

Системы обработки информации и управления

Описание процессов

жизненного цикла

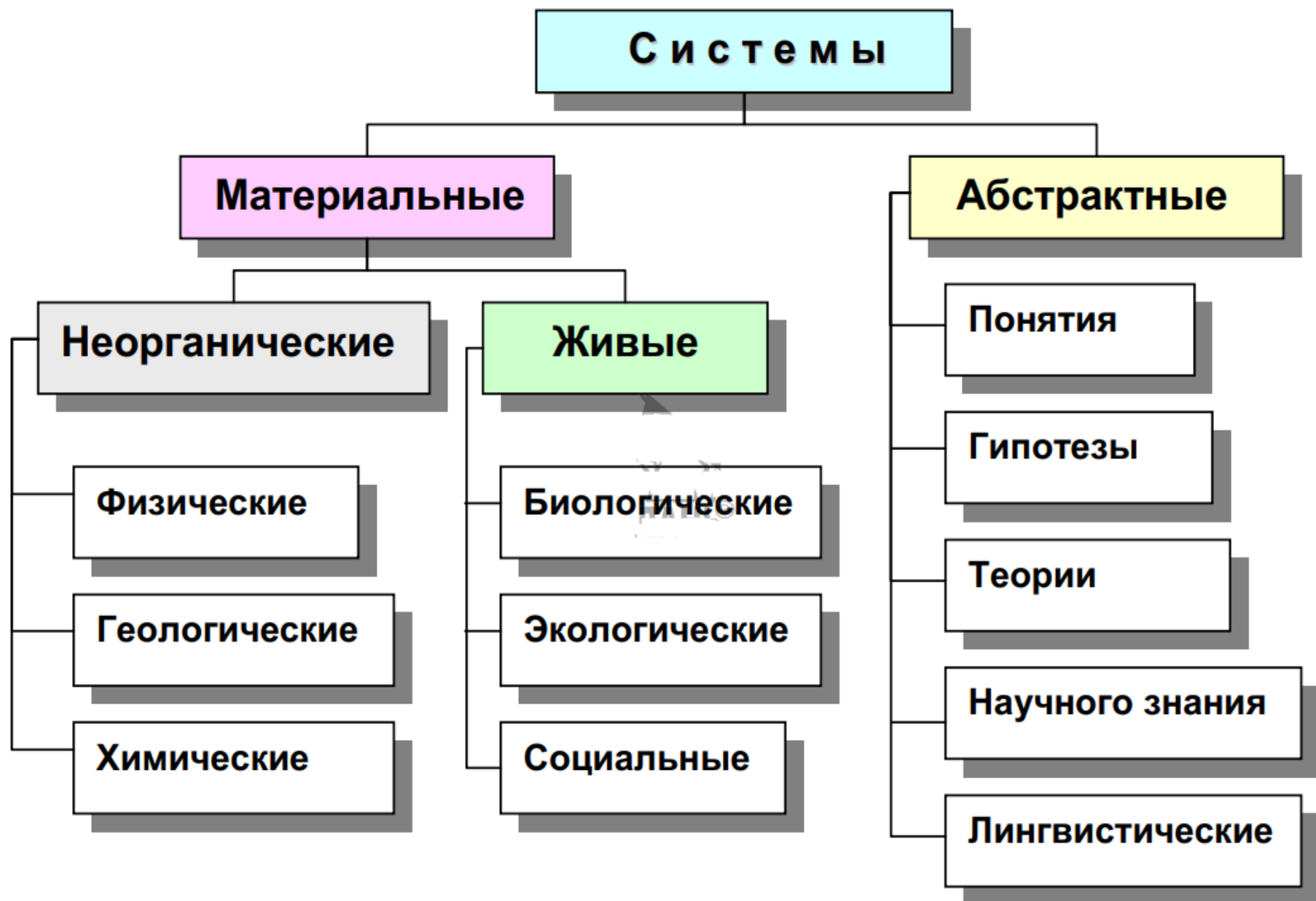
СТС

Имитационное

моделирование

дискретных процессов

Черненко Михаил Валерьевич
доцент каф.ИУ5



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 управленческие 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

