

Системная инженерия

Практики определения системы

Основные вопросы

- Инженерия требований, работа инженера по требованиям
- Инженерия системной архитектуры, работа системного архитектора
- Описания требований и архитектурные описания

Введение

- Практики определения системы включают в себя несколько технических процессов ЖЦ системы:
 - Процесс определения системных требований
 - Процесс определения архитектуры
 - Процесс определения дизайна (LLD)

Назначение, общие понятия

Входные и выходные данные

Процедуры (Активности)

ИНЖЕНЕРИЯ ТРЕБОВАНИЙ

Назначение

- [ISO/IEC/IEEE 15288] Процесс определения системных требований предназначен для преобразования «взгляда» СХ на систему, представляющего собой ориентированное на пользователя описание потребностей СХ, в техническое представление [будущего] решения, которое ответит на операционные (operational) потребности пользователя

Общие понятия – 1/2

- Требования к системе являются основанием описания системы и образуют базис для архитектуры, LLD, [процессов] интеграции и верификации
- [Удовлетворение] каждого требования имеет свою «цену» (в виде усилий, расходования ресурсов и др.) Поэтому необходимо чтобы полный, но при этом минимальный набор системных требований был сформирован на базе требований СХ на как можно более раннем этапе ЖЦ системы. Изменение требований на последующих этапах ЖЦ могут оказать заметное влияние на стоимость проекта, включая саму возможность его завершить

Общие понятия – 2/2

- Процесс определения системных требований порождает набор системных требований с точки зрения создателя системы, используя в качестве исходных данных требования СХ
- Системные требования определяют: характеристики системы, ее свойства, функции и производительность таким образом, чтобы они удовлетворяли требованиям СХ
- Процесс определения системных требований является как итеративным, так и рекурсивным

Исходные данные

- Исходными данными процесса являются:
 - Описание концепции ЖЦ системы
 - Идентификация (перечисление) функций системы
 - Требования СХ
 - Трассировка требований СХ (отсылка к источникам требований)
 - Исходная матрица трассировки требований (Requirements Verification and Traceability Matrix – RVTM)
 - Трассировка архитектурных решений (architecture traceability)
 - Финальная матрица трассировки требований
 - Ограничения ЖЦ системы

Операции (Activities)

- Операциями Процесса являются:
 - Подготовка определения системных требований
 - Собственно определение системных требований
 - Анализ системных требований
 - Управление системными требованиями

Результаты

- Выходными данными (документами) Процесса являются:
 - Стратегия определения системных требований
 - Определение функции (функций) системы
 - Системные требования
 - Идентификация функционального интерфейса системы
 - Критерии верификации
 - Требования по производительности (measures of performance – MOP) (MOP needs)
 - Данные для оценки производительности (MOP data)
 - Трассировка системных требований
 - Обновленная матрица трассировки требований
 - System requirements definition record

Активность: Подготовка к определению

- Устанавливает подход (способ – approach) к определению системных требований. Включает:
 - Установление методов
 - Инструментов [автоматизации]
 - Ресурсов (потребностей – need) и требований (ограничений, особенностей)
для всех обеспечивающих систем, продуктов, сервисов
- В сочетании с процессом определения архитектуры определяет границы системы, включая интерфейсы, которые отражают операционные сценарии и ожидаемое поведение системы
 - Эта задача включает в себя описание (identification) ожидаемого взаимодействия системы с внешними системами (то есть находящимися вне границ [управления] системой), как это определяется в согласованных документах описания интерфейсов (interface control documents – ICD)

