

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР**  
**Комитет научно-технической терминологии**

**Проект**

**ПОДОБИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Основные понятия**

**Терминология**

**Москва 1987**

**АКАДЕМИЯ НАУК СССР**  
**Комитет научно-технической терминологии**

**Проект**

**ПОДОБИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Основные понятия**

**Терминология**

**Москва 1987**

Ответственный редактор  
доктор технических наук, профессор  
В. А. Веников

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием понятийного аппарата и терминологии теории подобия и моделирования возникла потребность пересмотреть ранее выпущенный сборник рекомендуемых терминов "Основы теории подобия и моделирования" (М., Изд-во Наука, 1973, Вып. 88).

Предлагаемый проект подготовлен комиссией, созданной Комитетом научно-технической терминологии АН СССР под председательством В.А. Веникова в следующем составе: Ю.Н. Руденко, Ю.Н. Астахов, С.Ю. Сыромятников, И.Б. Новик, Г.В. Веников, Б.М. Подчуфаров, В.А. Обрезков, А.Н. Лебедев, В.В. Васильев, Д.С. Конторов, В.Г. Журавлев, А.В. Чичинадзе, Э.В. Ратновская, В.Ф. Журавлев.

Упорядочение терминов теории подобия и моделирования в данном проекте осуществлялось на основе систематизации понятий. В соответствии с этой систематизацией понятия были разделены на семь разделов. В отличие от предыдущего сборника, где было пять разделов, введены новые разделы: "Характеристики объекта моделирования", "Условия подобия", "Реализация подобия и моделирования".

В качестве рекомендуемых терминов в данном проекте комиссией были выбраны наиболее системные, адекватные основному содержанию понятий, однозначные, краткие, дериватные и распространенные термины.

В ряде случаев кроме основного рекомендуемого термина приведены допустимые термины-синонимы и нерекондуемые термины для выражения данного понятия.

Комиссия будет благодарна любым замечаниям, способствующим улучшению данного проекта.

Замечания направляйте по адресу: II7049, Москва, Мароковский пер., 26, комн. 316, КНТТ АН СССР, Журавлеву В.Ф.

# ПОДОБИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

## Раздел I. Общие понятия.

### 1 ПОДОБИЕ

Взаимно однозначное соответствие между моделью и моделируемым объектом, при котором функции или правила перехода от параметров моделей к параметрам моделируемого объекта известны, а математические описания (если они имеются или потенциально могут быть получены) допускают их преобразования к тождественному виду.

### 2 МОДЕЛЬ

Объект, находящийся в отношении подобия к объекту моделирования и служащий средством его изучения.

Примечание. В качестве модели могут выступать явления, процессы, системы, установки, знаковые образования и т.д.

### 3 ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Оригинал

Натура

Моделируемый объект

Объект, находящийся в отношении подобия к модели и подлежащий изучению с помощью модели.

Примечание. В качестве объекта моделирования могут выступать системы, явления, процессы.

### 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ

Исследование объекта моделирования, базирующееся на его подобии модели и включающее построение модели, изучение ее и перенос полученных сведений на объект моделирования.

### 5 АНАЛОГИЯ

Сходство объектов по некоторым признакам.

## 6 ТЕОРИЯ ПОДОБИЯ

Теория, изучающая отношение подобия и позволяющая устанавливать его наличие или разработать способ его получения.

## 7 МЕТОД ПОДОБИЯ

Метод исследования, основанный на теории подобия.

## Раздел II. Основные виды подобия.

### 8 ПРИБЛИЖЕННОЕ ПОДОБИЕ

Подобие, заведомо допускающее такое искажение в модели, которое в данной постановке задачи приемлемо и оценивается количественно на основании аналитических или экспериментальных исследований.

### 9 ПОЛНОЕ ПОДОБИЕ

Подобие между всеми процессами (элементами, функциями) модели и объекта моделирования, которые существенны для данного исследования.

### 10 НЕПОЛНОЕ ПОДОБИЕ

Подобие между отдельными процессами (элементами, функциями) модели и объекта моделирования.

Примечание. Неполным подобием, например, является подобие модели моделируемого объекта, рассматриваемое только во времени или только в пространстве.

