

«Моделирование»

Лектор: АЛИЕВ Тауфик Измайлович,
доктор технических наук, профессор

**Национальный исследовательский университет ИТМО
(Университет ИТМО)**

*Факультет программной инженерии и компьютерной техники
(ФПИиКТ)*

Рекомендуемая литература

1. Алиев Т.И. Моделирование дискретных систем. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 363 с. https://books.ifmo.ru/book/445/osnovy_modelirovaniya_diskretnyh_sistem.htm
2. Алиев Т.И., Муравьева-Витковская Л.А., Соснин В.В. Моделирование: задачи, задания, тесты. Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2011. – 197 с. <https://books.ifmo.ru/book/686/modelirovanie: zadachi, zadaniya, testy.htm>
3. Алиев Т.И. Основы проектирования систем. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 120 с. https://books.ifmo.ru/book/1638/osnovy_proektirovaniya_sistem: uchebnoe_posobie..htm
4. Электронные учебно-методические материалы по дисциплине «Моделирование» в ИСУ ИТМО
5. Кельтон В., Лоу А. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. – СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BNV, 2004. – 847 с.: ил.
6. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — М.: Изд-во Юрайт, 2017. — 343 с.

Разделы дисциплины

«Даже если ваше объяснение настолько ясно, что исключает всякое ложное толкование, все равно найдется человек, который поймет вас неправильно» (*Законы Мэрфи*)

Часть 1:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Общие вопросы моделирования | (см. [1]: Раздел 1) |
| 2. Модели дискретных систем | (см. [1]: Раздел 3) |
| 3. Имитационное моделирование | (см. [1]: Раздел 6) |
| 4. Анализ свойств базовых моделей | (см. [1]: Раздел 4) |
| 5. Сетевые модели дискретных систем | (см. [1]: п. 3.4, 4.4, 4.5) |
| 6. Модели компьютерных систем | (см. [3]: п. 4.4, 4.5) |

Часть 2

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

1.1. Система

1.2. Модель

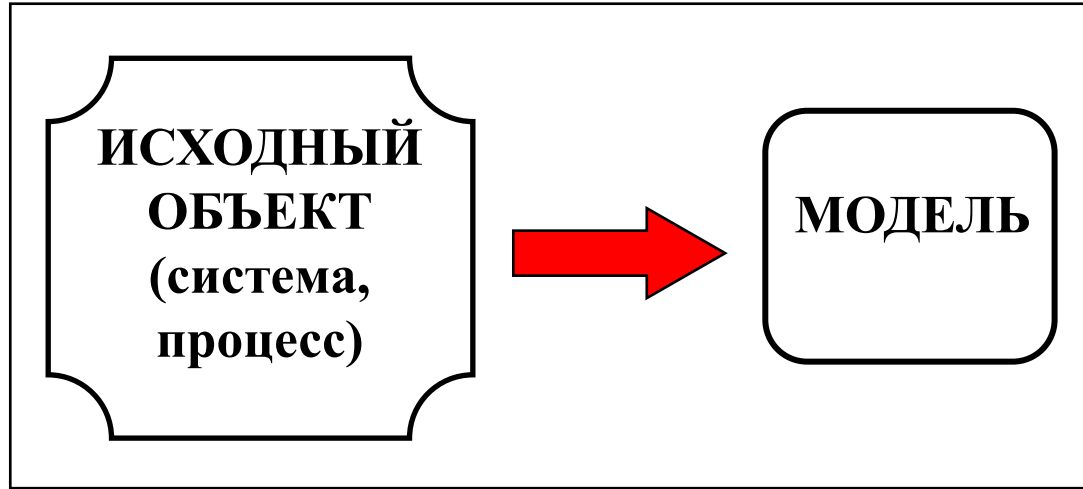
1.3. Типовые задачи и методы моделирования

1.4. Принципы моделирования систем

1.5. Этапы моделирования систем

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Введение



Моделирование – основа для *исследования* систем, а именно:

- изучения свойств систем;
- анализа поведения систем;
- проектирования сложных систем;
- предсказания поведения системы (*предиктивная* или *предсказательная аналитика*).

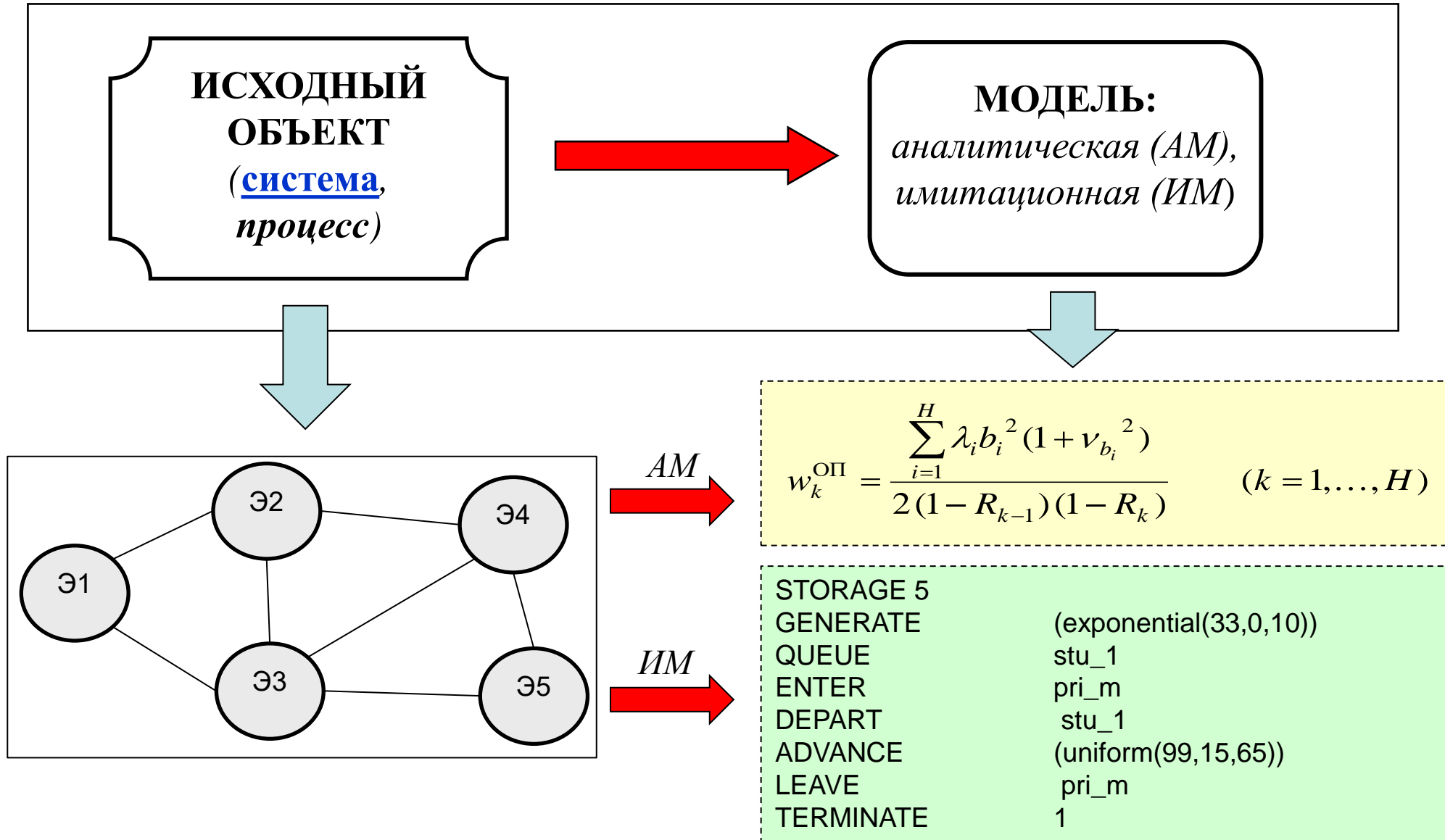
Исследование систем предполагает:

