

# ***ВВЕДЕНИЕ***

# Моделирование как метод научного познания

**Моделирование** (в широком смысле) является основным методом исследований во всех областях знаний и научно обоснованным методом оценок характеристик сложных систем, используемым для принятия решений в различных сферах инженерной деятельности.

## *Методологическая основа моделирования*

Все то, на что направлена человеческая деятельность, называется **объектом** (лат. objection — предмет). Выработка методологии направлена на упорядочение получения и обработки информации об объектах, которые существуют вне нашего сознания и взаимодействуют между собой и внешней средой.

В научных исследованиях большую роль играют **гипотезы**, т. е. определенные предсказания, основывающиеся на небольшом количестве опытных данных, наблюдений, догадок.

**Аналогией** называют суждение о каком-либо частном сходстве двух объектов, причем такое сходство может быть существенным и несущественным.

Гипотезы и аналогии, отражающие реальный, объективно существующий мир, должны обладать наглядностью или сводиться к удобным для исследования логическим схемам; такие логические схемы, упрощающие рассуждения и логические построения или позволяющие проводить эксперименты, уточняющие природу явлений, называются моделями. Другими словами, модель (лат. **modulus** — мера) — это объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.

### ***Определение моделирования.***

Замещение одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах *объекта-оригинала* с помощью *объекта-модели* называется моделированием. Таким образом, моделирование может быть определено как представление объекта моделью для получения информации об этом объекте путем проведения экспериментов с его моделью. Теория замещения одних объектов (оригиналов) другими объектами (моделями) и исследования свойств объектов на их моделях называется теорией моделирования.

Если результаты моделирования подтверждаются и могут служить основой для прогнозирования процессов, протекающих в исследуемых объектах, то говорят, что **модель адекватна объекту**. При этом **адекватность** модели зависит от цели моделирования и принятых критериев.

**Стадии познания**, на которых происходит такая замена, а также формы соответствия модели и оригинала могут быть различными:

1) моделирование как познавательный процесс, содержащий переработку информации, поступающей из внешней среды, о происходящих в ней явлениях, в результате чего в сознании появляются образы, соответствующие объектам;

2) моделирование, заключающееся в построении некоторой системы-модели (второй системы), связанной определенными соотношениями подобия с системой-оригиналом (первой системой), причем в этом случае отображение одной системы в другую является средством выявления зависимостей между двумя системами, отраженными в соотношениях подобия, а не результатом непосредственного изучения поступающей информации.

Следует отметить, что с точки зрения философии моделирование – эффективное средство познания природы. **Процесс моделирования предполагает наличие:**

1. объекта исследования;
2. исследователя, перед которым поставлена конкретная задача;
3. модели, создаваемой для получения информации об объекте и необходимой для решения поставленной задачи. Причем, по отношению к модели исследователь является, по сути дела, экспериментатором, только в данном случае эксперимент проводится не с реальным объектом, а с его моделью. Такой эксперимент для инженера есть инструмент непосредственного решения организационно-технических задач.

Рассматриваемые в данном учебном курсе системы информатики и вычислительной техники, автоматизированные системы обработки информации и управления, информационные системы относятся к классу **больших систем**, этапы проектирования, внедрения, эксплуатации и эволюции которых в настоящее время невозможны без использования различных видов моделирования. На всех перечисленных этапах для сложных видов различных уровней необходимо учитывать следующие особенности:

- сложность структуры и стохастичность связей между элементами;
- неоднозначность алгоритмов поведения при различных условиях;
- большое количество параметров и переменных;
- неполноту и недетерминированность исходной информации;
- разнообразие и вероятностный характер воздействий внешней среды и т. д.

Независимо от разбиения конкретной сложной системы на подсистемы при проектировании каждой из них необходимо выполнить внешнее проектирование (макропроектирование) и внутреннее проектирование (микропроектирование). Так как на этих стадиях разработчик преследует различные цели, то и используемые при этом методы и средства моделирования могут существенно отличаться.

На стадии макропроектирования должна быть разработана обобщенная модель процесса функционирования сложной системы, позволяющая разработчику получить ответы на вопросы об эффективности различных стратегий управления объектом при его взаимодействии с внешней средой.

Стадию внешнего проектирования можно разбить на анализ и синтез. При анализе изучают объект управления, строят модель воздействий внешней среды, определяют критерии оценки эффективности, имеющиеся ресурсы, необходимые ограничения. Конечная цель стадии анализа – построение модели объекта управления для оценки его характеристик. При синтезе на этапе внешнего проектирования решаются задачи выбора стратегии управления на основе модели объекта моделирования, т. е. сложной системы.

