

# Системы обработки информации и управления

Описание процессов

жизненного цикла

СТС

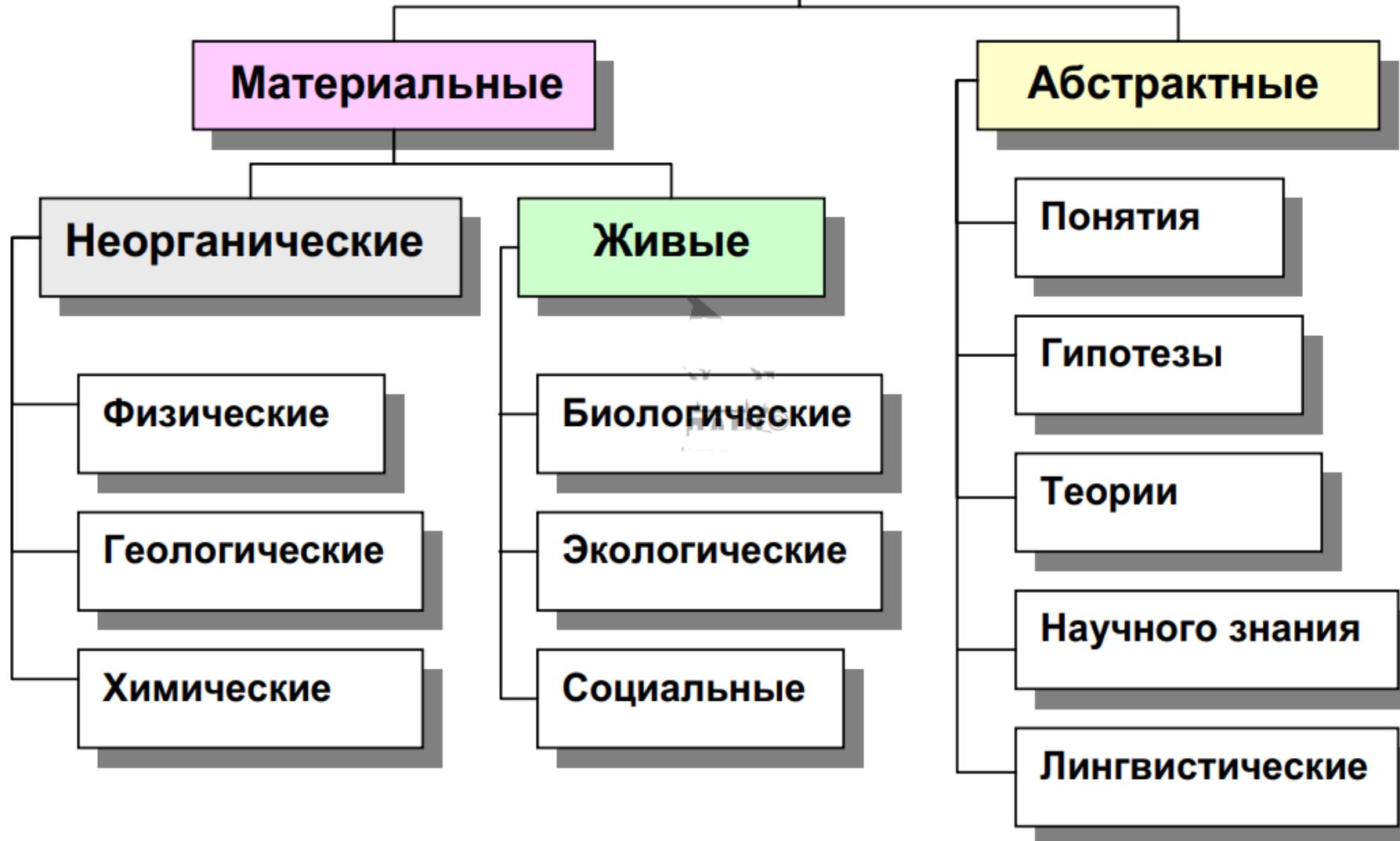
Имитационное

моделирование

дискретных процессов

Черненький Михаил Валерьевич  
доцент каф.ИУ5

# Системы



# Система

...совокупность взаимодействующих объектов любой природы, представляющая собой **средство достижения цели** и обладающая свойствами:

- ❖ *целостность*;
- ❖ наличие частей и связей между ними;
- ❖ относительная *обособленность* от окружающей среды;
- ❖ подчинённость функционирования системы некоторой *цели*;
- ❖ наличие *связи с окружающей средой*.