- 1) измерения на реальных системах;
- 2) моделирование, когда измерения:
 - трудно выполнимы;
 - экономически невыгодны;
 - вообще невозможны.

Основные типы моделей:

- физические / *математические*;
- качественные / *количественные или конструктивные*;
- аналитические / *имитационные*.

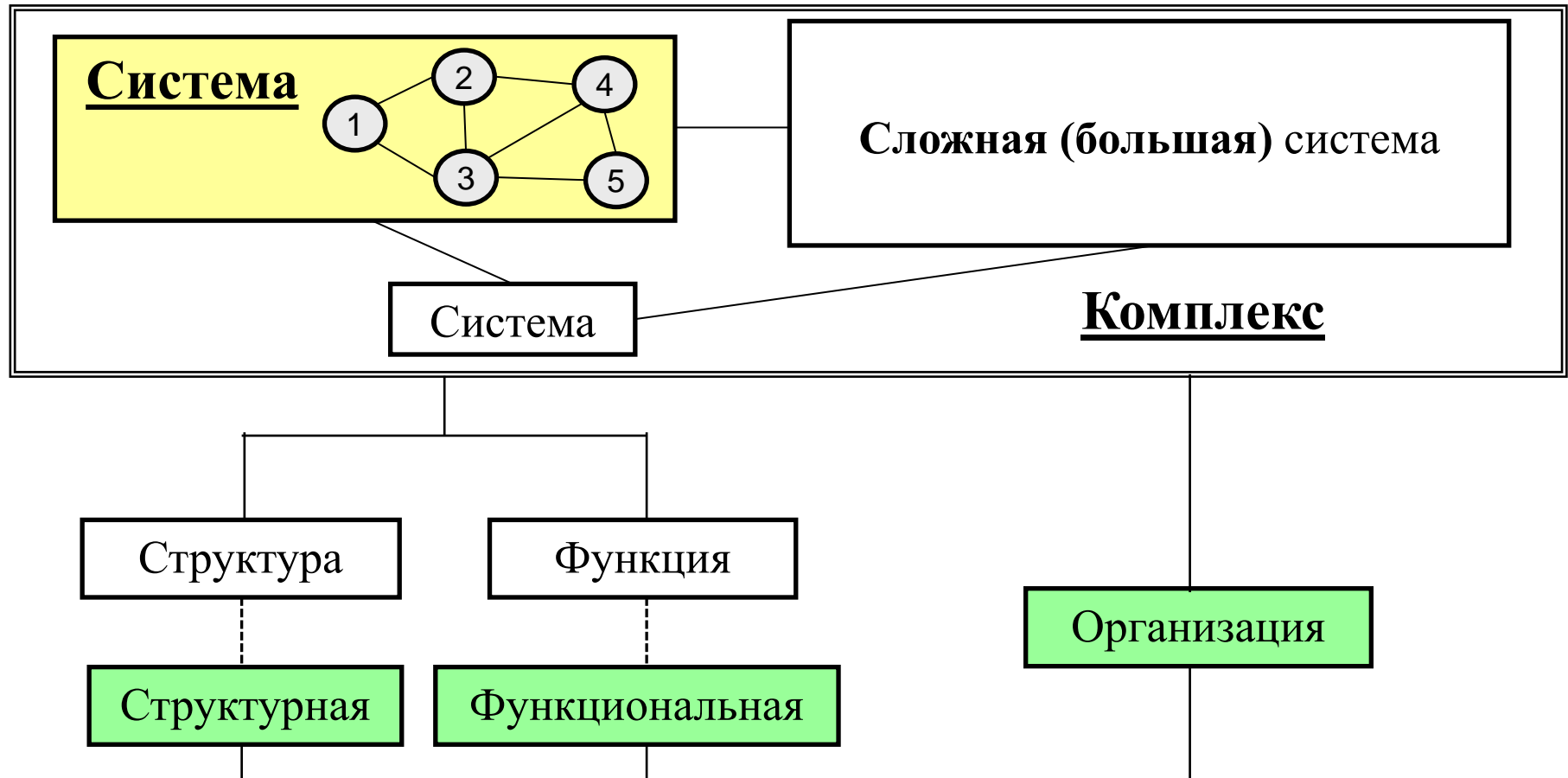
Раздел 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ



1.1. СИСТЕМА

Основные понятия

«Всё в мире относительно» (Закон относительности)

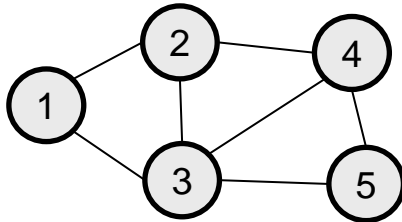


Способы описания структуры и функции

Способы описания ...

с
т
р
у
к
т
у
р
ы

Графический



Аналитический:

$N=5;$
 $V_1=10, \dots, V_5=50;$
 $P=[p_{ij} (i,j=1,\dots,5)];$
 ...

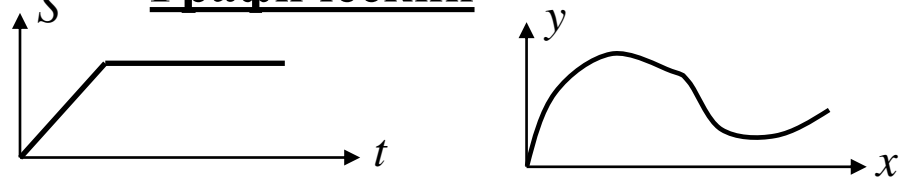
ф
у
н
к
ц
и
и

Алгоритмический

(словесное описание; блок-схема, ...)