На стадии микропроектирования разрабатывают модели с целью создания эффективных подсистем. Причем используемые методы и средства моделирования зависят от того, какие конкретно обеспечивающие подсистемы разрабатываются: информационные, математические, технические, программные и т. д.

# Основные понятия о системах и процессах

*Предмет исследований* – система понятий, отражающая существенные для моделирования характеристики объекта.

*Система* – под системой понимается множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность (единство).

*Системность* – всеобщее свойство материи, одна из форм её существования.

**Элемент** – минимальный неделимый объект, рассматриваемый как единое целое.

**Процесс (операция)** – функционирование системы. Система в процессе функционирования исполняет ряд целенаправленных действий, совокупность которых называют операцией.

**Организационная система** – объединение людей, совместно реализующих некоторую цель и действующих на основе определённых правил и процедур.

# Классификация систем по их происхождению

## **1. искусственные:**

- материальные;
- абстрактные;
- абстрактно-материальные.

## **2. естественные:**

- неорганические;
- биологические;
- экологические.

## **3. смешанные:**

- системы обслуживания;
- социально-экономические.

## Абстрактные и конкретные системы.

Система называется *абстрактной*, если ее элементы являются понятиями. Абстрактные системы связаны с теоретическими структурами и состоят из идей. К типичным абстрактным системам относят экономическую теорию, общую теорию относительности, теорию организации и др.

*Конкретные (реальные) системы* представляют собой совокупность функционально связанных друг с другом реальных элементов (людей, машин, материалов, энергетических ресурсов и других физических объектов). В области транспорта существуют такие конкретные системы, как, например, система грузового транспорта, система общественного пассажирского транспорта, территориально ограниченные транспортные системы и т. п.

**Детерминированные и вероятностные системы.** *Детерминированной* называется система, в которой **составные части взаимодействуют точно предвиденным образом.** Примером такой системы может служить швейная машина. Когда поворачивают ручку машинки, то игла поднимается вверх и опускается вниз. **Если задано предыдущее состояние и известна программа работы, то всегда безошибочно можно предсказать последующее состояние такой системы.** Детерминированными системами являются также ЭВМ, автоматические системы, автоматизированные заводы. Отклонение от строго предписанного образа действия, например, в линии транспортных машин автоматизированного завода, считается неисправностью или аварией.

Для **вероятностных систем** нельзя сделать точного детального предсказания. Для них **можно лишь установить с большей степенью вероятности, как она будет вести себя в любых заданных условиях.** Все транспортные системы относятся к вероятностным. Для них необходимо выработать методы, обеспечивающие сохранение существования в условиях меняющейся среды.

**Материальными системами** принято называть все объективно существующие системы в пространстве и времени. Материальные системы принято разделять по происхождению на естественные и искусственные.

К **естественным системам** принято относить те системы, которые имеют естественно-природное происхождение. Например, природные ресурсы экономики, человек, как системный объект исследования в социальных и образовательных системах, природные явления, как системный объект в исследовании физических, химических, биологических и других науках. **Естественные системы изучаются на основе законов и закономерностей естественных отраслевых наук физики, химии, биологии и т. п.** Их формальное описание осуществляется на базе естественно-математических методов моделирования. Естественные системы – это системы, в которых компонентами являются те или иные природные элементы явлений, структур или процессов природного окружения.

**К искусственным системам** относятся все остальные, которые были созданы самим человеком для обеспечения всех потребностей своего существования на Земле. Все существующие общественно-организационные системы можно считать искусственными. Например, такие системы как социально-культурная, образовательная, экономическая, техническая, технологическая и т.д. можно определить в качестве искусственных. Каждая из них имеет специальное целевое назначение для организации общественной жизни человека на Земле.

**Социально-экономические системы представляют собой достаточно сложные многоуровневые, многофакторные и многокритериальные открытые системы.** Причем, эти системы имеют комплексную организацию, т.к. взаимодействие между социальными и экономическими параметрами элементов такой системы всегда носит, нелинейный, динамичный и резонансный характер.