# Сложные системы

- **Социотехнические системы** (корпоративные ИС, телекоммуникации, центры обработки данных, ...)
- **Экономические системы** (корпорации, предприятия, медицина, финансы, рынки, ...)
- **Транспортные системы** (логистика, перевозки, склады, товарные потоки, снабжение, ...)
- **Экосистемы** (экология, биопопуляции, эпидемии, ...)
- **Социальные системы** (информационные процессы, соц.сети, социофизика, ...)

# Понятие информационной системы

## Закон 149-ФЗ:

- 1) **информация** - сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления;
- 2) **информационные технологии** - процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов;
- 3) **информационная система** - совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств;
- 4) **информационно-телекоммуникационная сеть** - технологическая система, предназначенная для передачи по линиям связи информации, доступ к которой осуществляется с использованием средств вычислительной техники;

# Понятие информационной системы

ГОСТ 34.003-90

## Автоматизированная система

Система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

ГОСТ Р 57700.3-2017

**Социотехническая система**: современная парадигма рассмотрения любой производственной, организационной, административной системы, состоящей из взаимодействия двух подсистем:

а) технико-экономической, как то: машины, станки, оборудование, все виды ноу-хау, а также управленические знания, организационные структуры, методы производственного планирования, разработки рабочих мест, технические приемы, навыки работы, уровни квалификации;

б) социальной, включающей все формы модального и материального стимулирования труда, корпоративный стиль управления, участие рабочих и служащих в процессе принятия решений (субъектно-ориентированное управление), организационную культуру и др.

# Социотехническая система

*Техническая подсистема* – устройства, инструменты, технологии, преобразующие ресурсы для улучшения экономической эффективности организации.

*Социальная подсистема* – сотрудники (знания, умения, настрой, ценностные установки, отношение к выполняемым функциям), управленческая структура, система поощрений.

*Подсистема среды* – социальные институты, другие организации, социальные ценности, экологическая среда.

# Пользователи моделей СТС

- ИТ-компании – VK, Яндекс, IBM, Microsoft,
- Телеком – Ростелеком, МТС, Huawei, Cisco,
- Промышленность – РосТех, РосАтом,
- Логистика – морской- ж/д- авиа- авто-транспорт, почта
- Космос – РосКосмос, NASA, ESA,
- Авиастроение – ОАК, Boeing, Airbus,
- Судостроение – ОСК, Hyundai,
- Нефтегаз – Газпром, Роснефть, ЛукОйл, Aramco,
- Военные – МО РФ, МЧС, МВД, DoD,
- Банки – Сбер, ЦБ РФ, Т-банк,

# Свойства сложных систем

## Уникальность

системы такого класса **не имеют** полных аналогов поведения.

## Эмерджентность

свойства системы **не сводятся** к совокупности свойств ее частей, т.к. целое обладает **качественно новыми** свойствами.

## Спонтанность

(слабопредсказуемость)

никакое подробное знание морфологии и функций элементов **не позволяет** определить все функции системы; никакое подробное точное знание поведения системы на интервале  $(-\infty, 0]$  не позволяет **точно** предсказать её поведение на интервале  $(0, t]$

## Негэнтропийность

(целенаправленность)

система в состоянии в определённых пределах управлять своей энтропией (уменьшать, сохранять, тормозить увеличение) при случайном и неблагоприятном воздействии среды. **Негэнтропия** определяет стремление системы к стабильности, способность устранять последствия внешних и внутренних случайных воздействий.

# Проблемы сложных систем

Создание и эксплуатация сложных систем требует знаний о **количественных** и **качественных** закономерностях этой системы.

**Общесистемные** вопросы включают:

- определение **структуры**;
- организация **взаимосвязей** внутри системы;
- настройка **взаимодействий** с внешней средой;
- оптимальное **управление** всеми компонентами.

Это задачи системного анализа, системотехники,  
системного моделирования.

# Проблемы сложных систем

Системный подход базируется на представлении, что система **не просто сумма** компонентов.

Даже если каждый компонент имеет оптимальные характеристики, то результирующее поведение системы в целом **не обязательно оптимально**.

Структура системы – устойчивая во времени совокупность функций и взаимосвязей.

Задача управления представляет собой процессы **сбора**, **передачи**, **обработки** внутренней и внешней информации системы, а также реализации **воздействий** на систему.

# Исследование сложных систем

## **Анализ**

изучение свойств и поведения системы в зависимости от её структуры и значений параметров.