Аналитический: $I = \frac{U}{R}; S = Vt; \dots$

Графический

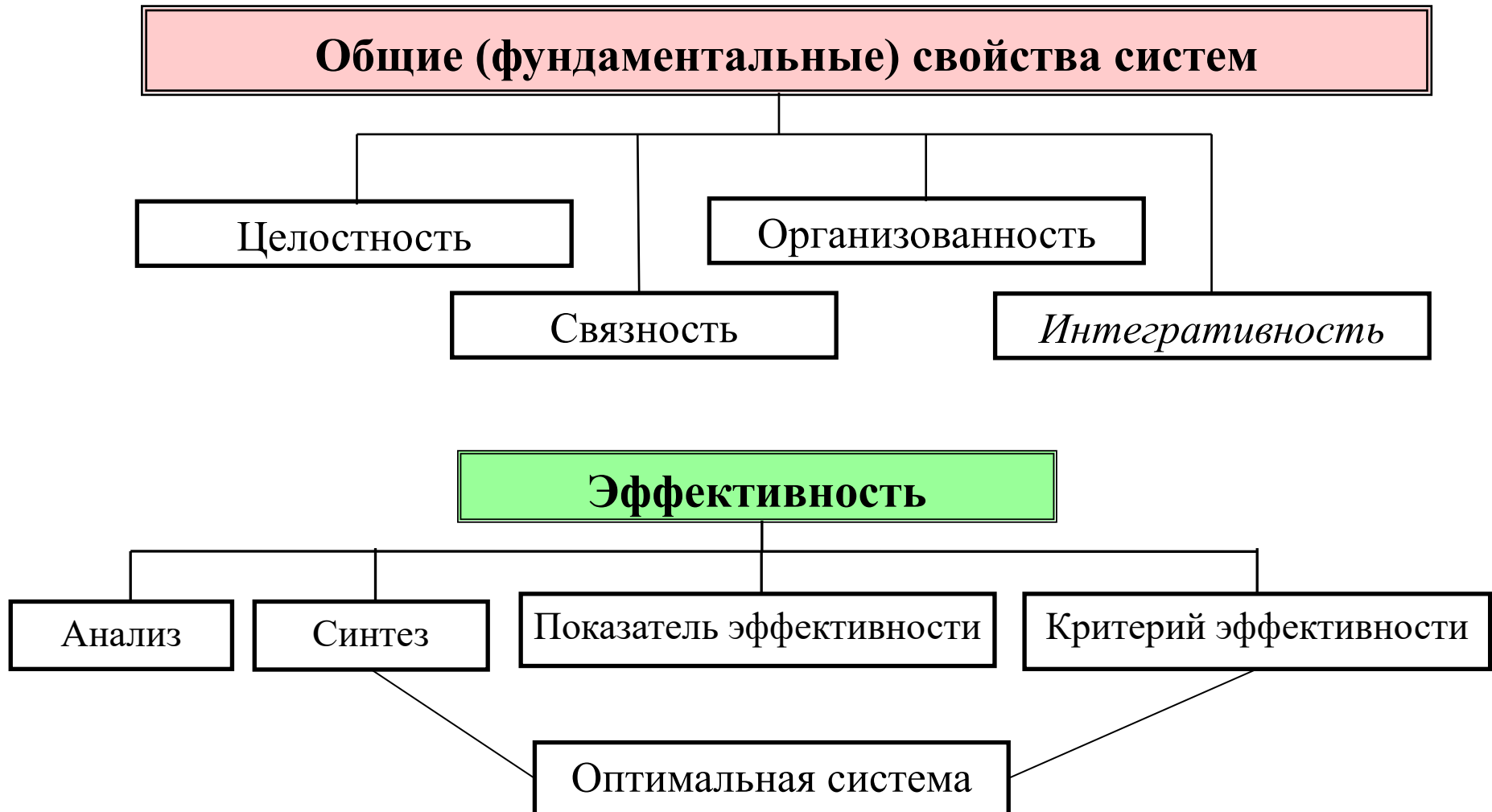


Табличный

x	1	2	5	...	19	20
y	5	35	98	...	39	77

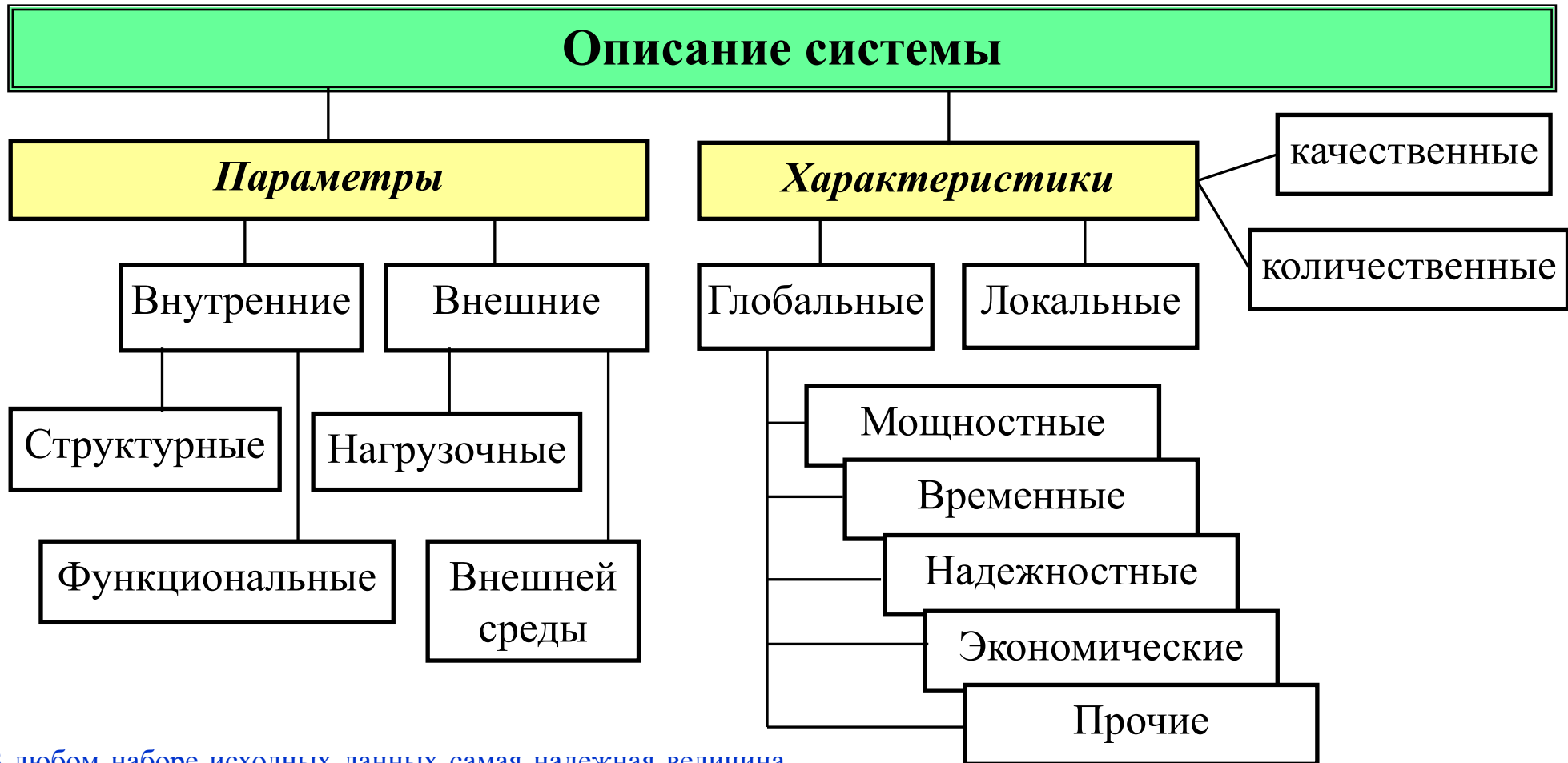
1.1. СИСТЕМА

Фундаментальные свойства систем



1.1. СИСТЕМА

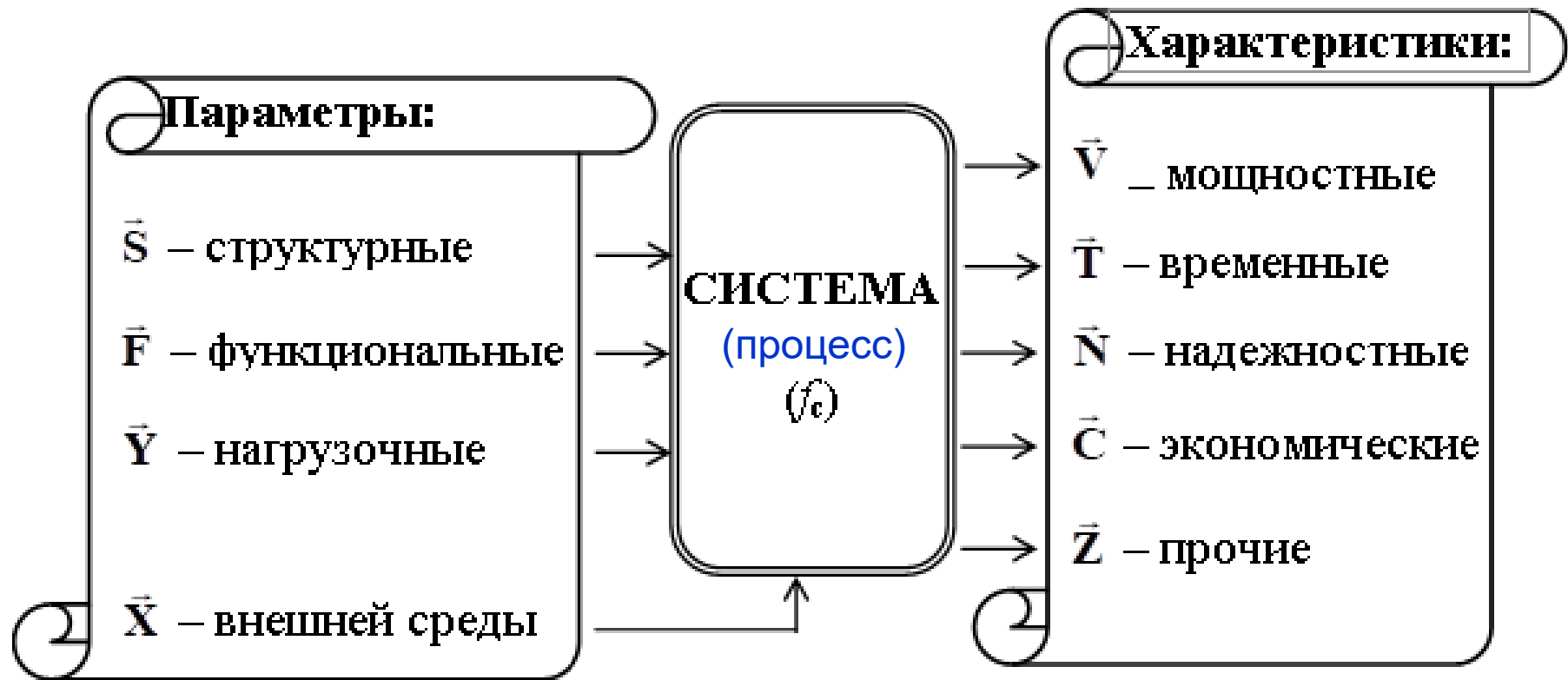
Параметры и характеристики



