

Н. С. Дуреева  
Р. Н. Галиахметов

# РОЛЬ МОДЕЛЕЙ В ТЕОРИИ ПОЗНАНИЯ

Учебное пособие

Гуманитарный институт



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Равиль Галиахметов

**Роль моделей в теории познания**

«Сибирский федеральный университет»

2011

УДК 165(07)  
ББК 87.223я73

**Галиахметов Р. Н.**

Роль моделей в теории познания / Р. Н. Галиахметов —  
«Сибирский федеральный университет», 2011

ISBN 978-5-7638-2291-5

Представлены подходы к определению научных моделей и их роли в теории познания. Раскрываются гносеологические функции моделей и их принципы. Предназначено для студентов гуманитарных и негуманитарных специальностей, а также для научных работников, ведущих исследование в области моделирования.

УДК 165(07)  
ББК 87.223я73

ISBN 978-5-7638-2291-5

© Галиахметов Р. Н., 2011  
© Сибирский федеральный  
университет, 2011

# Содержание

Учебная программа	5
Раздел 1	13
Тема 1	13
1.1. Понятие научной модели	13
1.2. Гносеологическая специфика моделей. Отличие модели от теории	15
1.3. Классификация научных моделей	16
Конец ознакомительного фрагмента.	20

# **Н. С. Дуреева, Р. Н. Галиахметов**

## **Роль моделей в теории познания :**

### **учеб. пособие / Н. С. Дуреева, Р.**

### **Н. Галиахметов. – Красноярск :**

### **Сиб. федер. Учебное пособие**

#### **Учебная программа**

**Цель преподавания курса:** знакомство студентов с проблемами философской теории познания, ролью моделирования в философии и науке в целом, развитие навыков чтения и интерпретации философских текстов, ведения философской дискуссии, критического анализа научной литературы и других источников.

**Задачи курса:** по завершении курса студент должен знать основные эпистемологические/гносеологические концепции применительно к моделированию, иметь представления о проблемах философской теории познания, различать типы моделей, понимать их назначение, преимущества и ограничения моделирования как научного метода, уметь обосновывать свою позицию в научной дискуссии, уметь находить, классифицировать, анализировать и критически оценивать информацию по темам курса.

#### **Содержание разделов и тем лекционного курса**

Дисциплина ведется тремя модулями, соответствующими двум разделам дисциплины. Нумерация лекционных тем сквозная.

#### **Раздел 1. Понятие научной модели. Научная модель как средство экспериментального исследования**

##### ***Тема 1. Общее понятие научной модели***

Понятие научной модели. Гносеологическая специфика моделей. Классификация научных моделей.

##### ***Тема 2. Проблема моделей в философии и методологии науки XIX–XX вв.***

Понятие модели в методологии естествознания XIX в. Неопозитивизм и проблема моделей. Неотомистская концепция понятия модели.

##### ***Тема 3. Модели как средство экспериментального исследования***

Отношение основных типов моделей к реальному и мысленному эксперименту. Сущность эксперимента. Структура обычного эксперимента. Место моделей в структуре эксперимента. Модельный эксперимент. Отношение модели к объекту в физическом моделировании. Отношение между моделью и объектом в системах, принадлежащих к различным формам движения материи. Отношение между моделью и объектом в кибернетических системах.

#### **Раздел 2. Научная модель как способ отражения и интерпретации**

##### ***Тема 4. Модель как специфический способ отражения***

Понятие отражения в философии и естественных науках. Отражение и информация. Отражение и изоморфизм. Отражательная функция модели. Модель и аналогия.

##### ***Тема 5. Модель как абстракция особого рода, как воплощение единства абстрактного и конкретного в познании***

Модель как форма научной абстракции особого рода. Особенности перехода от абстрактного к конкретному с помощью моделей.

##### ***Тема 6. Модель как средство интерпретации и научного объяснения***

Понятие интерпретации. Роль моделей в интерпретации теорий. Роль моделей в интерпретации и объяснении явлений и объектов действительности. Интерпретация и модельное объяснение в «философии науки».