### 11 РАЗМЫТОЕ ПОДОБИЕ

Подобие между моделью и объектом моделирования, имеющими нечетко заданные параметры.

### 12 ФИЗИЧЕСКОЕ ПОДОБИЕ

Подобие между моделью и объектом моделирования, имеющими одинаковую физическую природу.

- |                                    |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I3                                 | СТРУКТУРНОЕ<br>ПОДОБИЕ                                    | Подобие между структурой модели и структурой объекта моделирования.                                                                                                                                                                                                  |
| I4                                 | ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ<br>ПОДОБИЕ<br>Кибернетическое<br>подобие   | Подобие между моделью и объектом моделирования, рассматриваемыми с точки зрения выполнения ими сходственных функций при соответствующих воздействиях.                                                                                                                |
| I5                                 | МАТЕМАТИЧЕСКОЕ<br>ПОДОБИЕ<br>Нрк Эквивалентное<br>подобие | Подобие между явлениями, имеющими различную физическую природу, но описанными аналогичными (одинаковыми по форме) уравнениями, причем каждой переменной, входящей в уравнение для объекта моделирования, отвечает соответствующая переменная в уравнении для модели. |
| I6                                 | ДИНАМИЧЕСКОЕ<br>ПОДОБИЕ                                   | Подобие между последовательно изменяющимися состояниями модели и объекта моделирования.                                                                                                                                                                              |
| I7                                 | ВЕРОЯТНОСТНОЕ<br>ПОДОБИЕ<br>Нрк Стохастическое<br>подобие | Подобие между процессами вероятностного характера в модели и объекте моделирования.                                                                                                                                                                                  |
| I8                                 | ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ<br>ПОДОБИЕ                                 | Подобие между пространственными характеристиками модели и объекта моделирования.                                                                                                                                                                                     |
| Раздел III. Основные виды моделей. |                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| I9                                 | ПРИБЛИЖЕННАЯ<br>МОДЕЛЬ                                    | Модель, находящаяся в отношении приближенного подобия к объекту моделирования.                                                                                                                                                                                       |
| 20                                 | ПОЛНАЯ МОДЕЛЬ                                             | Модель, находящаяся в отношении полного подобия к объекту моделирования.                                                                                                                                                                                             |

21	НЕПОЛНАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении неполного подобия к объекту моделирования.
22	ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении физического подобия к объекту моделирования.
23	СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении структурного подобия к объекту моделирования.
24	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении функционального подобия к объекту моделирования.
25	ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении динамического подобия к объекту моделирования.
26	ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ	Модель, находящаяся в отношении вероятностного подобия к объекту моделирования.
27	ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ Нрк Макет	Модель, находящаяся в отношении геометрического подобия к объекту моделирования.
28	ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ Мысленная модель	Модель, функционирующая по законам логики в сознании человека, т.е. мысленно.
29	ЗНАКОВАЯ МОДЕЛЬ	Модель, воспроизводящая объект моделирования с помощью знаков.
30	АНАЛОГИЧНАЯ МОДЕЛЬ	Модель, обладающая сходством с объектом моделирования, достаточным для трансформации ее свойств и отношений



в свойства и отношения объекта моделирования на основании умозаключения по аналогии.

- |    |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31 | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ<br>МОДЕЛЬ                             | Модель, находящаяся в отношении математического подобия к объекту моделирования.                                                                                                                                                                                           |
| 32 | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ<br>МОДЕЛЬ ПРЯМОЙ<br>АНАЛОГИИ          | Математическая модель, непрерывно воспроизводящая изучаемое явление с помощью явления другой физической природы и основанная на непосредственной аналогии между отдельными физическими процессами и величинами модели и объекта моделирования.                             |
| 33 | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ<br>СТРУКТУРНАЯ АНА-<br>ЛОГОВАЯ МОДЕЛЬ | Математическая модель, непрерывно воспроизводящая отдельные математические операции, необходимые для решения уравнений данной структуры.                                                                                                                                   |
| 34 | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ<br>ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ                    | Математическая модель, дискретно представляющая изучаемый процесс в виде уравнений, алгоритма и программы, реализованной на ЭВМ.                                                                                                                                           |
| 35 | МАТЕМАТИЧЕСКАЯ<br>АНАЛОГО-ЦИФРОВАЯ<br>МОДЕЛЬ         | Математическая модель, основанная на сочетании средств аналоговой и цифровой вычислительной техники.                                                                                                                                                                       |
| 36 | КВАЗИАНАЛОГОВАЯ<br>МОДЕЛЬ                            | <p>Вычислительное устройство, использующее математическую эквивалентность модели и объекта.</p> <p><u>Примечание.</u> Уравнения объекта и модели могут быть не подобными, но при выполнении условий эквивалентности дают подобные (полностью или частично) результаты.</p> |