«В любом наборе исходных данных самая надежная величина,
не требующая никакой проверки, является ошибочной»
(Третий закон Финэйгла)

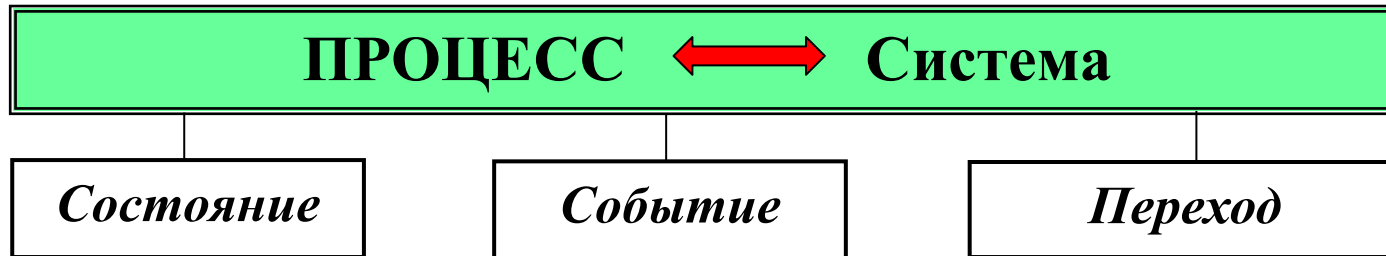
1.1. СИСТЕМА

Взаимосвязь параметров и характеристик



1.1. СИСТЕМА

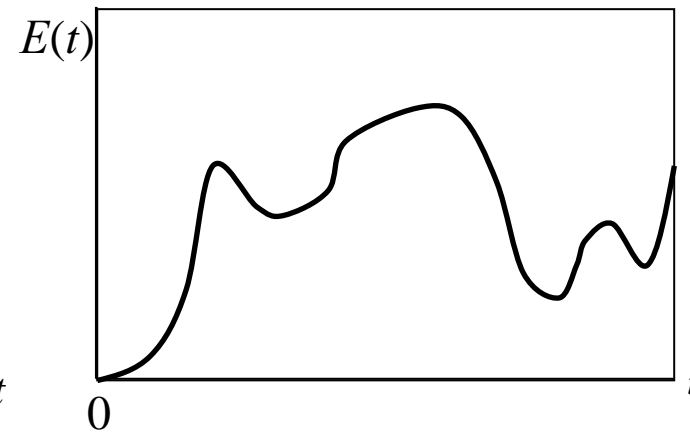
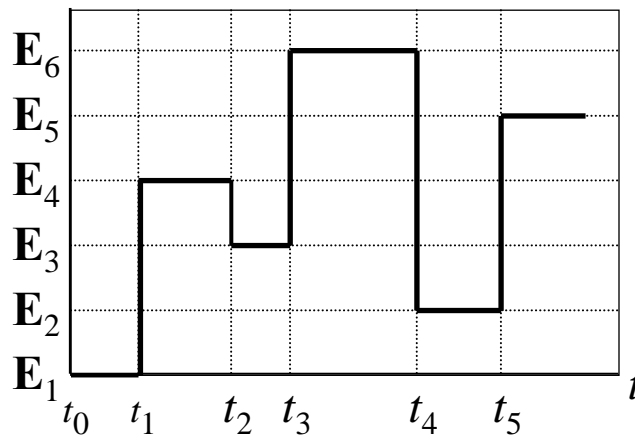
Процессы в системе