# Системный подход в моделировании систем и процессов

## Процесс синтеза модели на основе классического подхода

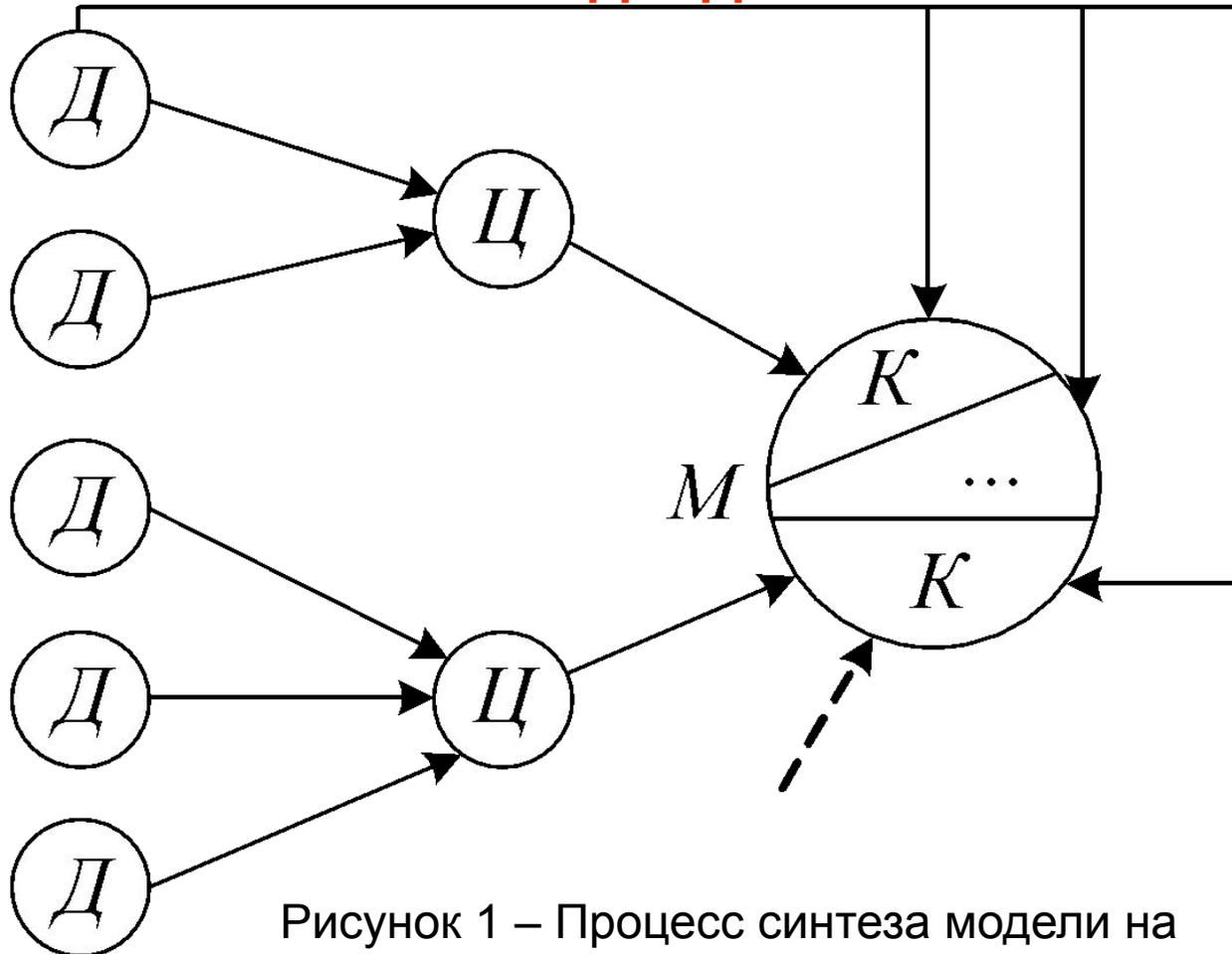