## **Синтез**

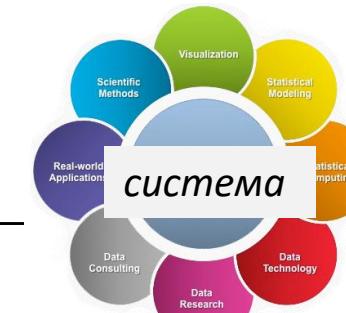
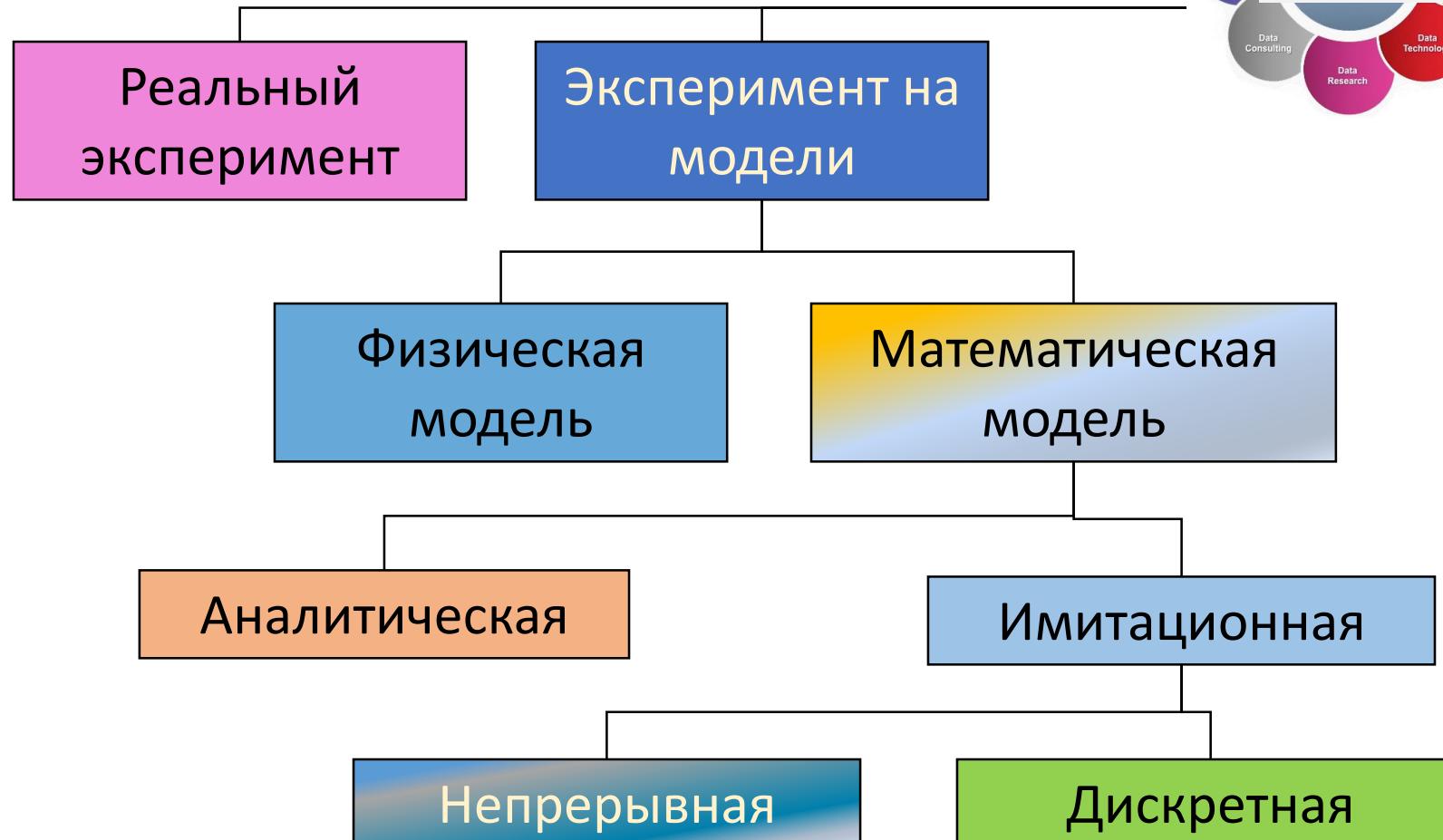
выбор структуры системы и значений параметров, подбор вариантов означает синтез через анализ.

## **Оптимизация**

**Структурная** – перебор вариантов структуры в рамках заданных ограничений;

**Параметрическая** – подбор параметров элементов при заданной структуре.

# Методы исследования



# Имитационное моделирование

- Алгоритмические математические модели выражают связи выходных характеристик системы с внутренними и внешними параметрами в форме *алгоритма*.
- Имитационная математическая модель – алгоритмическая модель, отражающая *поведение* исследуемого объекта во времени при задании внешних воздействий на объект. Суть имитации – воспроизвести заданный интервал времени работы системы, повторяя её поведение в промежуточные моменты времени.

