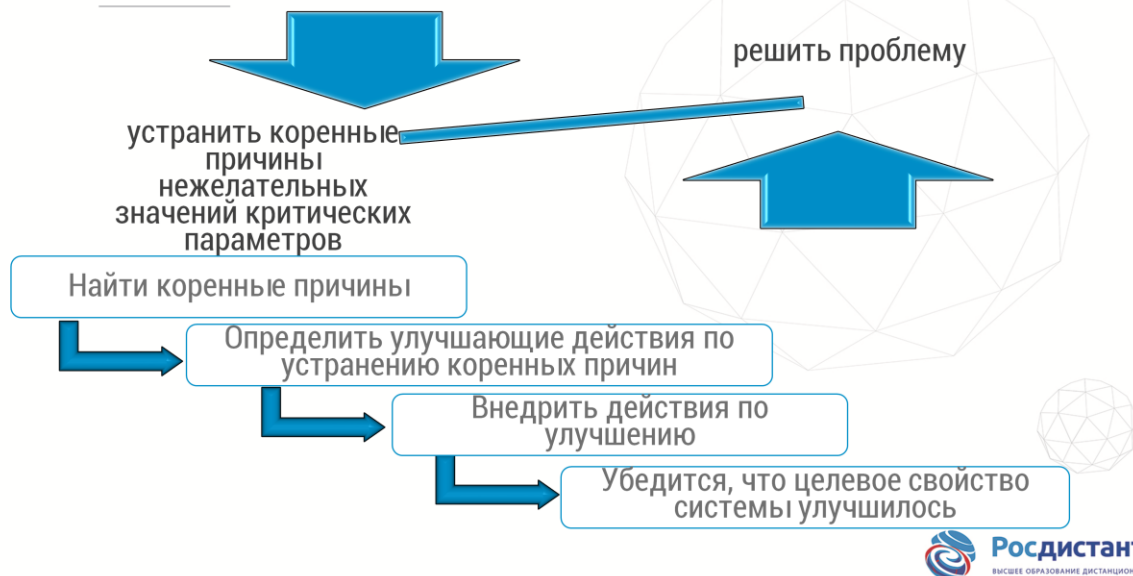
насколько следует детализировать описание системы: до единиц оборудования,

до узлов, ..., до атомов и так далее;

какую информацию о системе и в каком количестве следует собирать.

При выполнении системного анализа следует детализировать описание системы и организовывать сбор данных только там, где это требуется для надежного выявления критических параметров.

## РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ



*Решить проблему* – это устранить коренные, глубинные причины нежелательных значений критических параметров, приводящих к отклонению целевого свойства системы от заданного значения. Для решения проблемы надо:

- найти коренные причины;
- определить улучшающие действия, которые приведут к устранению коренных причин;
- внедрить или реализовать действия по улучшению;
- убедиться, что предпринятые улучшающие действия действительно улучшили целевое свойство системы.

Правильное решение проблемы предполагает оказание минимально необходимого воздействия на систему, приводящего к ожидаемому результату. Действия, не приводящие к улучшению целевого свойства системы, являются ошибочными. Логика системного анализа направлена:

- на сокращение риска ошибочных действий;
- доказательность результативности улучшающих действий.