Типы процессов (систем)

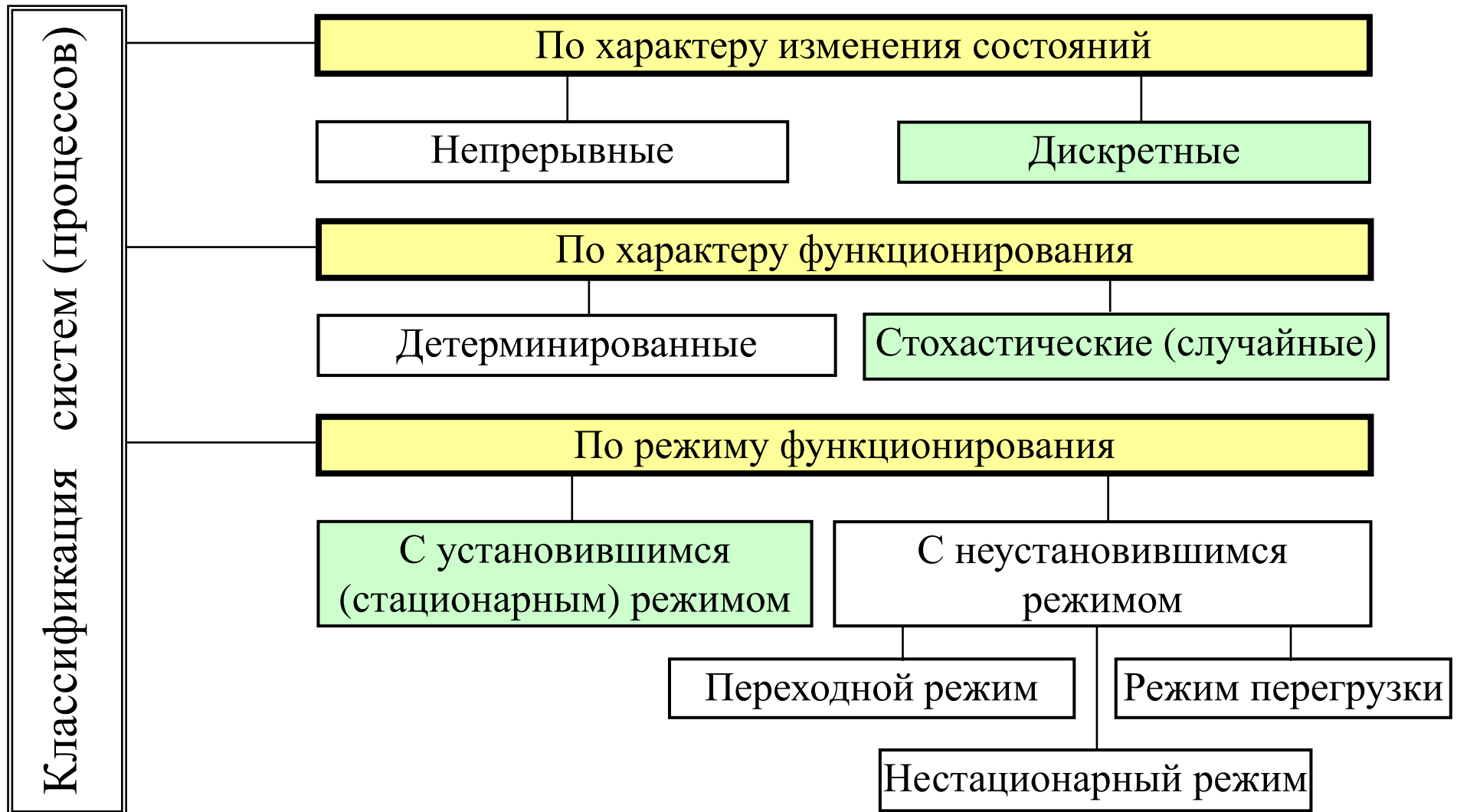
Дискретные

Непрерывные



1.1. СИСТЕМА

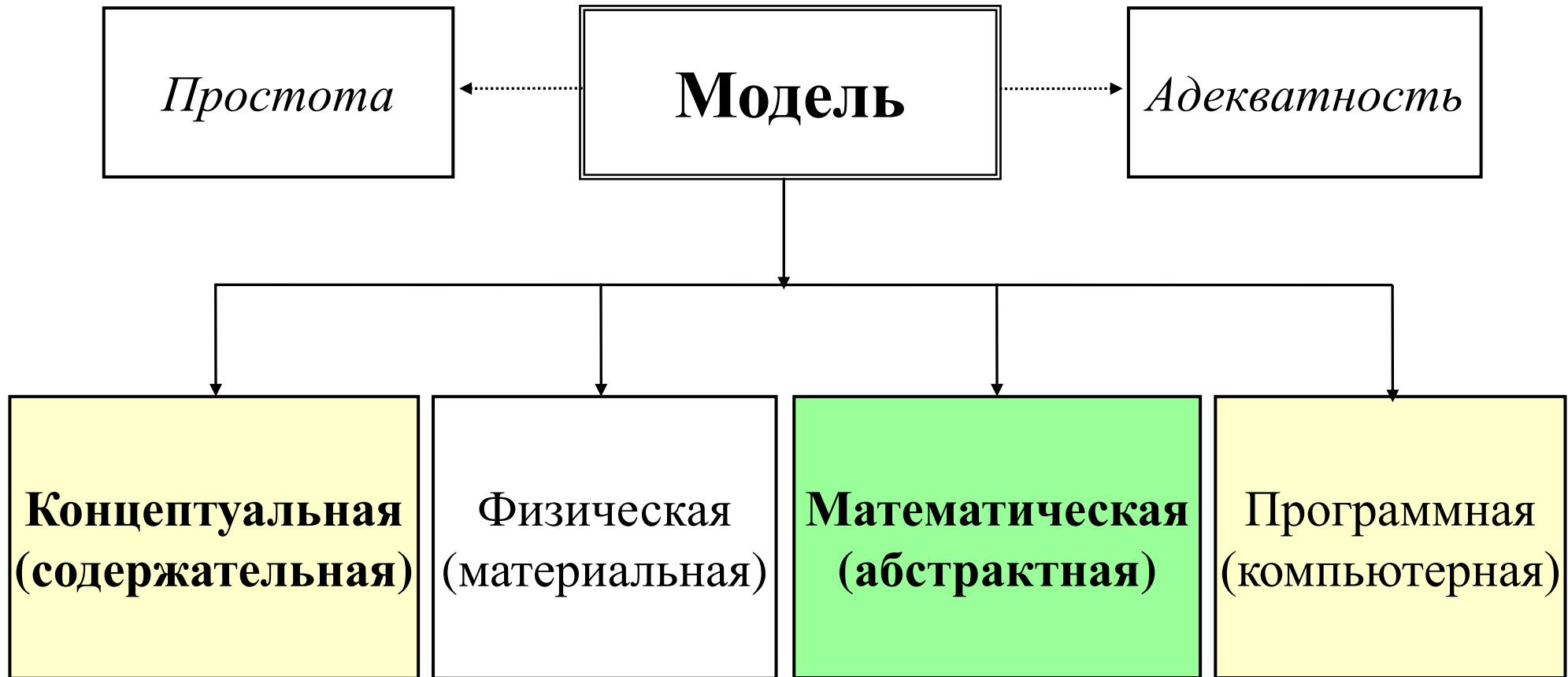
Классификация систем и процессов



1.2. МОДЕЛЬ

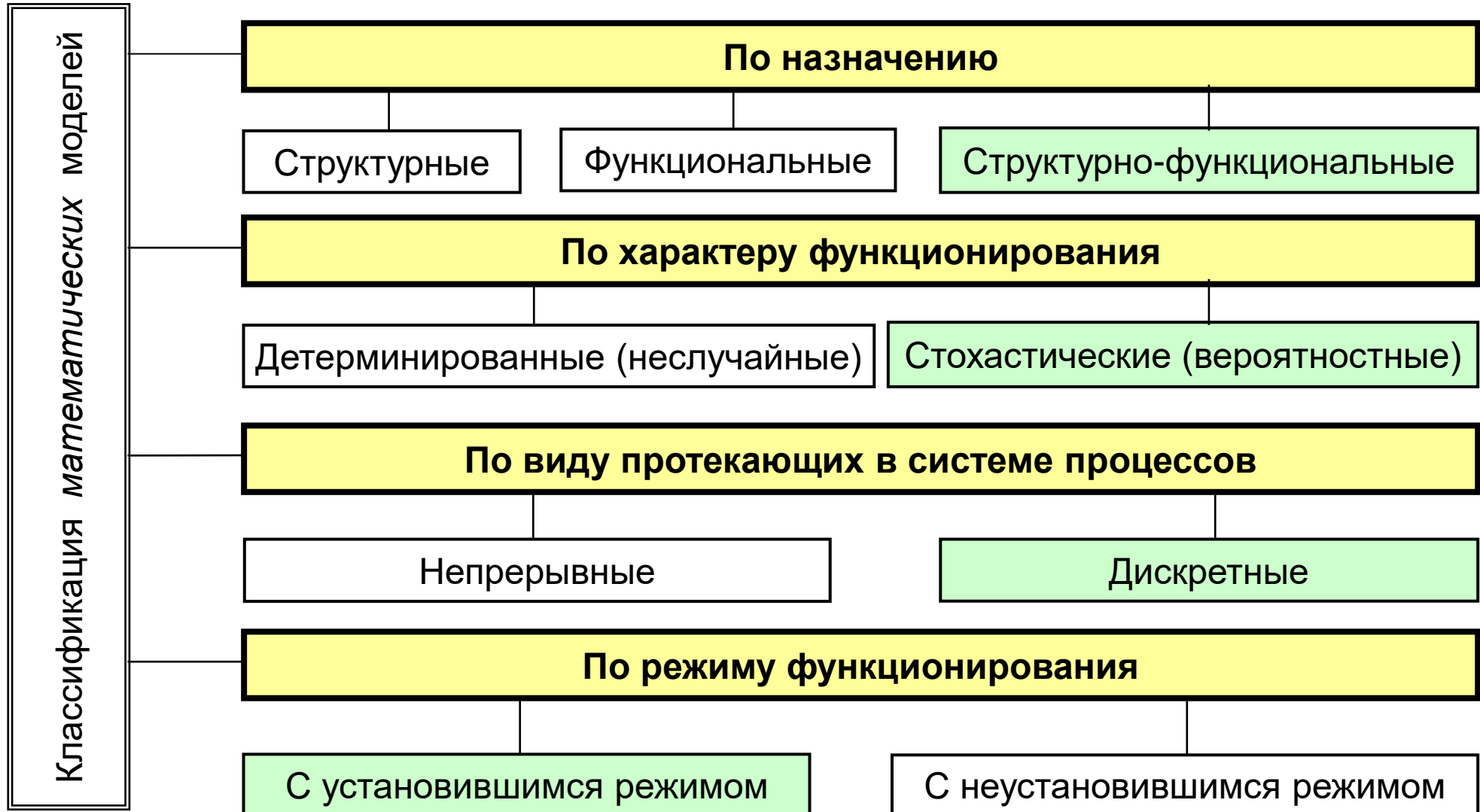
Требования к моделям и типы моделей

«Усложнять - просто, упрощать – сложно» (Закон Мейера)



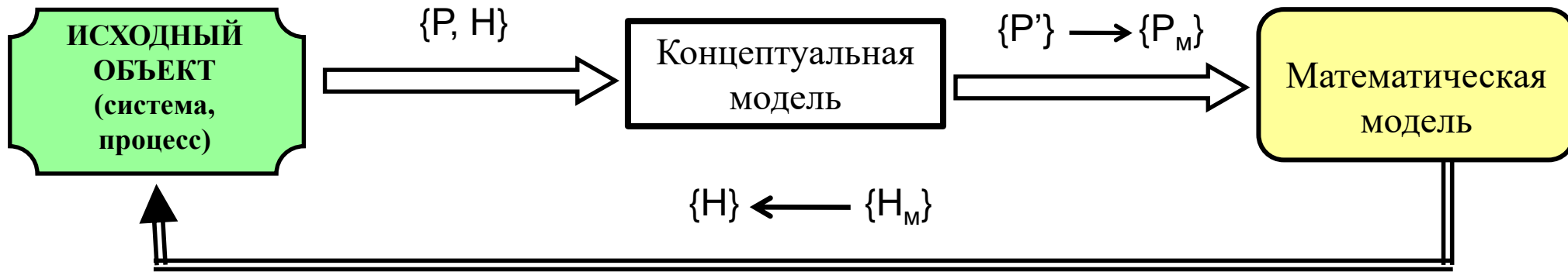
1.2. МОДЕЛЬ

Классификация моделей



1.2. МОДЕЛЬ

Схема моделирования



$\{H\}$ – множество характеристик (показателей качества) системы;

$\{P\}$ – множество параметров (структурных, функциональных, нагрузочных, ...);

$\{H_M\}$ – множество модельных характеристик ;

$\{P_M\}$ – множество модельных параметров.

Задачи исследования систем и процессов:

- анализ свойств системы;
- синтез (оптимальный).