Активность: Определение системных требований

- Выделяет (identify) и определяет требующиеся системные функции
 - [Описания] функций должны быть независимыми от реализации, не налагающими дополнительных конструктивных ограничений
 - То есть, описание требуемых функций не должно навязывать архитектурные решения
 - Необходимо определить условия или особенности структуры (design factors), которые облегчат и обеспечат эффективное и рентабельное (cost-effective) выполнение функций ЖЦ
 - Например: приобретение, развертывание, эксплуатация, поддержка и вывод из эксплуатации
 - Также определяют характеристики поведения системы
- Выделяет требования СХ или организационные ограничения, которые накладывают неизбежные (unavoidable) ограничения на систему
- Выделяет важные характеристики качества (critical quality characteristics), релевантные системе, например:
 - Безопасность эксплуатации (safety)
 - Защита от враждебных действий (security)
 - Надежность
 - Легкость поддержки

Определение системных требований – 2/3

- Выделить технические риски, которые необходимо учитывать в системных требованиях
- Указать системные требования, соответствующие:
 - Требованиям СХ
 - Функциональным границам
 - Функциям
 - Ограничениям
 - Ключевым показателям производительности
 - Важным характеристикам качества
 - Рискам

Определение системных требований – 3/3

- Системные требования могут собраны в документе SyRS – System Requirement Specification
- Кроме того, для отражения иерархии разрабатываемых продуктов может быть создано «дерево документации». Дерево документации будет развиваться по мере выполнения процессов:
 - Определения системных требований
 - Определения архитектуры
 - Определения проекта
- Для каждого требования должно быть указано соответствующее обоснование

Активность: Анализ системных требований – 1/2

- Анализировать целостность системных требований
 - Т.е. убедиться, что каждое требование или набор требований обладают общей целостностью (см. «Хорошие требования»)
- Предоставить результаты анализа соответствующим СХ, чтобы убедиться, что указанные системные требования адекватно отражают требования этих СХ
- Согласовать (negotiate) изменения для решения проблем, выявленных в процессе анализа требований

Активность: Анализ системных требований – 2/2

- Определить критерии проверки – критические меры (measures) эффективности, которые позволят [в дальнейшем] оценить технические достижения (решения/реализации)
 - Критерии проверки системы включают Меры производительности (measures of performance – MOP) и Технические показатели производительности (technical performance measures – TPM)
 - Эти критерии являются «мерой успешности» и могут быть определенным образом соотнесены (traceable) с мерами эффективности (measure of effectiveness – MOE) и пригодности (measure of suitability – MOS)

Активность: Управление системными требованиями

- Обеспечить подтверждение всеми ключевыми СХ, что требования адекватно отражают их намерения [относительно системы]
- Установить и поддерживать прослеживаемость соответствия между системными требованиями и соответствующими элементами определения системы
 - Например, проследить отношение системного требования к требованиям СХ, архитектурным элементам, определениям интерфейса, результатам анализа, методам или техникам
 - Также необходимо прослеживать соответствие между распределенными, разбитыми на элементы и «производными» (derived) требованиями
- На протяжении ЖЦ системы поддерживать хранение и доступность всего набора системных требований вместе с их обоснованиями, принятыми решениями и сделанными предположениями
- Предоставить базис (baseline) для управления конфигурацией

Ограничения – 1/3

- При формировании системных требований часто возникает необходимость отразить в них важные ограничения. Ограничения включают:
 - Указание применимых стандартов
 - Использование окружающей среды
 - Основные конструктивные соображения (considerations)
 - Проектные ограничения
- Стандарты – перечисление (identify) стандартов, которым необходимо соответствовать для достижения заданного качества или соображений дизайна обязательные из-за требований СХ или принятые в организации, отрасли или области

Ограничения – 2/3

- Использование окружающей среды – выделение среды использования и всех факторов окружающей среды (природной или искусственной), которые могут:
 - Повлиять на производительность системы
 - Навредить удобству или безопасности людей
 - Вызвать человеческую ошибкув каждом из предусмотренных операционных сценариев
- Основные конструктивные соображения – определение конструктивных соображений, включая:
 - Использование людей (например, трудовые ресурсы, персонал, обучение, окружающая среда, безопасность, гигиена труда, живучесть, пригодность для жизни)
 - Требования к безопасности системы (например, обеспечение информации, защита от несанкционированного вмешательства)
 - Потенциальное вредоносное влияние окружающей среды