### **Раздел 3. Моделирование и проблема истинности и наглядности в науке**

#### ***Тема 7. Модель и мысленный эксперимент***

Природа мысленного эксперимента. Объективное содержание метода мысленного эксперимента. Познавательное значение мысленного эксперимента.

#### ***Тема 8. Моделирование и проблема истины***

Истинность как свойство моделей. Истинность моделей в свете учения об объективной, абсолютной и относительной истине. Модельный эксперимент как критерий истинности теории.

#### ***Тема 9. Модели и проблема наглядности***

Постановка вопроса. Является ли наглядность свойством моделей? Борьба против наглядности в буржуазной «философии науки». Понятие наглядности. Критический анализ некоторых определений. Модель как специфическое для науки средство и форма наглядности. Гносеологическое значение наглядности моделей.

#### **Требования к уровню освоения дисциплины.**

В результате изучения дисциплины студент должен:

##### **знать:**

- основные эпистемологические / гносеологические концепции применительно к моделированию;
- основные способы моделирования, применяемые в науке;
- типы моделей, понимать их назначение, преимущества и ограничения моделирования как научного метода.

##### **уметь:**

- обосновывать свою позицию в научной дискуссии относительно роли моделей в теории познания;
- находить сферы применения метода моделирования;
- классифицировать научные модели конструирования действительности;
- анализировать особенности построения научных моделей;
- критически оценивать информацию по темам курса.

##### **владеть:**

- навыками исследования научных моделей;
- основными методами и способами научного моделирования;
- навыками подбора и использования научных моделей и методов научного моделирования;
- навыками чтения и интерпретации философских текстов, в том числе по проблеме научного моделирования;
- навыками работы с информацией и опытом публичных выступлений перед аудиторией.

#### **Формы контроля.**

Итоговой формой контроля является зачет, выставляемый по итогам промежуточного контроля (выступления с тематическими докладами) и защите реферата по окончании изучения дисциплины.

**Темы рефератов** выдаются из предложенного перечня:

#### ***Науковедение***

1. Отражение науки в научном знании: науковедение, его предмет и структура.
2. Философия науки: проблема предмета.
3. Сциентизм и антисциентизм.
4. Наука и антинаука.

5. Общая теория науки: проблема становления.
6. Наука как развивающаяся система знания.
7. Наука как специфический вид деятельности.
8. Наука как форма организации и социальный институт.
9. Предмет науки.
10. Проблема генезиса науки.
11. Основные этапы развития науки.
12. Научные революции.
13. Научная революция и смена теорий.
14. Научные революции и новые методы исследований.
15. Научные картины мира.
16. Стиль научного мышления.
17. Научная революция и перестройка научной картины мира.
18. Научная революция и изменение стиля мышления.
19. История науки: предмет и основные проблемы.
20. Социология науки: предмет и основные проблемы.
21. Психология науки: предмет и основные проблемы.
22. Этика науки: предмет и основные проблемы.
23. Наука и искусство: основные проблемы взаимосвязи.
24. Информология науки: предмет и основные проблемы.
25. Информационная концепция науки.
26. Моделирование науки.
27. Научное творчество: предмет и основные проблемы.
28. Научное право: проблемы формирования.
29. Организация науки: основные проблемы.
30. Социальная организация науки и ее исторические формы.
31. Научный коллектив: структура, типология, функции.
32. Исследовательская группа – первичное звено организации науки.
33. Научная школа: предпосылки, содержание, типология.
34. Неформальные организации в науке.
35. Коммуникация в современной науке.
36. Научный потенциал современного общества: сущность и структура.
37. Прогнозирование научного прогресса: предмет и основные проблемы.
38. Научная политика: предмет и основные проблемы.
39. Дисциплинарная организация науки.
40. Проблема классификации наук.
41. Дисциплинарность и взаимодействие наук.
42. Интеграция науки.
43. Науковедение – основа научной культуры субъекта.
44. Наука в системе духовной культуры.
- Теория и методология научного знания*
45. Обыденное и научное знание.
46. Идеалы и нормы научности.
47. Научное знание: уровни, формы, методы.
48. Типология научного знания.
49. Специфика эмпирического знания.
50. Специфика теоретического знания.
51. Специфика научно-методологического знания.
52. На пути к теории научного знания.