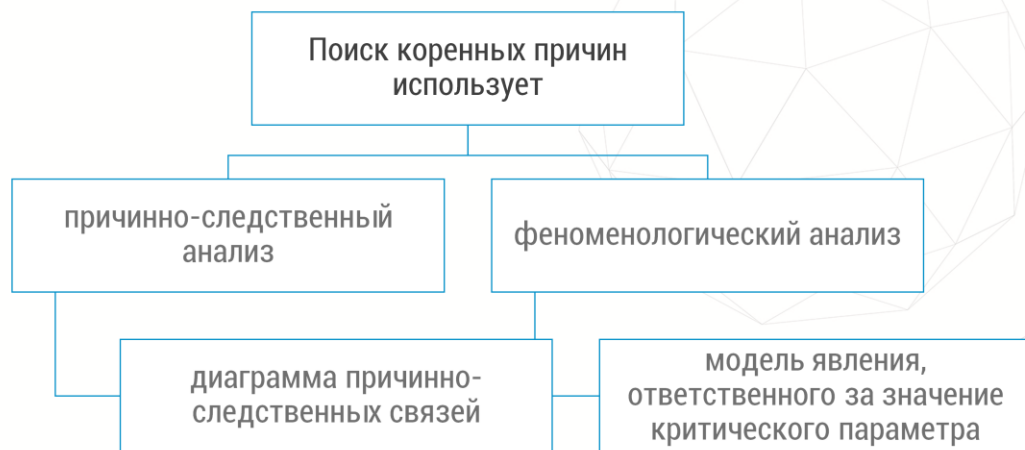
Есть несколько разных способов решить любую проблему или воспользоваться любой возможностью. Немедленный переход от определения проблемы к единственному решению – не лучшая идея. Это ограничивает возможность увидеть преимущества и недостатки альтернатив.

Еще один хороший источник решений – это советы других, в том числе рекомендации консультантов и предложения экспертных систем.



Необходимо выявить также коренные причины возникновения проблемы и определить те действия, которые смогут улучшить систему.

## ПОИСК КОРЕННЫХ ПРИЧИН И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ



Для поиска коренных причин нежелательного состояния критических параметров системы обычно выполняют один из видов анализа:

- причинно-следственный;
- феноменологический.

При выполнении *причинно-следственного анализа* выстраивают диаграмму причинно-следственных связей. Строят дерево причинно-следственных связей, в котором «корнем» является конкретное нежелательное состояние критического параметра, а «листьями» – его коренные причины.

Полнота и глубина, «ветвистость кроны» этого дерева, а также его вид зависят от людей – экспертов, принимающих участие в анализе. По сути, результат причинно-следственного анализа – это графическое представление знаний экспертов, принимающих участие в анализе.

При выполнении *феноменологического анализа* строят модель явления, ответственного за значение критического параметра. С использованием этой модели анализируют сценарии «что если». Анализ осуществляется подбором таких значений параметров системы, которые обеспечивают желаемый уровень целевого свойства системы.

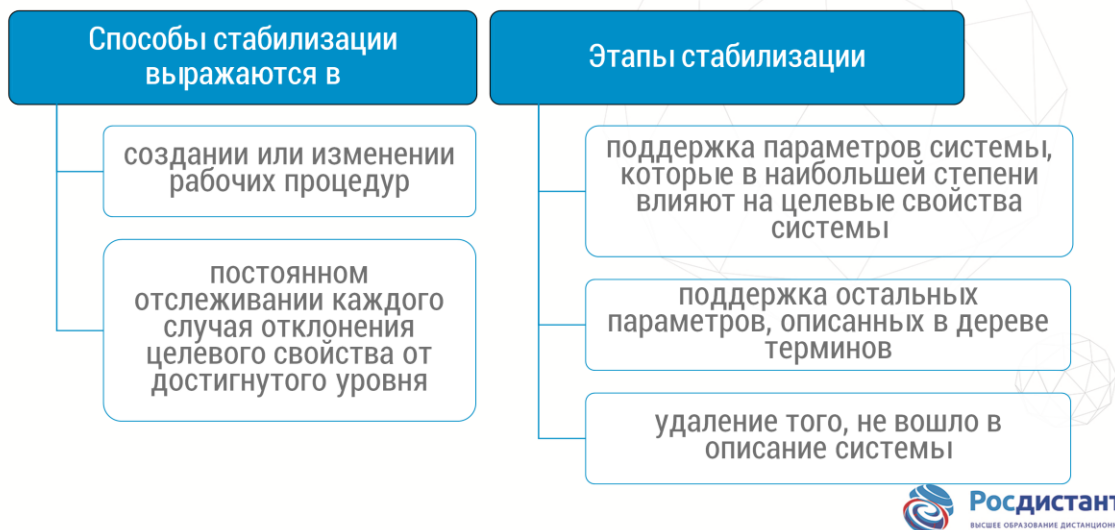
Рассмотрим феноменологический анализ на примере. При проектировании огнеупорного материала целевыми свойствами являлись:

- затраты на энергию, необходимую для производства материала;
- термopрочность материала;
- предел прочности материала при сжатии;

- пористость материала.

Эти целевые свойства неравнозначны как для производителя, так и для потребителя. Чем выше значимость целевого свойства, тем важнее достигнуть его целевой уровень.

## СТАБИЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ



После того как будет доказана эффективность улучшающих действий, то есть целевое свойство системы улучшилось, необходимо позаботиться о том, чтобы достигнутый результат не был потерян со временем. Конкретные способы стабилизации достигнутого результата зависят от природы системы, однако в большинстве случаев они выражаются:

- в создании или изменении рабочих процедур, обеспечивающих требуемый уровень целевого свойства системы;
- постоянном отслеживании каждого случая отклонения целевого свойства от достигнутого уровня с принятием контрмер, направленных, в частности, на корректировку существующих процедур.

Любая созданная для достижения определенной цели система в большей или меньшей степени формализована. Практически у любой системы есть «инструкция по эксплуатации». Если ее выполнять, то система достигает своих целей. Если не выполнять или выполнять неаккуратно, то наиболее вероятно, что целевое свойство системы окажется ниже ожидаемого уровня.

Сложность состоит в том, чтобы корректно определить, что именно должно быть описано в «инструкции по эксплуатации системы». Бессмысленно описывать все и сразу, поскольку это невозможно. Следуя логике системного анализа, прежде всего следует стандартизировать поддержание тех параметров системы, которые в наибольшей степени влияют на целевые свойства системы.

Затем следует стандартизировать поддержание остальных параметров, описанных в дереве терминов.

Все, что не вошло в описание системы, не пригодилось для решения проблемы, описывать не надо.

Вид и содержание дерева терминов системы постоянно изменяется, поскольку решение каждой новой проблемы, а они возникают постоянно, практически всегда приводит к необходимости корректировать описание системы. Поэтому «инструкция по эксплуатации системы» должна быть гибкой и удобной для модифицирования, только в этом случае она будет актуальной.

## ВЫВОД

Системный анализ стал необходимостью, очень важным и неотъемлемым инструментом

Системы и проекты становятся еще более сложными, еще более продвинутыми, более важными

Разработчики должны уметь адаптироваться в этой постоянно меняющейся среде

Систему можно описать как «любую сущность, концептуальную или физическую, которая состоит из взаимозависимых частей»



Системный анализ стал необходимостью, очень важным и неотъемлемым инструментом, который группы разработчиков, правительства и компании используют для повышения своей производительности и увеличения своей прибыли. Как говорят люди, «деньги заставляют мир вращаться», и это особенно актуально в наши дни, когда организации прилагают еще больше усилий для выявления и удовлетворения своих потребностей наиболее эффективным и действенным образом. Системы и проекты становятся еще более сложными и более важными для безопасности пользователей. Разработчики должны уметь адаптироваться в этой постоянно меняющейся среде, если они хотят выжить в современном высококонкурентном мире. По всем этим причинам системный анализ продолжает играть ключевую роль, поскольку системы существуют в различных формах с незапамятных времен. От Солнечной системы до экосистемы нашей планеты, до человеческих сообществ, где люди собирались в группы, чтобы охотиться на животных или обрабатывать землю, чтобы иметь возможность выжить. По определению, систему можно описать как «любую сущность, концептуальную или физическую, которая состоит из взаимозависимых частей».