Ограничения – 3/3

- Проектные ограничения – выделить ограничения проекта, включая:
 - Физические ограничения (например: вес, формфактор)
 - Трудовые ресурсы
 - Персонал
 - Другие ограничения ресурсов для работы системы
 - Определить интерфейсы с хост-платформами и взаимодействующими системами, включая инфраструктуру снабжения, обслуживания и обучения

«Хорошие» требования – 1/2

- Согласно ISO/IEC/IEEE 29148 «Systems and software engineering—Life cycle processes—Requirements engineering (2011)» и INCOSE Guide for Writing Requirements (INCOSE RWG, 2012) отдельные требования должны быть:
 - Необходимыми (necessary)
 - Не навязывающими реализацию (implementation independent)
 - Однозначными (unambiguous)
 - Полными (complete)
 - Атомарными (singular)
 - Достижимыми (achievable)
 - Проверяемыми (verifiable)
 - Согласованными (conforming)

«Хорошие» требования – 2/2

- При этом к группам требований также предъявляют требования. Они должны быть:
 - Полны (complete)
 - Согласованы (consistent)
 - Реализуемы/доступны (feasible/affordable)
 - Ограничены (bounded)

Доп. свойства требований – 1/3

- В дополнение к характеристикам «хороших» требований, отдельные требования могут обладать свойствами, «присоединенными» к ним (аналогично полям БД или связями с артефактами):
 - Указание на родительское требование (trace to parent)
 - Ссылка на источник (trace to source)
 - Ссылка на определение интерфейса (trace to interface definition)
 - Отсылка к «одноуровневому требованию» (trace to peer requirement)

Доп. свойства требований – 2/3

- Свойства требований (продолжение) :
 - Ссылка на метод верификации (trace to verification method)
 - Ссылка на требования по верификации (trace to verification requirement)
 - Ссылка на результаты верификации (Trace to verification results)
 - Статус верификации (requirement verification status)
 - Статус валидации (requirement validation status)
 - Приоритет (priority)
 - Критичность (?) (criticality)
 - Риск (risk)

Доп. свойства требований – 3/3

- Свойства требований (продолжение) :
 - Признак ключевого требования (key driving requirement – KDR)
 - Владелец (owner)
 - Обоснование (rationale)
 - Применимость (applicability)
 - Тип (type)

Типы требований

- Каждая организация имеет свой набор типов требований. Они могут включать, например (но не ограничиваясь перечисленным):
 - Требования к входу, выходу, внешним интерфейсам
 - Требования по надежности (reliability), наличию (доступности – availability), простоте обслуживания (maintainability), возможности доступа (доступность – accessibility), транспортабельности
 - Требования к [соответствию] условиям окружающей среды, эргономичность, безопасность использования (safety), безопасность (security),
 - Требования к помещениям и сооружениям (facility), документации, тестированию, обеспечению качества (quality provision), политике и нормативам (policy and regulatory), стандартам и техническим политикам (standards and technical policies)
 - Требования по совместимости с существующими системами, обучению (training), преобразованию (conversion), масштабированию (пределам роста – growth capacity), развертыванию (установке – installation)

Функции и производительность – 1/3

- В начале проекта СИ занимается главным образом анализом требований пользователей, что приводит к переводу потребностей пользователей в термины:
 - Основных функций
 - Набору мер и граничных значений производительности, относящихся к этим функциям
- Определение, вывод и уточнение функциональных и эксплуатационных требований применяются ко всей системе в течение ее ЖЦ, включая требования к процессу поддержки функционирования
 - Такие требования формально определяет функции и интерфейсы и характеризуют производительность системы
 - Это ключевой вид деятельности СИ и основная задача на встрече Анализа системных требований (System Requirements Review – SRR)