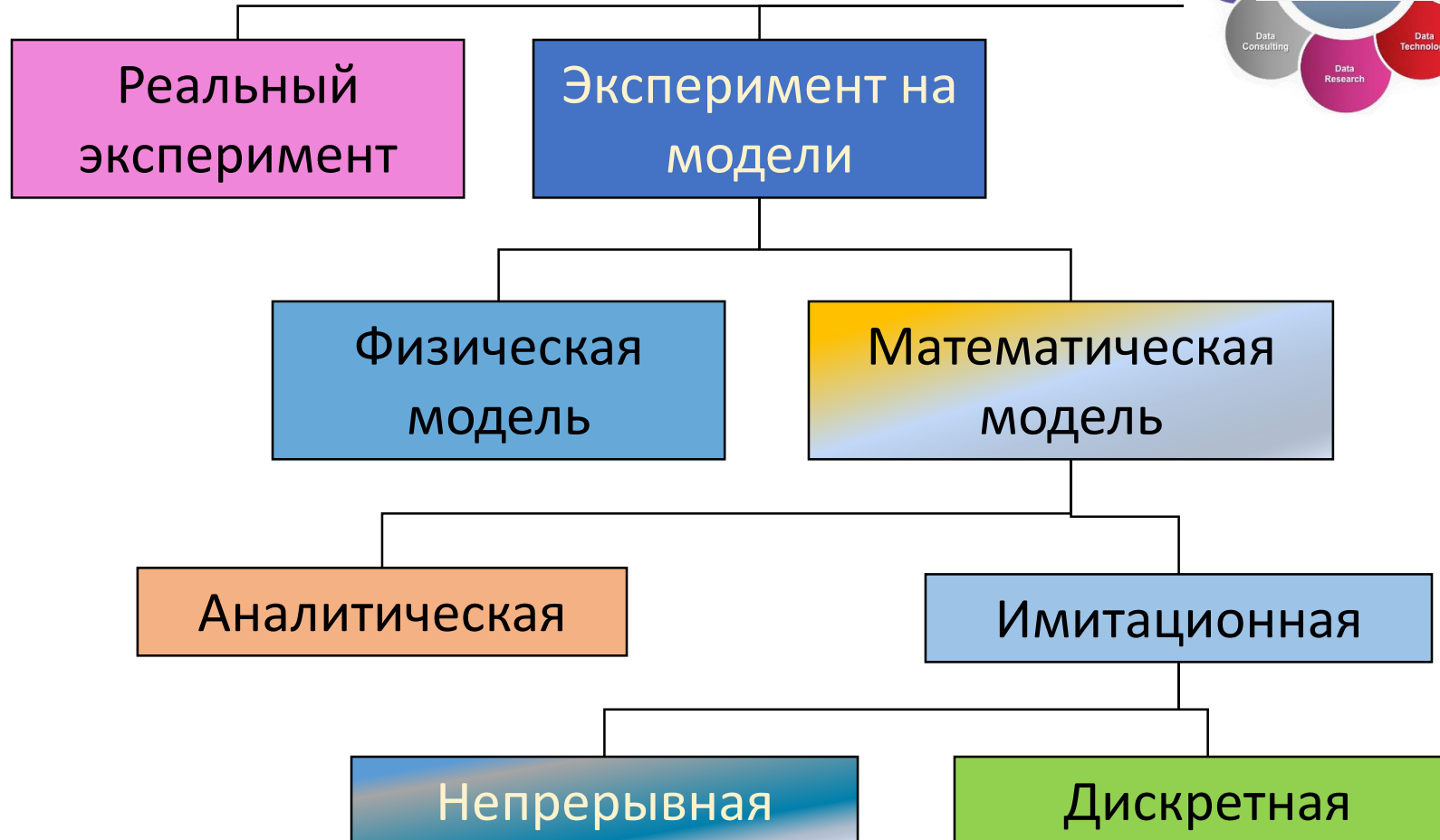
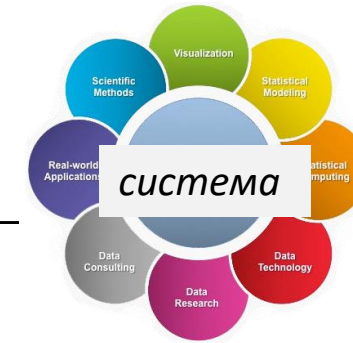
выбор структуры системы и значений параметров, подбор вариантов означает синтез через анализ.