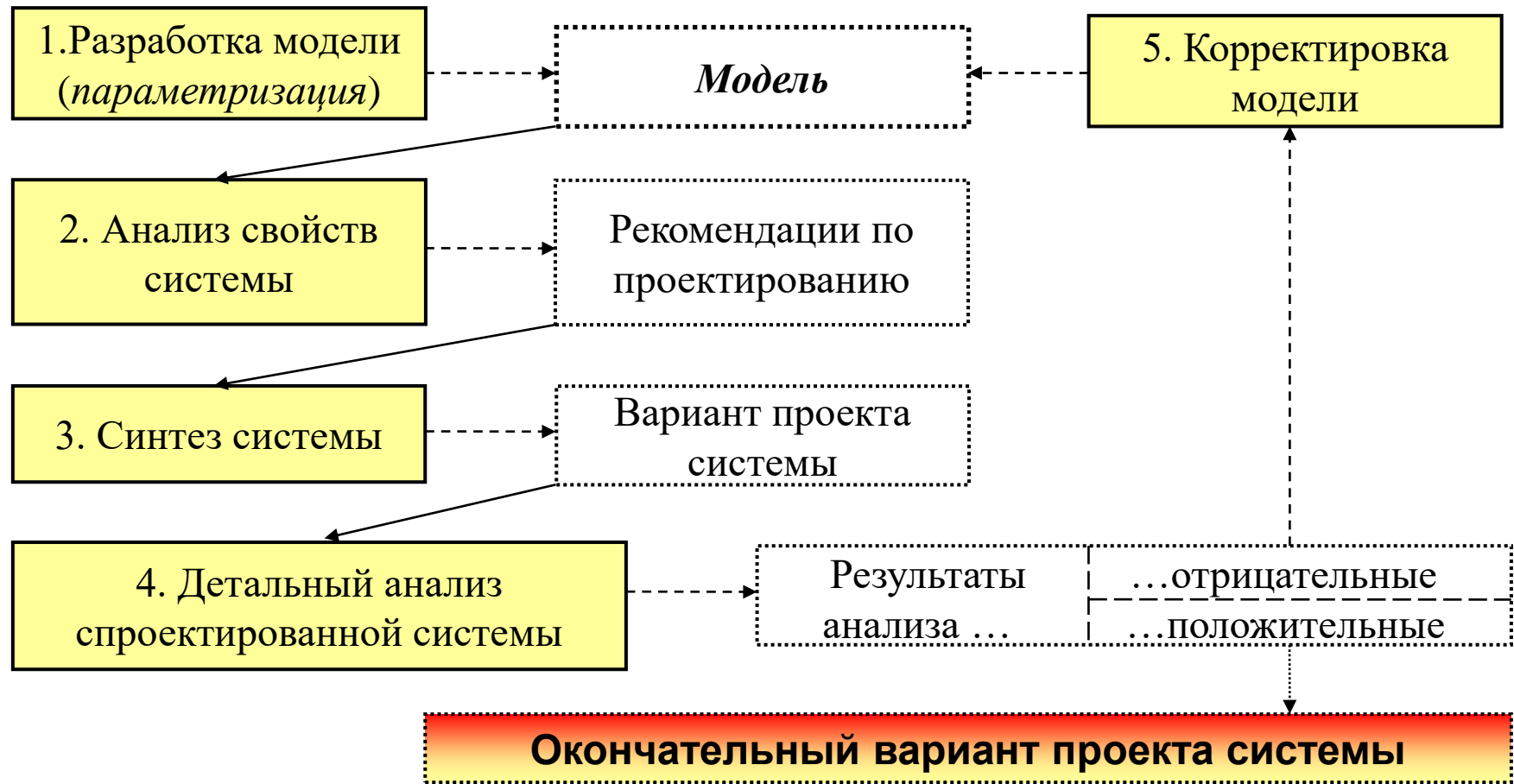
Методы исследования систем (процессов):

- экспериментальные (измерение);
- моделирование (математическое).

1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Задачи моделирования

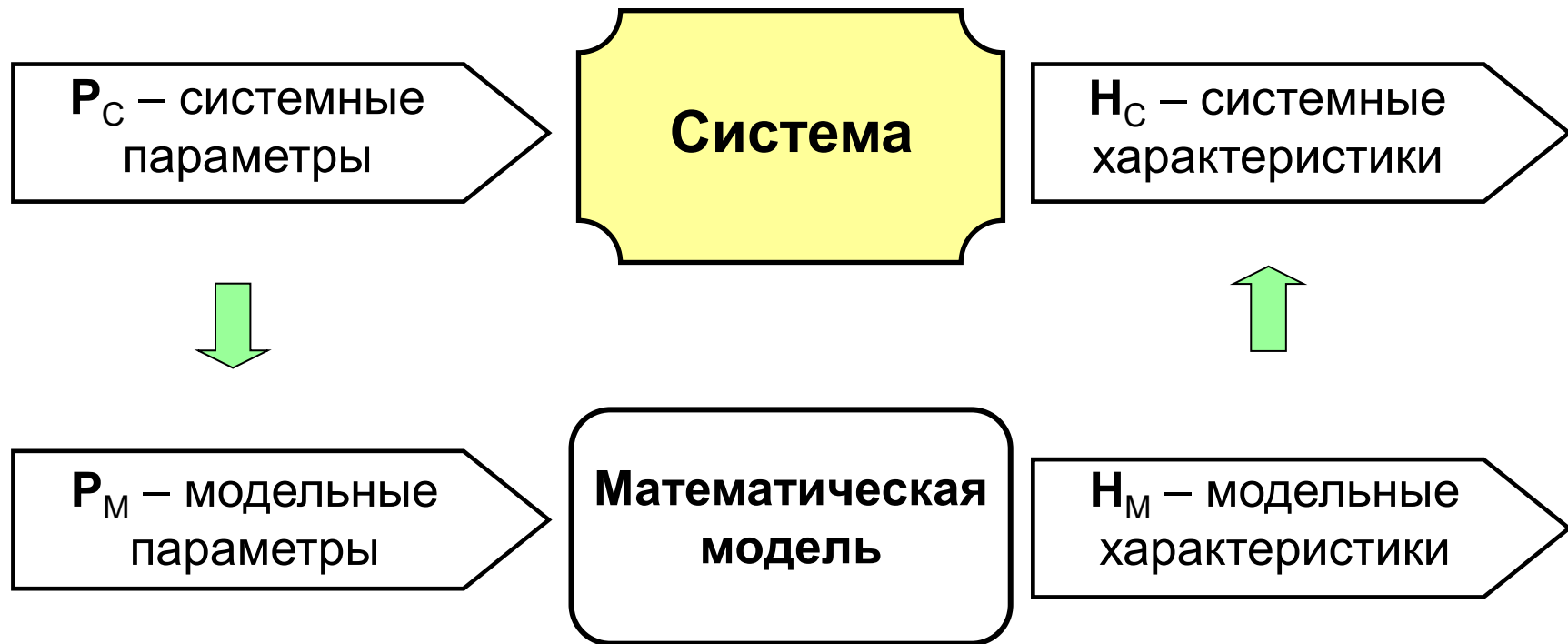
«Нет невыполнимой работы для человека, который не обязан делать ее сам» (Закон Вейлера)