Функции и производительность – 2/3

- Во время анализа требований требуется отслеживать множество аспектов (например: ПО, оборудования, производства, обеспечения качества, верификации, особенностей предметной области) для обеспечения формирования полного, выполнимого и точного набора требований, учитывающего все необходимые факторы **ЖЦ определения системы**
- Клиент является ключевым СХ и проверяет (validates) результаты работы по мере ее продвижения
- Создание полного набора системных требований – сложная, трудоемкая задача, включающая почти все области проекта в интерактивном режиме. Она должна быть выполнена на раннем этапе, так как оно формирует основу для всех усилий по проектированию, производству, проверке, эксплуатации, техническому обслуживанию и выводу из эксплуатации и, следовательно, определяет стоимость и график проекта

Функции и производительность – 3/3

- Задача итеративна для каждого этапа с непрерывной обратной связью по мере увеличения уровня детализации проекта и вытекает из концепций ЖЦ, в частности OpsCon (System Operational Concept)
- Результатом процесса определения системных требований должен стать базис (baseline) – набор полных, точных, недвусмысленных системных требований, зарегистрированных в БД требований, доступный для всех сторон и включенный в утвержденный, выпущенный документ SyRS

Нефункциональные требования

- Концепции ЖЦ также задают требования, относящиеся к условиям эксплуатации. Например:
 - Безопасность (safety)
 - Защищенность системы от негативных воздействий (security)
 - Надежность
 - Доступность
 - Ремонтопригодность (maintainability)
 - Взаимодействие с человеческими системами (human systems)
 - Учет влияния окружающей среды
- Кроме того, учитываются ограничения ЖЦ, которые будут сильно влиять на определение элементов решения. Например:
 - Техническое обслуживание
 - Вывод из эксплуатации

Создание SyRS – 1/3

- SyRS (Спецификация системы) является базисом: набором полных, точных, недвусмысленных системных требований, записанных в базе данных требований и доступных для всех сторон. Чтобы быть недвусмысленными, требования должны быть разбиты на составные части в прослеживаемой иерархии, так что каждое отдельное требование :
 - Должно быть: ясным, уникальным, непротиворечивым, атомарным (не сгруппированный) и проверяемым
 - Прослеживается до идентифицируемого источника
 - Не являться избыточным и не противоречить другим известным требованиям
 - Не указывать прямо на конкретную реализацию

Создание SyRS – 2/3

- Качество требований в SyRS может быть недостижимо при использовании исходных требований СХ → необходим анализ требований для:
 - Разрешения потенциальных конфликтов и избыточностей
 - Для дальнейшей декомпозиции требований, чтобы каждое из них относилось только к одной системной функции
- Использование автоматизированной БД требований значительно облегчает работу, но явно не требуется

Создание SyRS – 3/3

- В процессе определения системных требований часто необходимо создать «моментальный снимок» с разъясненными системными требованиями. Чтобы помочь этому процессу, может быть желательно создать набор уточненных объектов требований в базе данных требований с информацией, обеспечивающей прослеживаемость из их соответствующих исходных требований. Уточненные требования могут быть сгруппированы как функциональные, рабочие, ограничивающие и нефункциональные

Термины и определения

Инструменты

**ИНЖЕНЕРИЯ СИСТЕМНОЙ
АРХИТЕКТУРЫ**

Назначение

- [ISO/IEC/IEEE 15288] – Назначением процесса определения архитектуры является формирование альтернатив архитектуры системы, выбор одной или нескольких из них, которые отражают интересы СХ и соответствуют системным требованиям, и выражение этого в виде последовательных представлений (view)

Исходные данные

- Концепции ЖЦ системы
- Определения функций системы
- Системные требования
- Идентификация функционального интерфейса системы
- Трассировка системных требований
- Обновленный RVTM
- Трассировка проекта (design)
- Идентификация обновления определения интерфейса (Interface definition update identification)
- Ограничения ЖЦ

Операции (Activities)