Рисунок 1 – Процесс синтеза модели на основе классического подхода

# Процесс синтеза модели на основе системного подхода

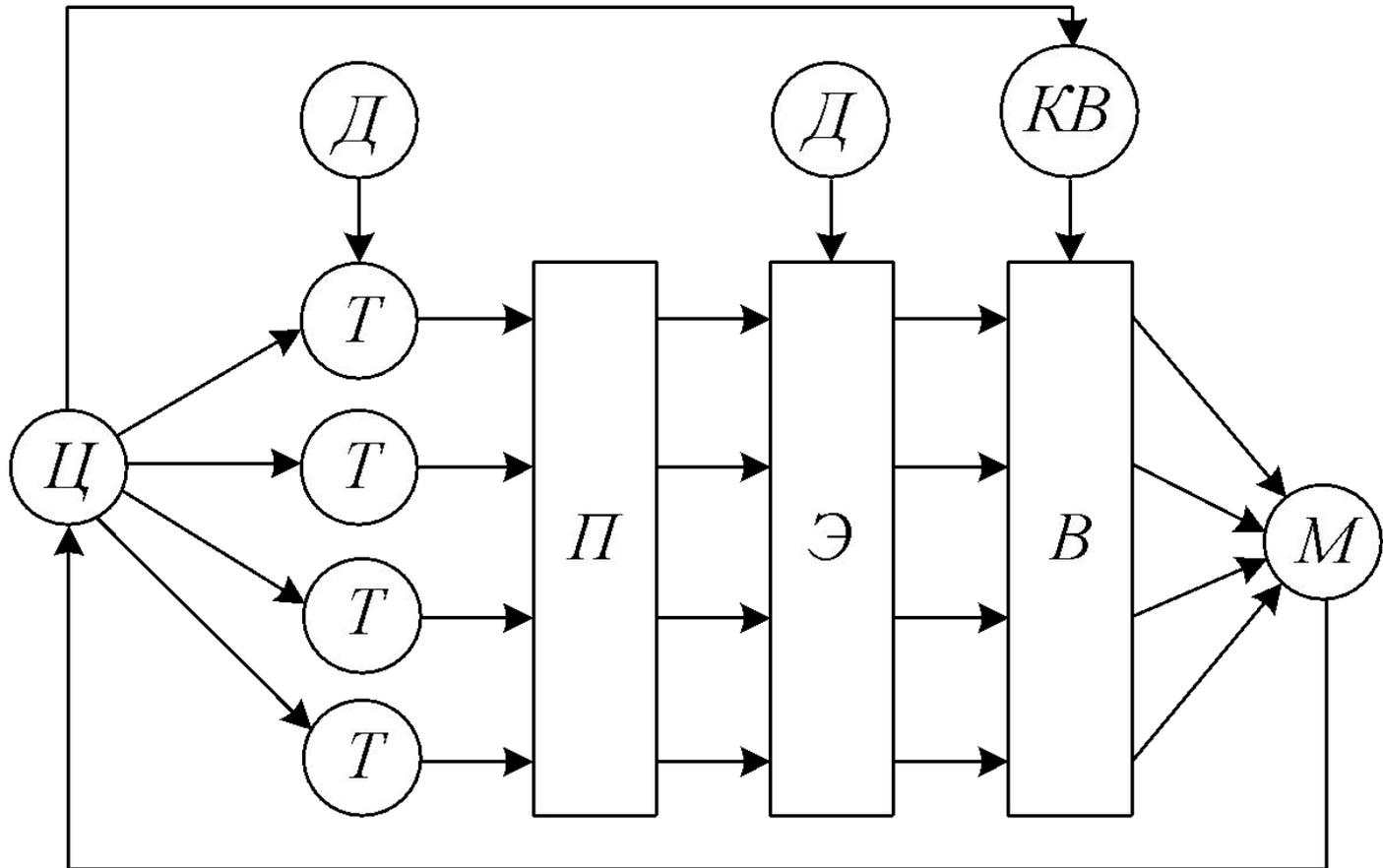
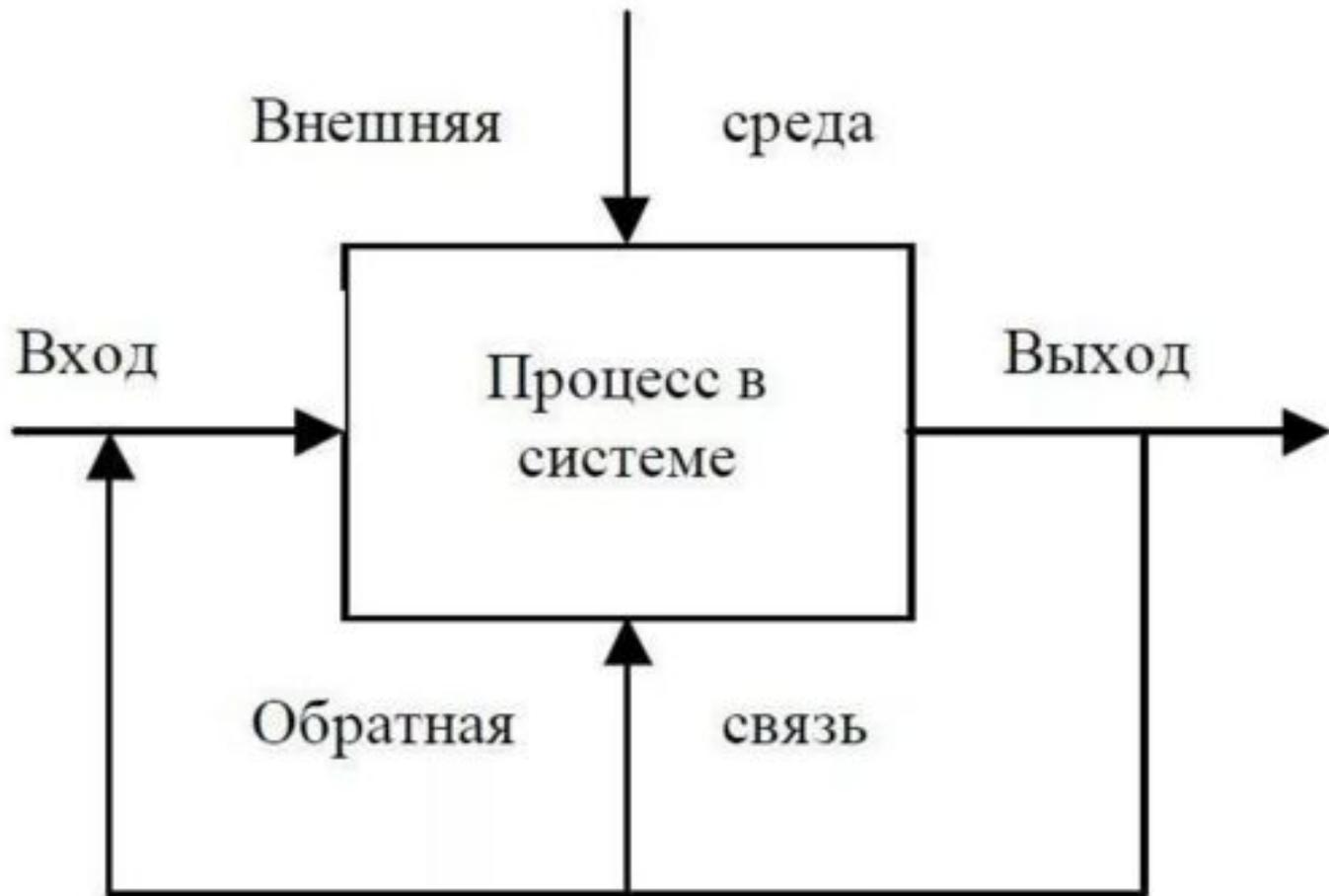