# Теория моделирования

## Основы описания дискретных процессов

*Техническая система (ТС)*

$$TC = \langle H, \Phi, C, O, \mathcal{E} \rangle$$

- $H$  – функциональное назначение [вектор];
- $\Phi$  – функции системы [граф];
- $C$  – структура, состав [вектор];
- $O$  – организация, компоновка, управление [граф];
- $\mathcal{E}$  – показатели эффективности [вектор].

# Теория моделирования

*Дискретный процесс*

$$Z = \langle S_Q, T_\alpha, F \rangle$$

- $S$  – пространство состояний системы  $Q$
- $T$  – упорядоченное множество моментов времени изменения состояний системы
- $F$  – график процесса  $Z$  как отображение  $T \rightarrow S$

# Типы математических моделей

## *Детерминированные и вероятностные модели:*

- в *детерминированной* полагают постоянство входных параметров процесса;
- в *вероятностной* учитывают неопределенность параметров в некоторых пределах, например:
  - Время обработки запросов
  - Время ожидания обработки запросов
  - Частота поломок компонентов
  - Время ремонта компонентов
  - Время поступления запросов
  - Количество обслуживаний в час
  - и пр.

# Теория моделирования

Важной особенностью моделирования дискретных процессов является способность учитывать *неопределенность и изменчивость*, которые естественным образом возникают во многих системах.

Например, в моделях систем массового обслуживания существует неопределенность относительно времени прибытия объектов, входящих в систему.

Также существует вариабельность во времени, требуемом для предоставления обслуживания при прохождении системы объектом.

# Проблема адекватности модели

*что включать в модель?*

Процесс протекания тока в проводнике

- + электрический процесс (законы Ома)
- + термодинамический процесс (нагрев)
- + эмиссионный процесс (свечение)
- + деградация свойств (старение)
- + экстремальный режим (разрушение)
- + другие эффекты (магнитный, электростатический и пр.)

# Зачем моделировать

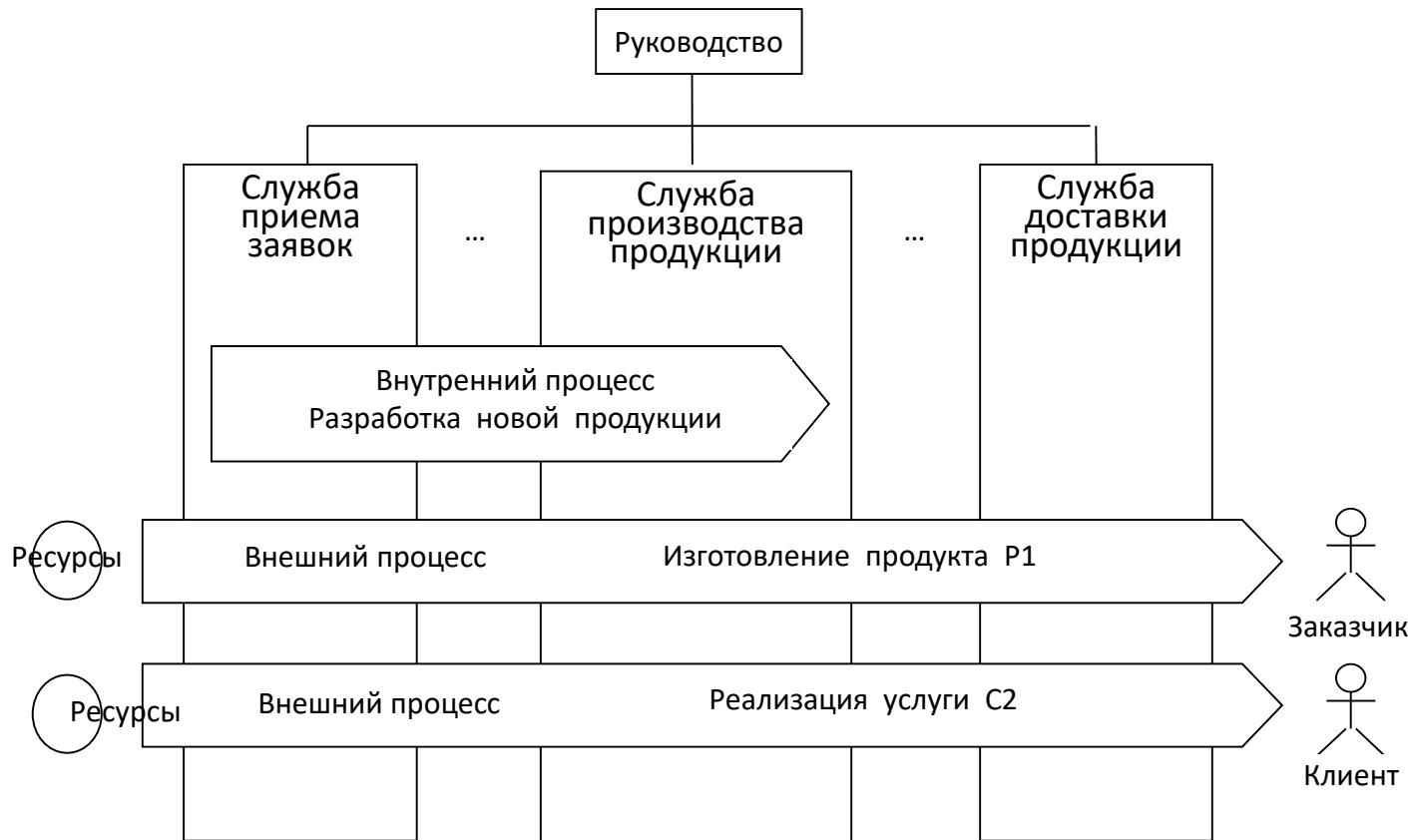
- ❖ Получение знаний о поведении систем
- ❖ Изучение вариантов изменений
- ❖ Проверка новых структур или правил взаимодействия  
(конфигурация, обновление, планирование)
- ❖ Определение требований к компонентам систем
- ❖ Обучение и тестирование (тренажер)
- ❖ Демонстрация возможностей (анимация)