- Подготовка к определению архитектуры
- Разработка (develop) точек зрения на архитектуру (перевод viewpoint по ГОСТ Р 57100 – 2016)
- Разработка моделей и архитектурных представлений (перевод view по ГОСТ Р 57100 – 2016) вариантов (candidate) архитектуры
- Сопоставление архитектуры и проекта (design)
- Оценка вариантов архитектуры
- Управление выбранной архитектурой

Результаты

- Стратегия определения архитектуры
- Описание архитектуры системы
- Обоснование архитектуры системы
- Дерево документации
- Предварительное определение интерфейса
- Предварительное описание технических характеристик (technical performance measures – ТРМ)
- Предварительные данные ТХ
- Трассировка архитектуры
- Запись определения архитектуры (Architecture definition record)

Подготовка к определению А – 1/4

- Выделить и проанализировать информацию, которая поможет понять варианты представлений и моделей в описании архитектуры. Например:
 - Относящуюся к рынку
 - Относящуюся к отрасли
 - Предоставленную СХ
 - Организационную
 - Бизнес
 - Описывающую выполняющиеся операции
 - Описание глобального назначения системы (миссию)
 - Юридическую
 - другую информацию
- Эта информация предназначена для того, чтобы помочь лучше понять среду, для которой необходимо решение, чтобы лучше понять проблемы СХ

Подготовка к определению А – 2/4

- В частности, проанализируйте системные требования и выделите нефункциональные требования, которые будут сильно влиять на определение элементов решения. Например:
 - Условия эксплуатации и выполнения задач
 - Безопасность использования (safety)
 - Защита от враждебных действий (security)
 - Надежность
 - Человеческий фактор
 - Простота интерфейсов
 - Условия окружающей среды
 - Ограничений ЖЦ, например при:
 - Техническом обслуживании
 - Завершении использования
 - Развертывании

Подготовка к определению А – 3/4

- Выделите интересы СХ, связанные с архитектурой. Обычно они СХ фокусируются на ожиданиях или ограничениях, которые охватывают один или несколько этапов жизненного цикла системы. Интересы часто описывают важные качественные характеристики системы, относящиеся к этим этапам
- Установить подход для определения архитектуры. Это включает дорожную карту и стратегию архитектуры, а также методы, процедуры моделирования, инструменты и потребность в каких-либо вспомогательных системах, продуктах или услугах. Подход также должен включать требования:
 - К процессу определения архитектуры. Например, общий подход и методы измерения
 - Способ оценки результата. Например, встречи/обсуждения (reviews) и критерии
 - Необходимую координацию действий
- Опишите критерии оценки

Подготовка к определению А – 4/4

- Убедитесь, что обеспечивающие процесс определения архитектуры элементы или услуги будут доступны. В рамках этой задачи спланируйте потребности в них и определите требования к ним

Разработка точек зрения на А

- Основываясь на выявленных интересах СХ, установите или идентифицируйте:
 - Связанные точки зрения на архитектуру
 - Поддерживающие виды моделей, которые облегчают анализ и понимание точки зрения
 - Соответствующее ПО (architecture framework) для поддержки разработки моделей и представлений

Разработка вариантов архитектуры – 1/5

- Полностью активность называется «Разработка моделей и архитектурных представлений вариантов архитектуры»
- Выбрать или разработать методы построения моделей и вспомогательные инструменты для этого
- В сочетании с процессом определения системных требований определите системный контекст (т.е. как SOI вписывается во внешнюю среду) и границы, включая интерфейсы, которые отражают операционные сценарии и ожидаемое поведение системы. Эта задача включает в себя определение ожидаемого взаимодействия системы с внешними системами или другими объектами, как это определено в согласованных ICD

Разработка вариантов архитектуры – 2/5

- Определите, какие архитектурные объекты (например, функции, потоки ввода / вывода, системные элементы, физические интерфейсы, архитектурные характеристики, элементы информации / данных, контейнеры, узлы, ссылки, ресурсы связи и др.) реализуют требования наивысшего приоритета. Например, наиболее важные интересы СХ, критические характеристики качества и другие критические потребности
- Выделите те понятия (concepts), свойства, характеристики, поведение, функции и / или ограничения, которые важны для архитектурных решений системы