53. Язык как знаковая система.
54. Термин, понятие, категория.
55. Естественный и искусственный языки.
56. Специфика языка науки.
57. Категории современной науки.
58. Факты действительности и научный факт.
59. Проблема понимания научного факта.
60. Природа научного факта: эмпиризм и теоретизм.
61. Проблемная ситуация и научная проблема.
62. Научная проблема: сущность и содержание.
63. Классификация научных проблем и условия их постановки.
64. Проблема в структуре научного знания.
65. Научная идея как форма знания.
66. Проблема структуры и содержание научной идеи.
67. Форма выражения и существования научной идеи.
68. Научное знание как интеграция идей.
69. Научная гипотеза: сущность, содержание, функции.
70. Научная гипотеза: виды и условия состоятельности.
71. Отношения, связь, научный закон.
72. Закон и структура.
73. Сущность и структура научного закона.
74. Типология научных законов.
75. Закон и закономерность.
76. Проблема понимания научной теории.
77. Научная теория: структура и содержание.
78. Основания научной теории.
79. Концептуальная основа научной теории.
80. Научная теория: типология и функции.
81. Метатеория.
82. Высшие формы интеграции научного знания.
83. Эпистемологические конгломераты и комплексы.
84. Общие теории науки.
85. Научная картина мира (НКМ) как форма систематизации научного знания.
86. Частнонаучная картина мира (ЧНКМ).
87. НКМ и мировоззрения.
88. Проблема формирования современной НКМ.
- Взаимосвязи форм научного знания*
89. Научный факт и научная идея.
90. Научный факт и научная проблема.
91. Научный факт и научная гипотеза.
92. Научный факт и научный закон.
93. Научный факт и научная теория.
94. Научная проблема и научная идея.
95. Научная проблема и научная гипотеза.
96. Научная проблема и научный закон.
97. Научная проблема и научная теория.
98. Научная идея и научная гипотеза.
99. Научная идея и научный закон.
100. Научная идея и учение.

101. Научный принцип и научная идея.
102. Научная идея и научный закон.
103. Научный закон и научный принцип.
104. Научный закон и научная теория.
105. Факт, гипотеза, теория.
106. Проблема, гипотеза, закон.
107. Закон, принцип, теория.
108. Взаимосвязь эмпирического и теоретического знания.
109. Интегративные функции научной теории.
110. Научная теория и ЧНКМ.
- Научная деятельность и методология научного исследования*
111. Научное исследование как предмет современной философии науки.
112. Основания научного поиска (НКМ, идеалы и нормы, философские принципы).
113. НКМ и ее функции в научном исследовании.
114. Идеалы и нормы научного исследования.
115. Идеалы и нормы описания и объяснения в научном исследовании.
116. Научное объяснение и понимание.
117. Научное мышление как наиболее совершенный вид научной деятельности.
118. Стиль научного мышления: структурные компоненты и понятия.
119. ЧНКМ и стиль научного мышления.
120. Диалектика научного поиска.
121. Цели и исходные структурные элементы научного исследования.
122. Структура научного исследования.
123. Чувственные данные и факты в научном исследовании.
124. Роль теории на начальной стадии эмпирического исследования.
125. Рациональная обработка эмпирических данных в процессе формирования фактов науки.
126. Проблемная ситуация в структуре научного исследования.
127. Генезис научной проблемы: описание и осмысление проблемной ситуации в формировании проблемы.
128. Научная проблема в структуре научного исследования.
129. Противоречие, проблема и задача.
130. Научное исследование как способ решения задач.
131. Познавательные задачи в научном исследовании (эмпирические, теоретические, логические, методологические).
132. Соотношение идеи и теории в научном исследовании.
133. Идея, принцип и закон как формы построения научных теорий.
134. Выдвижение идеи и разработка гипотезы как важнейший этап научного творчества.
135. Роль гипотезы в научном исследовании.
136. Гипотеза – предварительная ступень решения проблемы.
137. Гипотеза как метод теоретического исследования.
138. Гипотеза и ее роль в построении научной теории.
139. Открытие законов – важнейший этап научного исследования.
140. Законы науки и научный поиск.
141. Роль законов в научном объяснении и предсказании.
142. Обоснование научной теории.
143. Роль методологии в организации научного исследования.
- Методология научного исследования*
144. Понятие и содержание научной рефлексии.