# Выгоды имитационной модели

- Быстрое определение характеристик системы
- Уточнение неопределенностей и рисков
- Раскрытие скрытых возможностей
- Уменьшение ненужных затрат
- Анализ, прогноз будущих изменений
- Тестирование новых алгоритмов
- Проверка нового оборудования в системе

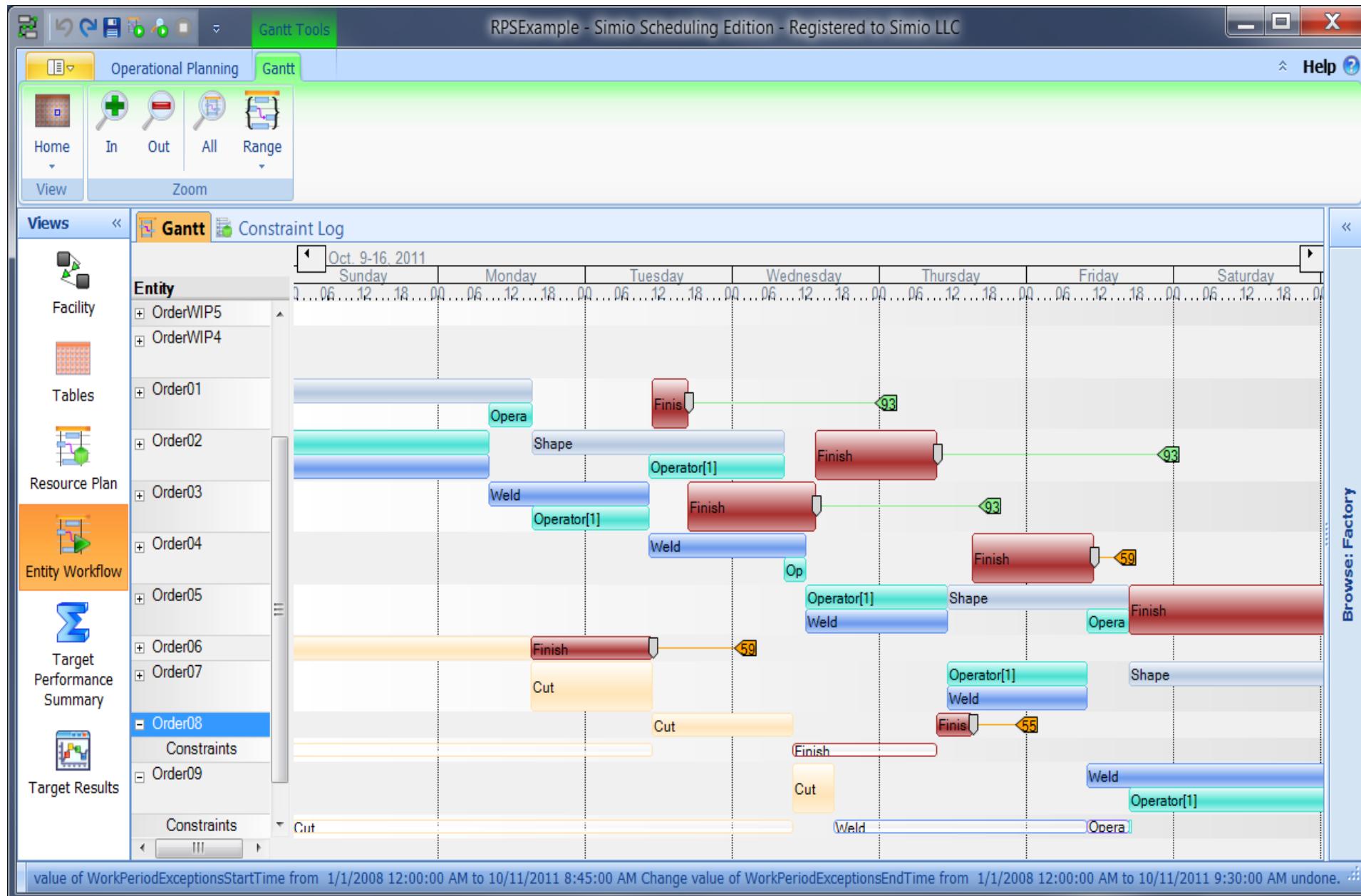
# Модели бизнес-процессов

Бизнес-процессы – логические серии взаимозависимых действий, использующие ресурсы предприятия для создания полезного результата, например, продукта или услуги.



- Процессы используют организац. структуру
- Четко определены вход и выход
- Выходы внешних бизнес-процессов используют заказчики, клиенты
- Выходы внутренних бизнес-процессов используются внутри предприятия