Разработка вариантов архитектуры – 3/5

- Выбрать, адаптировать или разработать модели вариантов возможных архитектур системы
 - Обычно, достаточно логических (например, функциональные, поведенческие или временные модели) и физических (например, структурные, массо-габаритные, макеты размещения) моделей
 - Иногда они излишни и/или недостаточны. Тогда используются другие виды моделей. Общее правило: использовать модели, которые наилучшим образом демонстрируют решение ключевых проблемы СХ
- Определить производные системные требования, порождаемые:
 - Добавлением архитектурных элементов для описания вариантов архитектур (например, функции, интерфейсы)
 - Особенности структуры вариантов (например, ограничения, условия эксплуатации)
 - Используйте процесс определения системных требований, чтобы определить и формализовать производные системные требования

Разработка вариантов архитектуры – 4/5

- Скомпоновать представления из моделей возможных архитектур. Представления предназначены для того, чтобы обеспечить учет интересов СХ. Реализация всех важных требований должна быть продемонстрирована (addressed)
- Для каждого элемента, который составляет систему, разрабатывают требования, соответствующие:
 - Размещению (allocation)
 - Выравниванию (alignment)
 - Разделению архитектурных объектов (partitioning of architectural entities)

→ Для этого используются процессы определения потребностей СХ и процесс определения системных требований

Разработка вариантов архитектуры – 5/5

- Анализируйте архитектурные модели и представления на предмет согласованности и разрешайте выявленные противоречия. Правила [нахождения] соответствий из архитектурных фреймворков помогают в этом анализе (ISO/IEC/IEEE 42010, 2011)
- Проверяйте и согласуйте (verify and validate) модели путем выполнения или имитационного моделирования, если это позволяют методы и инструменты моделирования. Также проверяйте согласование с помощью матрицы отслеживания OpsCon. Где возможно, используйте инструменты проектирования, чтобы проверить их выполнимость и обоснованность решений. При необходимости реализуйте частичные макеты или прототипы или используйте прототипы исполняемой архитектуры или имитационные модели

Сопоставление А и проекта – 1/3

- Определить элементы системы, отражающие архитектурные объекты. Поскольку архитектуре предполагается быть независимой от дизайна, эти системные элементы могут быть условными до тех пор, пока дизайн не изменится. Для этого соотнесите выделенные элементы системы с архитектурными элементами и системными требованиями к [этим] элементам
- Иногда создается «эталонная архитектура», использующая эти условные системные элементы в качестве средства передачи архитектурного замысла и проверки осуществимости проекта
- Создать матрицы, отражающие отношения между архитектурными элементами

Сопоставление А и проекта – 2/3

- Выполнить определение интерфейса для элементов, которые необходимы для [текущего] уровня детализации и понимания архитектуры. Определение включает как внутренние интерфейсы между элементами системы, так и внешние интерфейсы с другими системами
- Определить проектные характеристики, относящиеся к элементам системы и соответствующим им архитектурным объектам, например, создав матрицу сопоставления (mapping)

Сопоставление А и проекта – 3/3

- Определить производные системные требования, появившиеся как результат добавления архитектурных объектов (например, функций, интерфейсов) и/или особенностями структуры (например, ограничения, условия эксплуатации).
Используйте процесс определения системных требований для их формализации
- Для [появившегося] системного элемента разрабатываются требования. Для этого активируют процессы определения потребностей СХ и определения системных требований

Оценка вариантов А

- Используя критерий (обобщенный) оценки архитектуры, оцените возможные архитектуры, применяя процессы системного анализа, измерения и управления рисками выберите предпочитаемую архитектуру(ы). Такой выбор является результатом применения процесса управления решениями (decision management process)