47	ЗНАКОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Моделирование, основанное на применении знаковой модели.
48	АНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Моделирование, основанное на применении математической модели прямой аналогии или структурной аналоговой модели.
49	ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Моделирование, основанное на применении математической цифровой модели.
50	АНАЛОГО-ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Моделирование, основанное на применении математической аналого-цифровой модели.
51	КВАЗИАНАЛОГОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Моделирование, основанное на применении квазианалоговой модели.
52	НАТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Эксперимент на объекте моделирования (в природе, на производстве) при специально подобранных или созданных условиях, но без искусственных изменений параметров этого объекта.

#### Раздел У. Характеристики объекта моделирования.

53	ПАРАМЕТР РЕЖИМА	Показатель состояния системы.
54	ПАРАМЕТР СИСТЕМЫ	Показатель, определяющийся свойствами элементов системы, схемой их соединения и допущениями расчетного характера.
55	ЛИНЕЙНОСТЬ СИСТЕМЫ	Независимость параметров системы от линейно зависящих параметров ее режима.

- |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 56 НЕЛИНЕЙНОСТЬ СИСТЕМЫ         | Функциональная зависимость хотя бы одного из параметров системы от одного или нескольких параметров режима и (или) параметры режима связаны между собой нелинейными зависимостями.                                                                         |
| 57 ОДНОРОДНОСТЬ СИСТЕМЫ         | Характеристика системы, все элементы которой имеют одинаковые значения сходственных физических параметров.                                                                                                                                                 |
| 58 НЕОДНОРОДНОСТЬ СИСТЕМЫ       | Характеристика системы, элементы которой имеют неодинаковые значения сходственных физических параметров.                                                                                                                                                   |
| 59 БАЗИСНАЯ ВЕЛИЧИНА            | Характерная величина, выбранная в качестве основания (базы) в системе относительных единиц при безразмерном описании объекта моделирования.                                                                                                                |
| 60 ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА | Зависимость между величинами, выраженными в долях от некоторых характерных (базисных) значений.                                                                                                                                                            |
| 61 ПОЛНОЕ УРАВНЕНИЕ             | Зависимость между физическими величинами, которая остается справедливой при изменении системы единиц измерения этих величин.                                                                                                                               |
| 62 УСЛОВИЯ ОДНОЗНАЧНОСТИ        | <p>Условия, определяющие индивидуальные особенности объекта моделирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- геометрические свойства,</li> <li>- физические параметры,</li> <li>- начальное состояние,</li> <li>- граничные условия,</li> </ul> |

– взаимодействие с внешней средой.  
Примечание. При анализе переходных процессов к условиям однозначности следует отнести также параметры режима, которые в данной задаче можно полагать неизменяющимися.

## Раздел VI. Условия подобия.

- |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 63 КРИТЕРИЙ ПОДОБИЯ                          | Безразмерный степенной комплекс, составленный из параметров режима и (или) параметров системы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 64 НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ               | Условия подобия, состоящие в численной одинаковости критериев подобия для моделей и моделируемого объекта и в представимости всякого полного уравнения физического процесса, записанного в определенной системе единиц, в виде функциональной зависимости между соответствующими критериями подобия.                                                                                                  |
| 65 НЕОБХОДИМЫЕ И ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ | Условия подобия, состоящие в равенстве критериев подобия модели и моделируемого объекта и подобии условий однозначности.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 66 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПОДОБИЯ            | Условия подобия состоящие<br>1) для сложных систем, образованных несколькими соответственно подобными по отдельности подсистемами – в подобии всех сходственных элементов, являющихся общими для этих подсистем;<br>2) для нелинейных систем – в совпадении относительных характеристик сходственных нелинейных параметров;<br>3) для анизотропных и неоднородных систем в обеспечении одинаковой от- |