# Оценка качества бизнес планирования

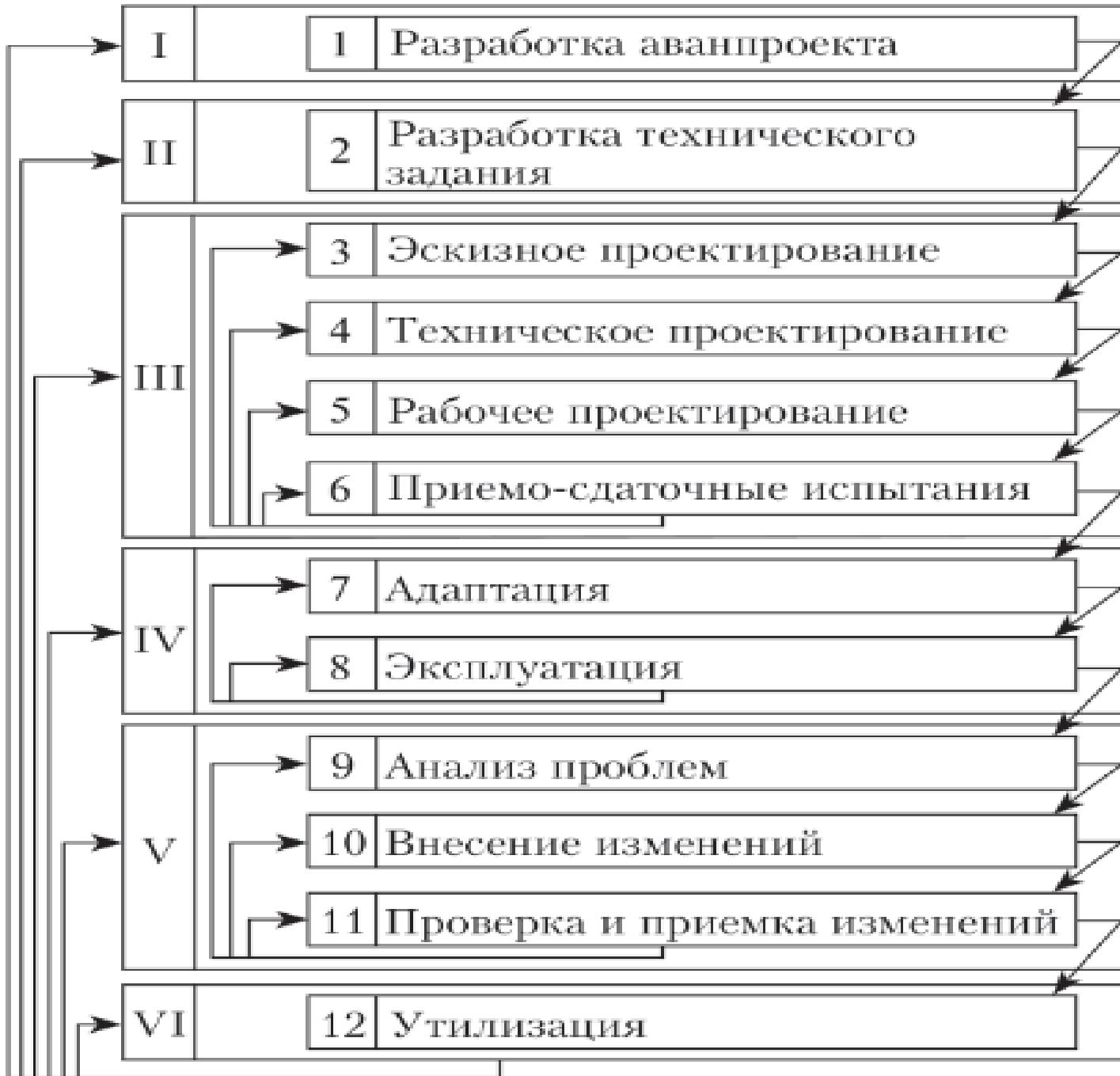


# Жизненный цикл ИВС

Жизненный цикл создания (разработки) и использования информационной вычислительной системы (ИВС) представляет собой последовательность стадий работ, включающих однородные по содержанию и результатам этапы работ.

ГОСТ Р 53622-2009

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010



**ГОСТ Р 53622-2009**

Жизненный цикл  
информационной  
вычислительной системы  
(ИВС)

6 стадий работ  
12 этапов работ

Цикл разработки стартует со сбора требований к проекту.

Системный и бизнес-аналитики помогают превратить идеи заказчика в понятные для разработчиков задачи.

**Бизнес-аналитик** изучает работу бизнеса, выявляет проблемы и предлагает эффективные пути их решения:

- оптимизирует процессы;
- тестирует гипотезы;
- моделирует ситуации;
- оценивает результаты.

**Системный аналитик** отвечает за ИТ-решения, которые помогут реализовать задуманное:

- ❖ изучает требования к продукту;
- ❖ составляет тех.задание;
- ❖ контролирует процесс разработки;
- ❖ проектирует новые ИС и улучшает существующие.

Задачи системного и бизнес-аналитика тесно связаны между собой, поэтому востребованы специалисты, которые совмещают обе роли.

# Задача моделирования

Объектами моделирования *СТС* являются системы, обладающие структурной, функциональной, компонентной организацией.

**Структура** системы (комплекса) может быть задана в графической или аналитической форме.

**Функция** системы может быть задана в алгоритмической, аналитической, графической или табличной форме.

Моделирование направлено на решение задач -

- анализа, связанных с оценкой эффективности систем;
- синтеза, направленных на построение оптимальных систем в соответствии с выбранным критерием эффективности.