Управление выбранной А – 1/3

- Фиксируйте (capture) и сохраняйте [в доступном/явном виде] обоснования всех [сделанных] выборов среди альтернатив и решений для:
 - Архитектуры
 - Архитектурных фреймворков
 - Точек зрения на архитектуру
 - Видов моделей
 - Моделей архитектуры

Управление выбранной А – 2/3

- Управляйте поддержанием (в согласованном виде) и развитием архитектуры, включая:
 - Архитектурные объекты
 - Их характеристики (например, технические, юридические, экономические, организационные и операционные объекты)
 - Модели
 - Представления

Поддержание включает в себя отслеживание:

- Согласованности
- Полноты
- Изменения, связанные с изменениями среды или контекста, технологией, реализацией и опытом эксплуатации.

Матрицы распределения и трассировки используются для анализа воздействий на архитектуру. Данный процесс активизируется в любое момент ЖЦ системы при ее эволюции

Управление выбранной А – 3/3

- Установите формальные средства и способы управления архитектурой. Управление включает в себя назначение ролей, распределение обязанностей, раздачу полномочий и другие контрольные функции
- Управляйте встречами/совещаниями по рассмотрению [текущего состояния] описания архитектуры для достижения соглашения между СХ. Требования СХ и системные требования на таких встречах используются как справочные материалами

Функции и состояния

- Важным замечанием при описании архитектуры является разделение понятий и описаний функции и состояния системы. Функция (например, «двигаться») и соответствующее ей состояние выполнения / режим работы (например, «движение») похожи, но представляют собой два дополняющих друг друга представления. Обобщенно это модель поведения системы, которая переходит из одного режима функционирования в другой

Представление архитектуры – 1/3

- Понятие системы является абстрактным, но это средство для реального создания, проектирования или перепроектирования продуктов, услуг или предприятий
 - Система – это единый способ решения проблемы или реализации потребности СХ
 - Может существовать несколько способов решения одной и той же проблемы
 - Полученное решение может сложным в разной степени → для выработки сложных решений полезно использовать понятие системы и системный подход
 - Сложное решение не может быть воспринято/объяснено/описано с помощью единственного представления или модели из-за большого количества характеристик или свойств
 - Характеристики и/или свойства группируются, образуя структуру
 - Множество различных типов и взаимосвязанных «структур» и понимаются как архитектура системы
 - Большинство интерпретаций архитектуры системы основаны на довольно неосязаемом понятии «структуры»

Представление архитектуры – 2/3

- Таким образом, архитектура системы формально представлена наборами архитектурных объектов, таких как
 - Функции
 - Потоки функций
 - Интерфейсы
 - Потоки ресурсов
 - Элементы информации / данных
 - Физические элементы
 - Контейнеры
 - Узлы
 - Ссылки
 - Ресурсы связи и др.

Представление архитектуры – 3/3

- Эти архитектурные объекты, в свою очередь, могут обладать архитектурными характеристиками, такими как:
 - Размеры
 - Устойчивость к окружающей среде
 - Доступность
 - Надежность (robustness)
 - Обучаемость (learnability)
 - Эффективность выполнения
 - Соответствие глобальным задачам (mission effectiveness) и др.
- Архитектурные объекты не являются независимыми, а связаны в систему посредством отношений

Архитектурное описание – 1/3

- ГОСТ Р 57100-2016/ISO/IEC/IEEE 42010:2011 определяет нормативные особенности АФ, точек зрения на архитектуру и представлений, поскольку они относятся к описанию архитектуры
- Точка зрения на архитектуру предназначена для отражения решения конкретного запроса или набора тесно связанных проблем СХ. Она определяет:
 - Типы моделей, которые будут использоваться при разработке архитектурного представления
 - Способы, которыми должны быть созданы модели
 - То, как модели komponуются в представление (compose the view)
- ❖ Стандарт переводит «**architecture framework**» как «структура архитектуры», что сбивает с толку → В данной презентации будем использовать обозначение **АФ**

Архитектурное описание – 2/3

- Представления создаются на основе моделей. Многие практики СИ используют логические и физические модели (или представления) для описания архитектуры системы
- Процесс определения архитектуры предполагает возможность использования других точек зрения на архитектуру и представлений для выражения того, как именно архитектура системы отвечает запросам СХ. Примерами дополнительных моделей могут быть, например:
 - Модели затрат
 - Модели процессов
 - Модели правил
 - Онтологические модели
 - Модели убеждений
 - Модели проектов
 - Модели возможностей
 - Модели данных и др.