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)

$$ТС = \langle H, \Phi, C, O, \varepsilon \rangle$$

- H – функциональное назначение [вектор];
- Φ – функции системы [граф];
- C – структура, состав [вектор];
- O – организация, компоновка, управление [граф];
- ε – 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

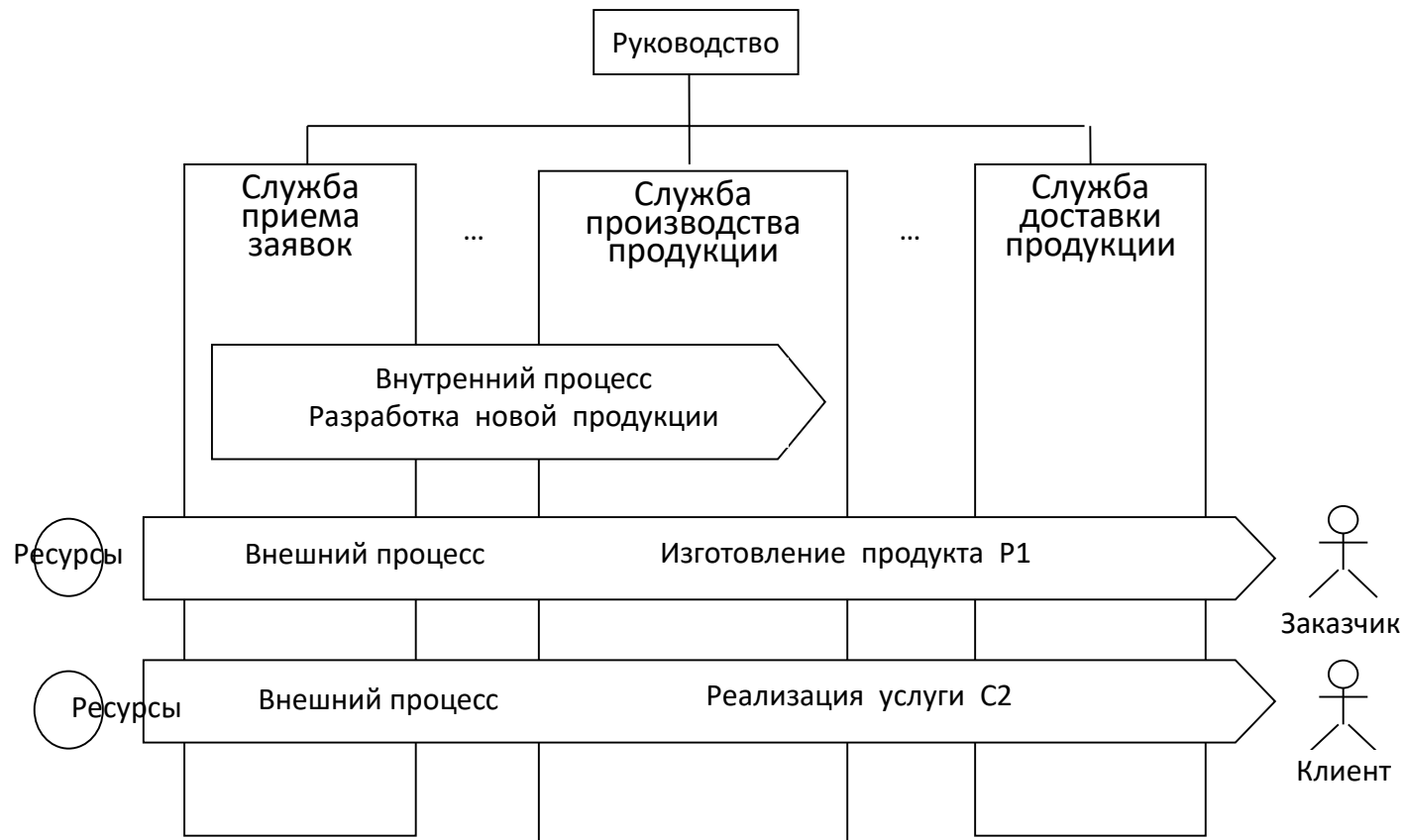
- ❖ Получение знаний о поведении систем
- ❖ Изучение вариантов изменений
- ❖ Проверка новых структур или правил взаимодействия
(конфигурация, обновление, планирование)
- ❖ Определение требований к компонентам систем
- ❖ Обучение и тестирование (тренажер)
- ❖ Демонстрация возможностей (анимация)