# Задача моделирования

Для количественного описания системы используются параметры, описывающие первичные свойства системы, и характеристики, определяемые в процессе решения задач анализа как функция параметров.

Основными *характеристиками* технических систем являются *производительность*, *оперативность*, *надёжность*, *стоимость*.

Изучение сложных систем проводят в терминах процессов: **состояния, события, переходы** из одного состояния в другое.

К моделям процессов обычно предъявляются компромиссные требования - простота / адекватность исследуемой системе.

## Практические вопросы моделирования

- Каково различие между «параметрами» и «характеристиками» системы?  
Могут ли характеристики быть параметрами и наоборот?
- Каким образом обеспечить разумный компромисс  
между простотой и адекватностью модели ?
- Являются ли синонимами понятия  
«показатель эффективности» и «характеристика»?
- Сколько критериев эффективности нужно использовать  
для синтеза оптимальной системы ?
- Может ли быть решена задача оптимального синтеза  
с использованием сразу нескольких критериев эффективности ?
- Каково значение параметризации модели при исследовании системы?

## *Проблемы реализации моделей*

Системы программного управления обычно строятся из параллельных взаимодействующих модулей. Ошибки в них часто являются *критическими*.

Программные системы могут сохранять ошибки, проявляющиеся после долгой эксплуатации как реакция на возникшую специфическую комбинацию многочисленных факторов, в том числе, не формализуемых скоростей выполнения отдельных процессов в параллельных программах.

Основным методом повышения надежности программ при традиционных методах разработки является *тестирование*.