Архитектурное описание – 3/3

- АФ содержит стандартизированные точки зрения на архитектуру, шаблоны представлений, метамоделли, шаблоны моделей и т.д., что облегчает разработку представлений, содержащихся в описании архитектуры
- Точки зрения на архитектуру и представления иногда прямо указываются (перечисляются) в конкретных АФ. Например, в:
 - Zachman (1987)
 - DoDAF (2010)
 - MoDAF
 - NAF
 - Open Group Architecture Framework (TOGAF) и др.

Эмерджентность архитектуры – 1/2

- Системы эмерджентны, из чего следует, что элементы системы взаимодействуют между собой и могут создавать желательные или нежелательные явления, называемые «эмерджентными свойствами», такими как:
 - Торможение (подавление – inhibition)
 - Интерференция
 - Резонанс
 - Усиление какого-либо свойства
- Определение архитектуры системы включает в себя анализ взаимодействия между элементами системы с целью предотвращения появления нежелательных эмерджентных свойств и усиления желаемых

Эмерджентность архитектуры – 2/2

- Понятие эмерджентного свойства используется во время определения архитектуры и проектирования для выделения/подчеркивания необходимых производных функций и внутренних физических ограничений или ограничений, связанных со взаимодействием с внешней средой. Соответствующие производные требования должны быть добавлены к исходным системным требованиям, когда они влияют на SOI

Определение вариантов и выбор – 1/3

- Цель процесса определения архитектуры состоит в определении «наилучшей» возможной архитектуры, состоящей из подходящих системных элементов и интерфейсов, то есть архитектуры, которая наилучшим образом отвечает всем требованиям СХ и системным требованиям в согласованных пределах (допусках) этих требований. Предпочтительный способ доказать «наилучшесть» - создание описаний нескольких возможных архитектур, а затем их анализ, оценка и сравнение, с выбором наиболее подходящей
- Варианты архитектуры определяются в соответствии с выбранными критериями. Критериями могут являться:
 - Уменьшение количества интерфейсов
 - Возможность независимого тестирования элементов системы
 - Модульность (то есть низкую взаимозависимость элементов системы)
 - Легкость замены элементов во время обслуживания
 - Совместимость используемых технологий
 - Близость элементов в пространстве
 - Простота манипуляций с элементами (handling) (например, вес, объем, возможность транспортировки)
 - Оптимизация распределения ресурсов и информации между элементами

Определение вариантов и выбор – 2/3

- Подходящие («жизнеспособные» – viable) варианты архитектуры должны удовлетворять всем требованиям (например, функциям, характеристикам) в рамках возможных компромиссов и договоренностей [между СХ]
- Предпочтительная архитектура оптимальна с точки зрения того, что архитектура и дизайн соответствуют полному набору требований СХ и системных требований:
 - Требования СХ и системные при этом должны быть выполнимы
 - Соответствие им должно быть подтверждено, т.е. прошел процесс валидации
- Параллельно с архитектурными и проектными работами выполняются процедуры оценки, исследования, создания макеты и др., которые «проверяют» требования

Определение вариантов и выбор – 3/3

- Определение архитектуры включает оптимизацию для нахождения баланса между архитектурными характеристиками и приемлемыми рисками. При этом выполняется анализ [потенциальной] производительности, эффективности, ремонтпригодность и стоимости необходимый для получения характеристик архитектуры-кандидата
- Такой анализ является частью процессов системного анализа или специальных инженерных работ