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

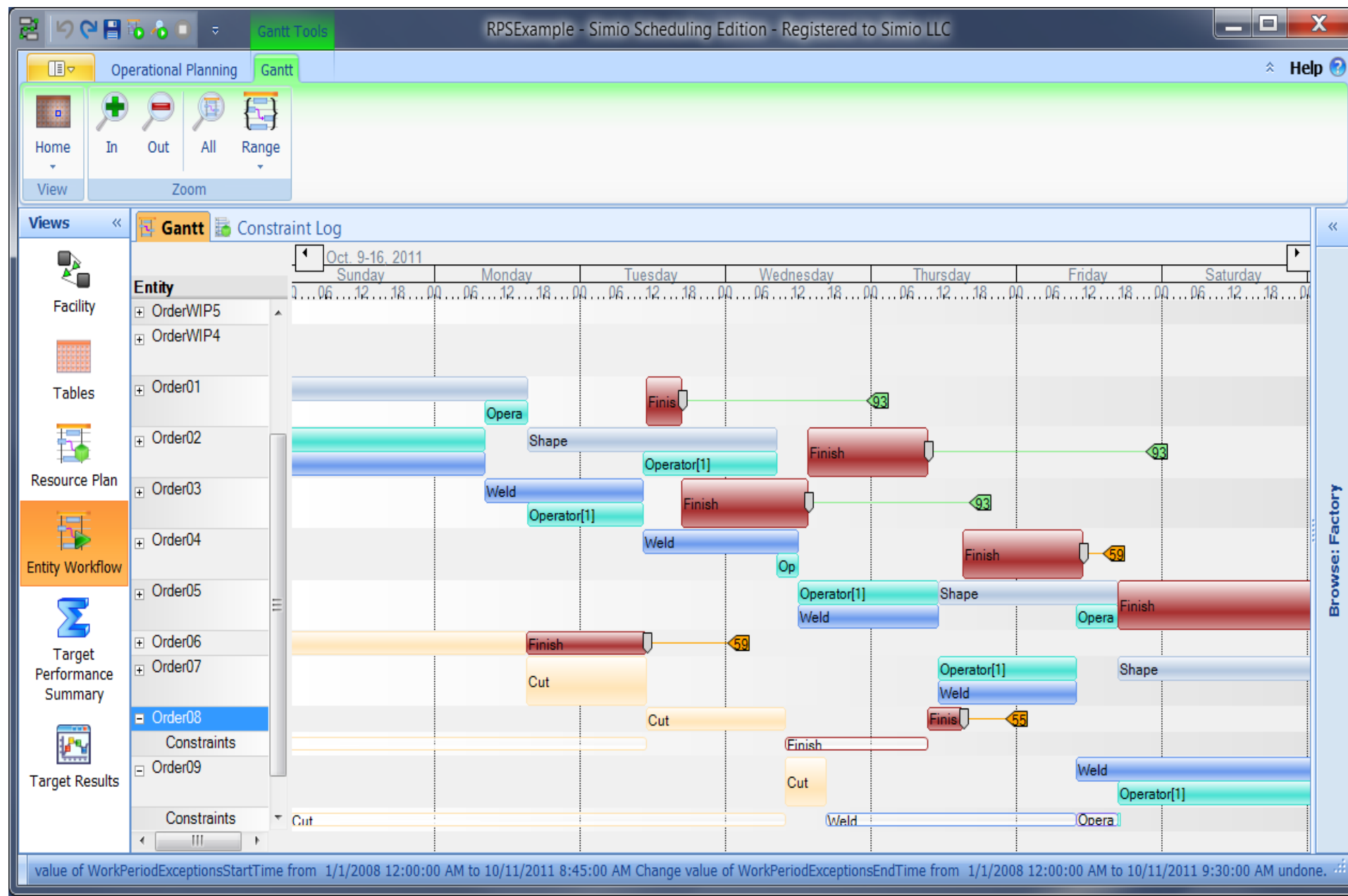
Модели бизнес-процессов

Бизнес-процессы – логические серии взаимосвязанных 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