«Тестирование может показать наличие ошибок, но не может доказать отсутствия ошибок в программе» (Эдсгер Дейкстра)

## *Мысли классиков информатики*

Вместо того, чтобы программы сначала разрабатывать, а потом пытаться доказать, что они правильны, программы нужно сразу строить корректными

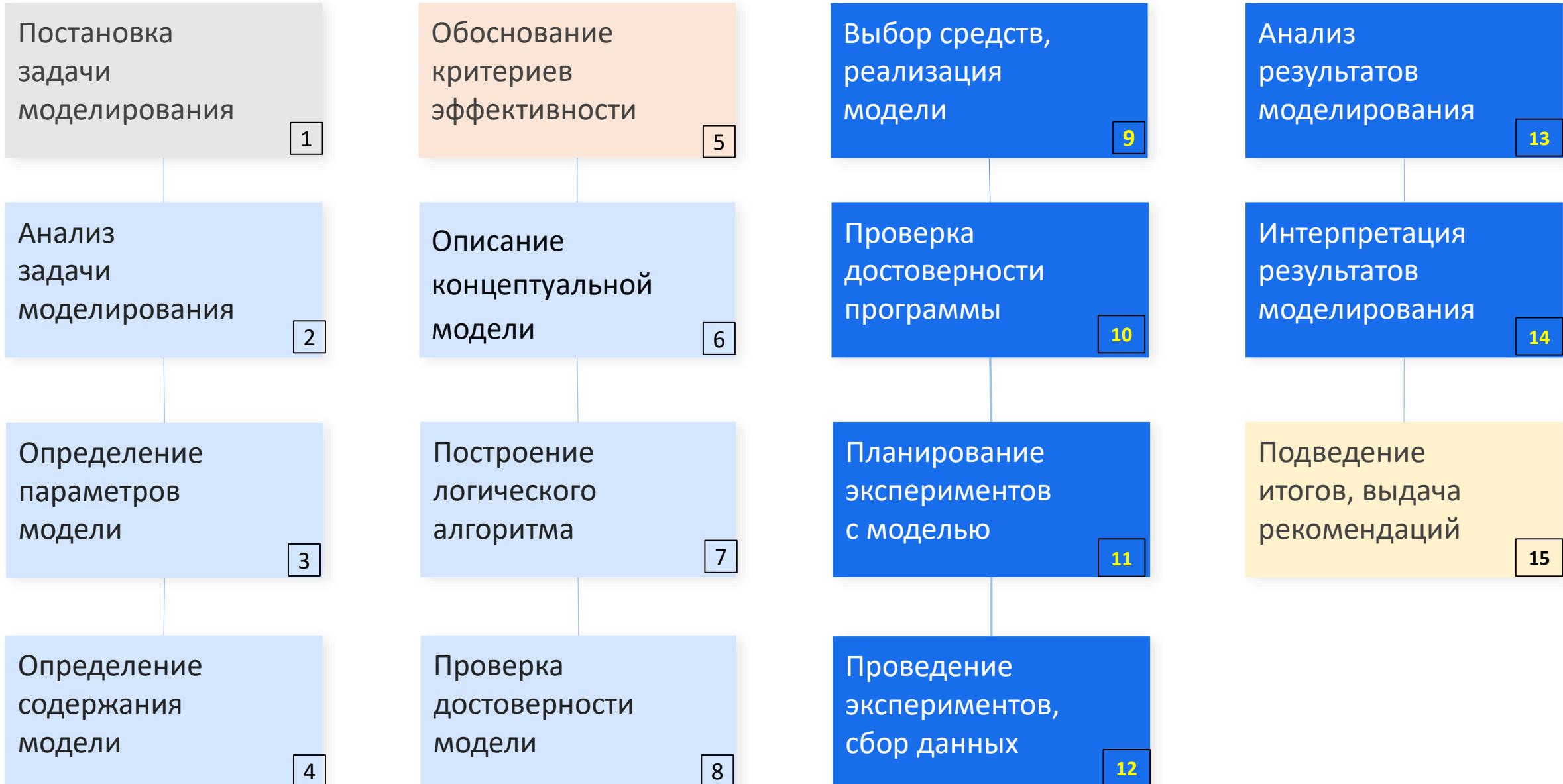
*(Эдсгер Дейкстра)*

Мы заметили, что многие параллельные программы имеют свойство, которое мы назвали «синхронизационным скелетом с конечным числом состояний»  
*(Кларк и Эммерсон)*

Следует сначала создать “управляющий скелет”, на который впоследствии можно безопасно навесить функциональную обработку *(Тони Хоар)*

Ясно специфицируйте «центральную нервную систему», представляющую состояния, переходы, события, условия и время *(Давид Харел)*

# Этапы жизненного цикла проекта моделирования



## *Системы моделирования*

- AnyLogic
- GPSS Studio
- MATLAB
- SIMIO
- Arena
- Engee

## *Фреймворки моделирования*

- Simpy
- MASON
- SimSharp
- Repast
- NetLogo
- OMNet++

.....

.....