145. Понятие и содержание научной методологии.
  146. Уровни научной методологии.
  147. Научная рефлексия и методология.
  148. Содержание рефлексивно-методологической практики.
  149. Научное исследование: объект, направления, метод.
  150. Природа научного метода.
  151. Сущность и структура научного метода.
  152. Научный метод и теория.
  153. Истина и метод. Критерий научности метода.
  154. Диалектический метод познания: основные принципы и требования.
  155. Общенаучные подходы: субстратный, структурный, функциональный.
  156. Общенаучные подходы: системный, вероятностный, информационный.
  157. Общенаучные методы познания: сущность, содержание и структура.
  158. Методы теоретического исследования: сущность, содержание и структура.
  159. Методы эмпирического исследования: сущность и содержание.
  160. Научное наблюдение: сущность, познавательные операции и типология.
  161. Описание, сравнительные методы измерения.
  162. Научный эксперимент: сущность, познавательные операции и типология.
  163. Научный эксперимент и теория.
  164. Теория научного эксперимента.
  165. Метод моделирования.
  166. Модели в науке и технике.
  167. Теория подобия и моделирование.
  168. Индуктивные методы и индуктивные исследования.
  169. Экстраполяция как логико-гносеологическая процедура, ее основания и функции.
  170. Методика как средство научных исследований.
  171. Основы научных исследований: обзор учебных пособий.
- Математика, информатика и вычислительная техника*
172. Специфика предмета философии математики.
  173. Проблема предмета математики.
  174. Качественное разнообразие и единство математического знания.
  175. Философские проблемы математических абстракций.
  176. Проблема истинности математического знания.
  177. Философские проблемы обоснования математики.
  178. Философские проблемы развития математики.
  179. Философские проблемы семиотики.
  180. Философские вопросы математической лингвистики.
  181. Философские проблемы кибернетики.
  182. Философские вопросы информатики.
  183. Философские проблемы информологии.
- Техноведение*
184. Техноведение: проблема формирования предмета и структуры.
  185. Философия техники и технологии: проблемы предметов.
  186. Технологический детерминизм.
  187. Техницизм и антитехницизм.
  188. Общая теория техники и технологии: проблемы становления.
  189. Онтологические основания техноведения.
  190. Техническая форма материи.
  191. Глобальный характер технологического движения.

192. Технологическая форма движения материи.
193. Техносфера как объект техноведения.
194. Техника: сущность и содержание.
195. Технический объект (машина): сущность и содержание.
196. Технология: сущность и содержание.
197. Диалектика техники и технологии.
198. Технологические революции.
199. Специфика вещественно-технологической революции.
200. Специфика энерготехнологической революции.
201. Специфика информационно-технологической революции.
202. Общетеchnические революции как следствие технологических революций.
203. Проблема формирования технологической картины мира.
204. История техники и технологии: предмет и основные проблемы.
205. Техника и технология в структуре производительных сил общества.
206. Экономика техники и технологии: предмет и основные проблемы.
207. Социология техники и технологии: предмет и основные проблемы.
208. Психология техники и технологии: предмет и основные проблемы.
209. Техническая эстетика: предмет и основные проблемы.
210. Этические проблемы техники и технологии.
211. Технично-технологическое право: проблемы формирования.
212. Технологический потенциал общества: сущность и содержание.
213. Прогнозирование технологического прогресса.
214. Технологическая политика: сущность и содержание.
215. Техника и технология в системе материальной культуры.
216. Техноведение – основа технико-технологической культуры субъекта.