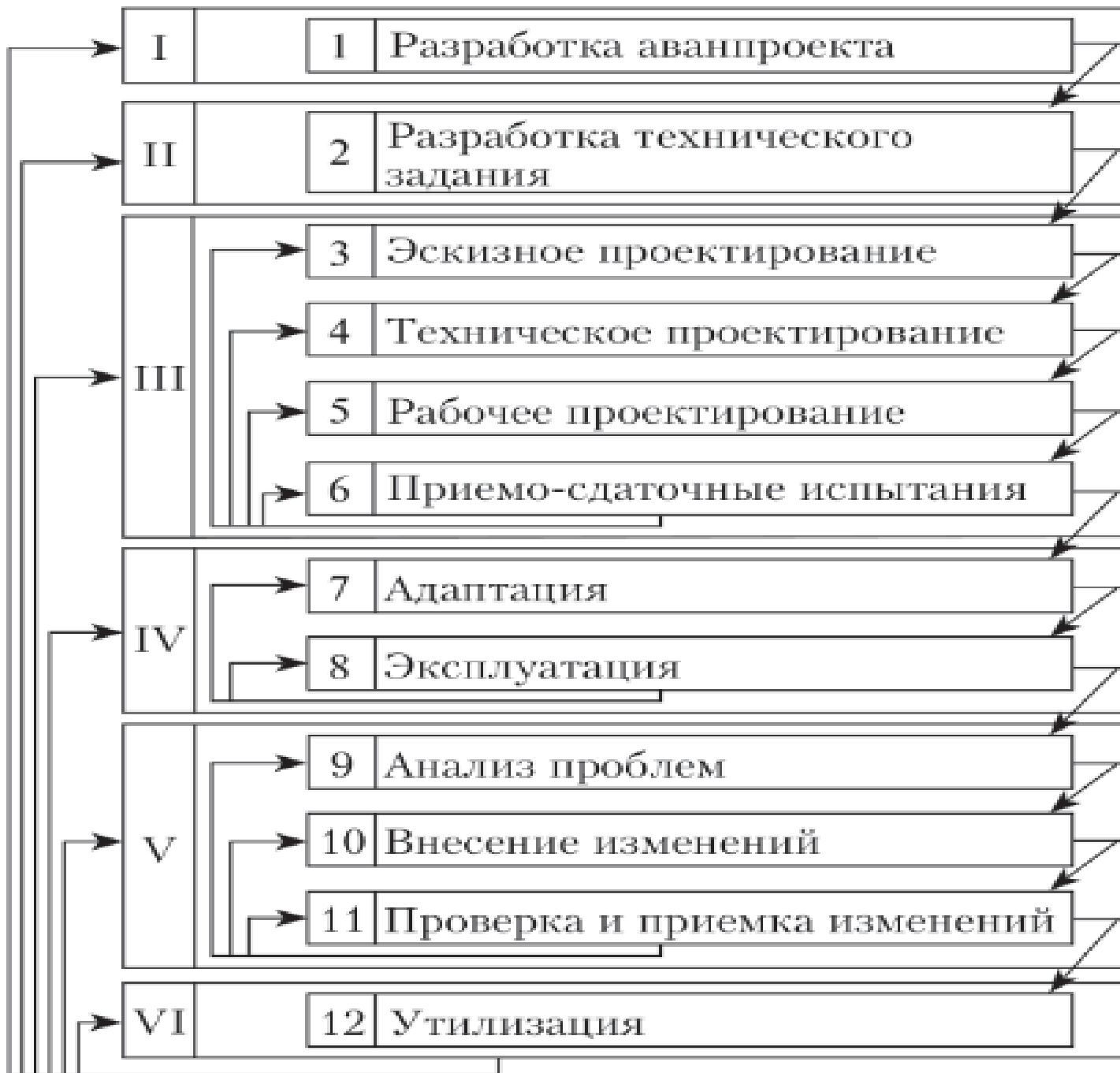


Жизненный цикл ИВС

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?

Пример проекта моделирования

В мае 2024 г. Почта России и Фонд «Сколково» подписали договор о внедрении системы интеллектуального моделирования почтовой логистики в период с 2024 по 2026 г.

Партнёром Почты России в реализации проекта стал разработчик «Тераплан», который занимается созданием и поддержкой оптимизационных платформ и информационных систем.

На основании исторических данных с помощью технологии искусственного интеллекта система рассчитает прогноз поступления почтовых отправок на каждом этапе логистической цепочки, предложит оптимальные маршруты доставки посылок конечному получателю.

Система поможет Почте сократить сроки доставки за счёт исключения или уменьшения лишних транспортных узлов из маршрута.