носительной анизотропии или неоднородности сходственных параметров сопоставляемых систем;

4) для геометрически неподобных систем – в обеспечении такого нелинейного подобия пространства параметров систем, при котором существуют подобные изменения параметров режима в нелинейно сходственных точках этого пространства;

5) для систем с вероятностно (статистически) заданными параметрами – в совпадении плотностей вероятностей сходственных параметров в относительной форме и в пропорциональности их статистических моментов.

#### Раздел УП. Реализация подобия и моделирования.

##### 67 СПОСОБ ИНТЕГРАЛЬНЫХ АНАЛОГОВ

Способ определения критериев подобия по известному математическому описанию процесса путем приведения его к безразмерному виду, при котором уравнение делится на один из его членов, символы дифференцирования и интегрирования опускаются, а к полученным основным критериям добавляются дополнительные аргументы неоднородных функций, входящих в члены уравнения.

##### 68 СПОСОБ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ

Способ определения критериев подобия, при котором выявляются параметры, характеризующие рассматриваемый процесс и анализируются размерности всех этих параметров в выбранной системе основных единиц измерения.

Примечание. Данный способ позволяет получить выражения для критериев по-

добия и в том случае, когда математическое описание рассматриваемого процесса неизвестно и известен лишь состав параметров, участвующих в процессе.

69 СПОСОБ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ

Способ определения критериев подобия, при котором параметры, характеризующие явления, выражаются в долях от базисных величин.

Примечание. Выраженные в относительных единицах параметры становятся критериями подобия при соблюдении дополнительных условий, накладываемых на выбор базисных величин. При этом необходимо, чтобы построение системы базисных величин отвечало построению той системы единиц, в которой измерены участвующие в явлении величины, а следовательно, и базисные величины.

70 СХОДСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Такие параметры режима или системы, значениям которых в одной системе соответствуют значения в другой системе.

71 МАСШТАБ

Отношение сходственных параметров.

Примечание. Для подобных процессов одной физической природы масштаб – величина безразмерная; для подобных процессов разной природы – размерная.

72 ПЕРВИЧНАЯ ПОГРЕШНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Расхождение между истинным значением какой-либо величины в объекте моделирования и значением ее, принятым при осуществлении моделирования (расчетным).

- 73 ВТОРИЧНАЯ  
ПОГРЕШНОСТЬ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ
- Погрешность, обусловленная неточностями воспроизведения на модели расчетных значений моделируемых величин, и погрешность, обусловленная неточностью измерения.
- 74 ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ  
ПОГРЕШНОСТЬ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ
- Погрешность, обусловленная неполным учетом в модели факторов, заведомо влияющих на изучаемые процессы.  
Примечание. Принципиальная погрешность моделирования может быть определена как погрешность, вызванная осуществлением приближенного моделирования.
- 75 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ  
ПОДОБИЯ
- Изменение характеристик моделируемого объекта посредством умножения его параметров на значения таких величин, которые преобразуют сходственные параметры, обеспечивая этим подобие и делая математическое описание, если оно имеется, тождественным для модели и для объекта моделирования.
- 76 АВТОМОДЕЛЬНОСТЬ
- Сохранение физического подобия в некоторой области изменения численных значений одного или нескольких критериев подобия.
- 77 КРИТЕРИАЛЬНОЕ  
УРАВНЕНИЕ
- Функциональная зависимость между критериями подобия.



## Содержание

Введение .....	3
Раздел I. Общие понятия .....	4
Раздел II. Основные виды подобия .....	5
Раздел III. Основные виды моделей .....	6
Раздел IV. Основные виды моделирования .....	9
Раздел V. Характеристики объекта моделирования .....	10
Раздел VI. Условия подобия .....	12
Раздел VII. Реализация подобия и моделирования .....	13

Подписано к печати 2.04.87 Т-10510

Тираж 200 экз. Заказ № 188

БНМЛ Мособлстата