1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Параметризация

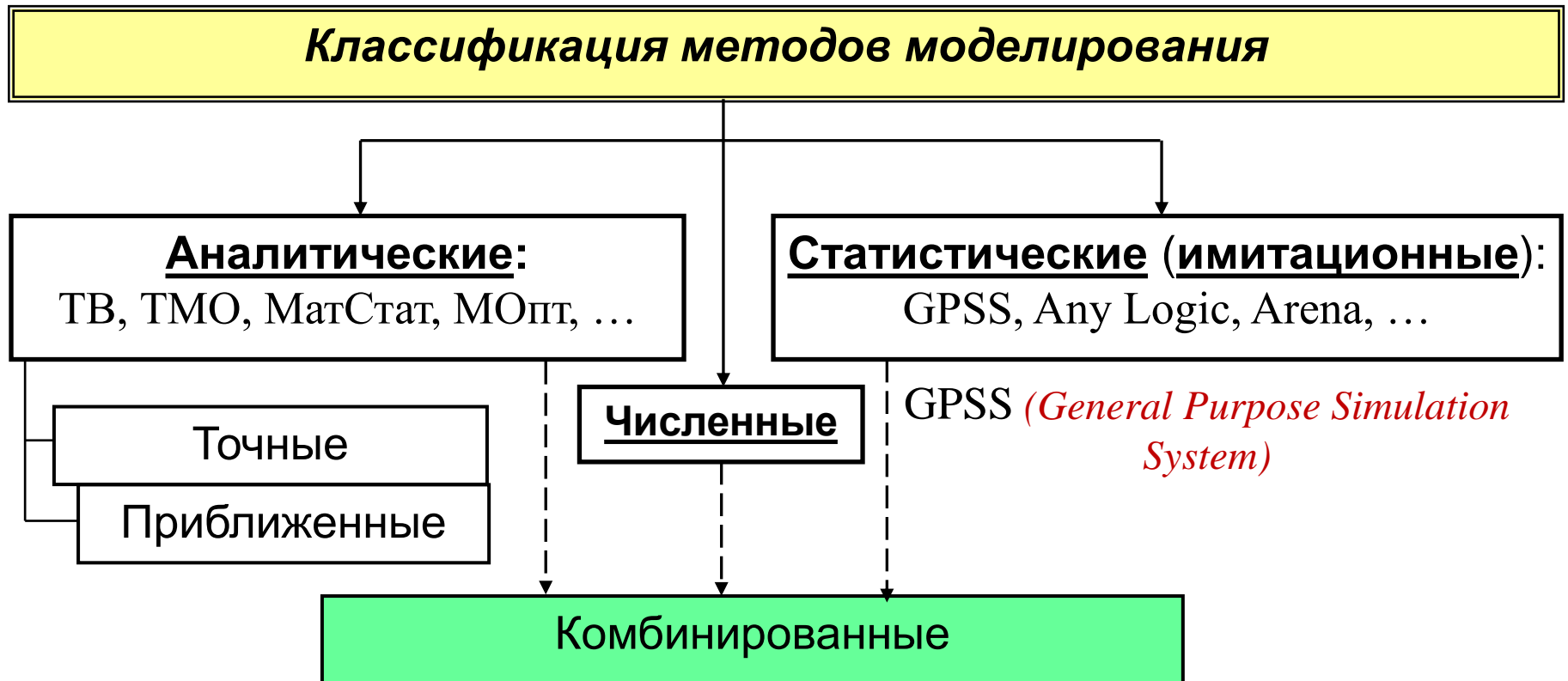
«Если кажется, что работу сделать легко, это непременно будет трудно» (*Теорема Стакмайера*)



1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Методы и средства моделирования

«Все не так легко, как кажется» (*Следствие закона Мэрфи*)



1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Сравнительный анализ методов моделирования

Метод моделирования	Сложность метода	Общность рез-тов	Точность рез-тов	Затраты времени	Матер. затраты	Задачи синтеза
Аналитический	{+}	{++++}	+	{+}	{+}	{+}
Имитационный	+++	+	{++++}	++++	++++	++++
Комбинированный	++++	++	+++	+++	+++	+++

Проблемы (недостатки) имитационного моделирования:

- экспоненциальной рост *сложности модели* при увеличении количества параметров системы;
- большие временные затраты на *разработку* модели и *проведение многочисленных экспериментов*;
- высокие требования к *техническим средствам* моделирования (компьютеру);
- наличие методической (и не только) *погрешности*;
- необходимость грамотного *планирования экспериментов из-за необходимости* выполнения большого числа экспериментов для решения задач анализа свойств исследуемой системы;
- значительные проблемы при попытке решения задач *оптимального синтеза* (проектирования) больших систем (процессов с большим числом состояний);
- проблемы моделирования и *высоконагруженных систем* (а также малонагруженных).

1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Системы имитационного моделирования

GPSS World — среда имитационного моделирования общего назначения, охватывает области дискретного и непрерывного моделирования. Включает язык *PLUS* — язык программирования нижнего уровня. Система *GPSS World* допускает многозадачность, позволяя нескольким имитационным моделям выполняться одновременно.

Разработчик: компания *Minuteman Software Corp.*, США. Сайт: www.minutemansoftware.com .

GPSS/H — моделирование дискретных и непрерывных систем.

Разработчик: компания *Wolverine Software Corp.*, США. Сайт: www.wolverinesoftware.com .

Расширенный редактор GPSS World — универсальная система имитационного моделирования, охватывающая весь цикл имитационных исследований, от постановки задачи до документирования результатов. Основные особенности системы:

- высокий уровень интерактивности при проведении исследования;
- упрощение разработки моделей и проведения исследований;
- большой объем текстовой документации и оперативных подсказок.

Возможна организация облачного моделирования в сети Интернет. Имеется бесплатная студенческая версия системы.

Разработчик: компания ООО «Элина-компьютер», Казань, Россия. Сайт: www.elina-computer.ru .

1.3. Типовые задачи и методы моделирования

Системы имитационного моделирования

AnyLogic поддерживает три подхода к созданию имитационных моделей: **дискретно-событийный** (процессно-ориентированный), **системно-динамический** и **агентный**, а также любую их комбинацию. Графический интерфейс, инструменты и библиотеки позволяют создавать модели для широкого круга задач в различных областях. *AnyLogic* широко применяется для бизнес-моделирования во многих международных компаниях, используется в образовании.

Разработчик: *The AnyLogic Company*. Сайт: www.anylogic.ru .

Arena — система дискретного моделирования *производственных технологических процессов и операций, складской учет, банковская деятельность, оптимизация обслуживания клиентов в сфере услуг, транспортные задачи*. Имеет удобный объектно-ориентированный интерфейс и может адаптироваться к различным предметным областям, не требует написания программного кода, проста в использовании, но для ее освоения требуются значительное время и достаточно глубокие знания **теории вероятностей, математической статистики, теории систем массового обслуживания, сетей Петри**.

Разработчик: *Rockwell Automation Inc., Wexford, PA, США*. Сайт: www.arenasimulation.com .