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)

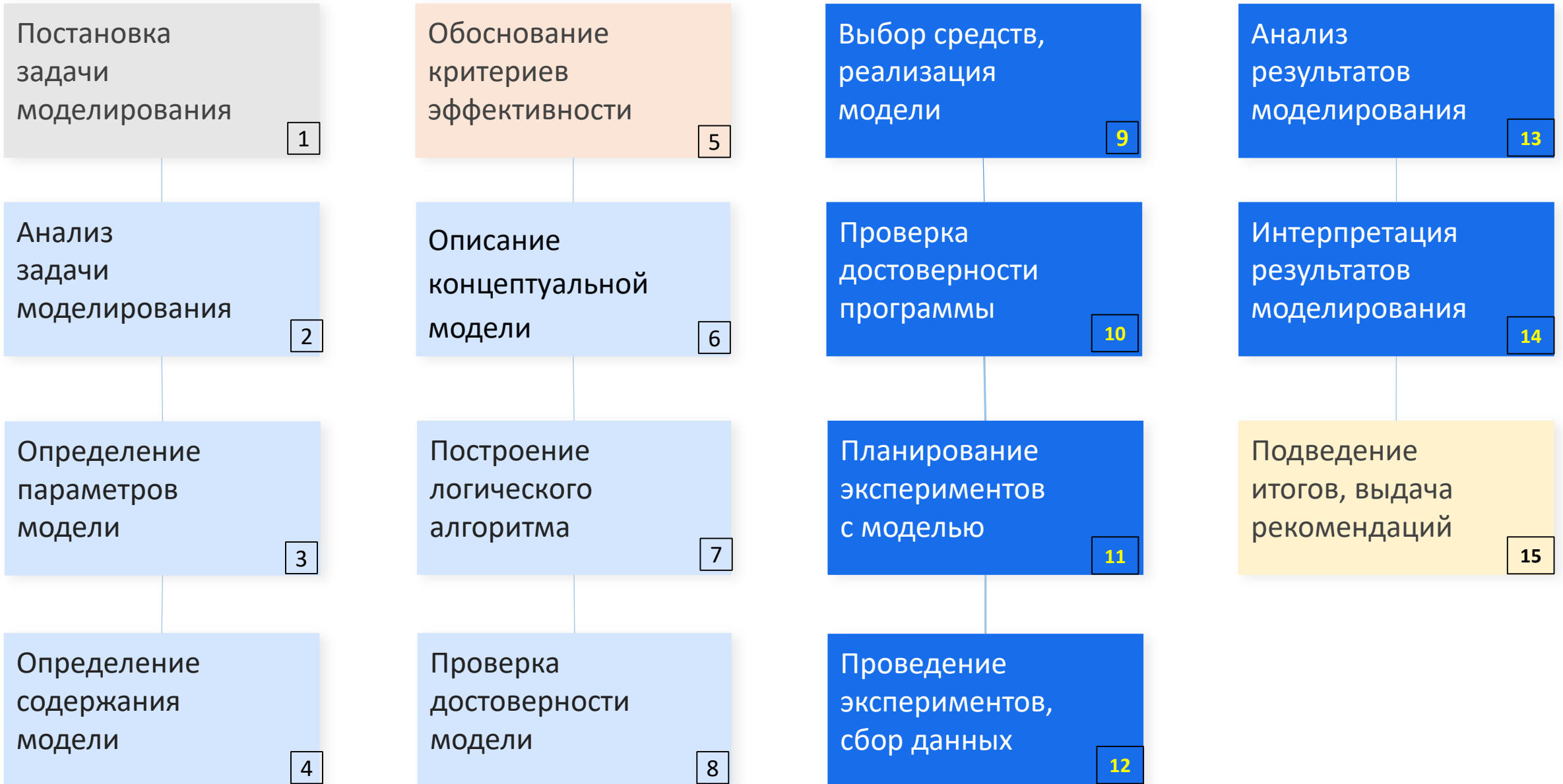
Мы заметили, что многие параллельные программы имеют свойство, которое мы назвали «синхронизационным скелетом с конечным числом состояний»

(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++

.....

Структура дисциплины

- ❖ 14 лекций (по 1 баллу)
 - ❖ 1-й модуль = 30 баллов
 - ❖ 6 семинаров (по 2-3 балла)
 - ❖ 1 самостоятельная работа (8 баллов) – на 7 неделе
 - ❖ 2-й модуль = 40 баллов
 - ❖ 8 семинаров (по 2-3 балла)
 - ❖ 1 самостоятельная работа (9 баллов) – на 16 неделе
- ❖ экзамен = 30 баллов