*Инженерные науки и инженерная деятельность*

217. Инженерные науки как отражение методологии практической деятельности.
218. Технические объекты и технологические процессы как объекты инженерных дисциплин.
219. Специфика предмета инженерных наук.
220. Происхождение и развитие инженерной деятельности.
221. Место инженерной деятельности в общественном разделении труда.
222. Соотношение научно-технической и инженерной деятельности.
223. Предмет методологии инженерной деятельности.
224. Проектирование как существенная сторона инженерной деятельности.
225. Системотехника и проблемы инженерной деятельности.
226. Специфика инженерного мышления как высшей формы инженерной деятельности.

**Рекомендации по выполнению реферата**

Работа над рефератом начинается с выбора темы. Затем подбирается в соответствии с выбранной темой необходимая литература. Реферат должен включать следующие разделы.

1. Введение, в котором отмечается актуальность выбранной темы, определяются цели и задачи исследования, характер использованной литературы (статьи, монографии).
2. Основная часть. В этой части реферата излагается круг вопросов и проблем, отражающих содержание выбранной темы.
3. Заключение. В нем автор реферата делает выводы и собственные оценки.
4. Список использованной литературы.

При цитировании в тексте реферата обязательны ссылки на источники (использованную литературу) с точным указанием автора, названия работы, года и места издания, номера цитируемой страницы.

Рекомендуемая литература.

1. Штофф В.А. Моделирование и философия. – Л.: Наука, 1966. – 302 с.
2. Розенфельд Л., Морвиль П. Информационная архитектура в Интернете. – СПб: Символ-Плюс, 2005. – 544 с.
3. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: учеб. пособие для высших учебных заведений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2001. – 296 с.

# Раздел 1

## Понятие научной модели. Научная модель как средство экспериментального исследования

### Тема 1

#### Общее понятие научной модели

##### 1.1. Понятие научной модели

Термин «модель» употребляется, прежде всего, в двух совершенно различных, прямо противоположных значениях:

- 1) в значении некоторой теории;
- 2) в значении чего-то такого, к чему теория относится, т.е. что она описывает или отражает.

Слово «модель» произошло от лат. слова «modus, modulus», что означает: мера, образ, способ и т.п. Его первоначальное значение было связано со строительным искусством, и почти во всех европейских языках оно употреблялось для обозначения образца, или прообраза, или вещи, сходной в каком-то отношении с другой вещью. Именно это самое общее значение слова «модель», видимо, послужило основанием для того, чтобы использовать его в качестве научного термина в математических, естественных, технических и социальных науках, причем этот термин получает два противоположных значения.

В математических науках после создания Декартом и Ферма аналитической геометрии, на основе которой укрепилась идея о согласованности между собой различных частей математики, понятие модели было использовано для развития этой идеи. При этом моделью становится принятым обозначать теорию, которая обладает структурным подобием по отношению к другой теории. Две такие теории называются изоморфными, а одна из них выступает как модель другой, и наоборот. Происхождение понятия модели в математике очень хорошо прослежено Н. Бурбаки в «Очерках по истории математики». Отмечая заслуги Декарта в разработке идеи согласованности математических наук друг с другом, авторы этой книги указывают, что Лейбниц первый открыл общее понятие изоморфизма (которое он назвал «подобием») и предвидел возможность «отождествлять» изоморфные отношения и операции; в качестве примера он дает сложение и умножение. Но надо было ждать расширения алгебры, которое имело место в середине XIX в., чтобы увидеть начало реализации того, что открыл Лейбниц. Именно к этому времени начинают умножаться «модели», и ученые привыкают переходить от одной теории к другой посредством простого изменения терминологии.

Это понятие модели как изоморфной теории и вообще изоморфной структуры тесно связано со спецификой абстрактных математических объектов и характером математических методов. В дальнейшем мы увидим, что в математике возникло и несколько иное понятие модели, приближающееся к тому значению термина «модель», которое типично для физических и механических наук. Но как бы там ни было, истолкование модели как изоморфной теории является фактом истории научного мышления. И не удивительно, что в этом значении термин «модель» применяется и в настоящее время в ряде научных контекстов. Мы еще вернемся к этому вопросу и обсудим, насколько это целесообразно.