Рисунок 2 – Процесс синтеза модели на основе системного подхода

# Системный подход



**Системный подход** – это элемент учения об общих законах развития природы и одно из выражений диалектического учения. Можно привести разные определения системного подхода, но наиболее правильно то, которое позволяет оценить познавательную сущность этого подхода при таком методе исследования систем, как моделирование. Поэтому весьма важны выделение самой *системы S* и внешней *среды E* из объективно существующей реальности и описание системы исходя из общесистемных позиций. При системном подходе к моделированию систем необходимо прежде всего четко определить цель моделирования. Поскольку невозможно полностью смоделировать реально функционирующую систему (систему-оригинал, или первую систему), создается модель (система-модель, или вторая система) под поставленную проблему. Необходимо иметь критерий отбора отдельных элементов в создаваемую модель.

# Принципы системного подхода

- 1. пропорционально-последовательное продвижение по этапам и направлениям создания модели;**
- 2. согласование информационных, ресурсных, надежности и других характеристик;**
- 3. правильное соотношение отдельных уровней иерархии в системе моделирования;**
- 4. целостность отдельных обособленных стадий построения модели.**

Построение модели относится к числу системных задач, при решении которых синтезируют решения на базе огромного числа исходных данных, на основе предложений больших коллективов специалистов.

Использование системного подхода в этих условиях позволяет не только построить модель реального объекта, но и на базе этой модели выбрать необходимое количество управляющей информации в реальной системе, оценить показатели ее функционирования и тем самым на базе моделирования найти наиболее эффективный вариант построения и выгодный режим функционирования реальной системы  $S$ .