С другой стороны, в науках о природе (астрономия, механика, физика, химия, биология) термин «модель» стал применяться в другом смысле, не для обозначения теории, а для обозначения того, к чему данная теория относится или может относиться, того, что она описывает. И здесь со словом «модель» связаны два близких друг другу, хотя и несколько различающихся значения. Во-первых, под моделью в широком смысле понимают мысленно или практически созданную структуру, воспроизводящую ту или иную часть действительности в упрощенной (схематизированной или идеализированной) и наглядной форме. Так, уже в древности развитие науки и философии сопровождалось созданием наглядных картин, образов действительности, гипотетически воспроизводящих различные явления в космосе или в микромире. Таковы, в частности, представления Анаксимандра о Земле как плоском цилиндре, вокруг которого вращаются наполненные огнем полые трубки с отверстиями; или представления Птолемея, изложенные в «Альмагесте», о вращении «мира» вокруг неподвижной Земли; или же относящиеся к микромиру представления Демокрита, Эпикура об атомах, их круглой или крючкообразной форме, их хаотическом или прямолинейном движении. И хотя интерпретация гносеологической роли подобных моделей может быть различной в зависимости от общефилософских позиций того или иного ученого, тем не менее модели в этом смысле составляли необходимый элемент естественно-научного познания, поскольку оно, не ограничиваясь математическим формализмом, стремилось раскрыть объективное содержание, качественную сторону теории.

Подобные модели представляют собой существенный момент всякой исторически переходящей научной картины мира, и вопрос может заключаться в том, насколько научно обоснованы эти модели, каковы их функции, назначение, цель. Однако всегда модель в этом смысле выступает как некоторая идеализация, упрощение действительности, хотя самый характер и степень упрощения действительности, вносимые моделью, могут со временем меняться. При этом модель как составной элемент научной картины мира содержит и элемент фантазии, будучи продуктом творческого воображения, причем этот элемент фантазии в той или иной степени всегда должен быть ограничен фактами, наблюдениями, измерениями. В этом смысле говорили о моделях Герц, М. Планк, Н. А. Умов и другие физики.

В несколько ином более узком смысле термин «модель» применяют тогда, когда хотят изобразить некоторую область явлений с помощью другой, более хорошо изученной, легче понимаемой, более привычной, когда, другими словами, хотят непонятное свести к понятному. Так, физики XVIII в. пытались изобразить оптические и электрические явления посредством механических, рассматривая, например, свет как колебания «эфирной материи» (Х. Гюйгенс) или поток корпускул (И. Ньютон) или же сравнивая электрический ток с течением жидкости по трубкам, движение молекул в газе с движением бильярдных шаров, строение атома со строением солнечной системы («планетарная модель атома») и т.п.

Такое понятие модели сливается с понятием о физической аналогии как отношении сходства систем, состоящих из элементов разной физической природы, но обладающих одинаковой структурой. Часто такие модели называются моделями-аналогами или просто аналогами независимо от того, являются ли они воображаемыми или реальными.

Легко заметить, что во всех только что описанных случаях под моделью понимают нечто глубоко отличное от теории. Если под теорией в данной связи понимается совокупность утверждений об общих законах данной предметной области, связанная воедино логически так, что из исходных посылок выводятся определенные следствия, то под моделью здесь имеют в виду либо а) конкретный образ изучаемого объекта или объектов (атом, молекула, газ, электрический ток, галактика и т.п.), в котором отображаются реальные или предполагаемые свойства, строение и другие особенности этих объектов, либо б) какой-то другой объект, реально существующий наряду с изучаемым (или воображаемый) и сходный с ним в отношении некоторых определенных свойств или структурных особенностей. Но как бы ни отличались эти два

смысла, общим у них является то, что здесь модель означает некоторую конечную систему, некоторый единичный объект независимо от того, существует ли он реально или же является только в воображении. В этом смысле модель не теория, а то, что описывается данной теорией – своеобразный предмет данной теории.

Третьим широко распространенным, главным образом, в логике, употреблением термина «модель» является использование его в смысле формальной или формализованной системы. Правда в логических контекстах употребляется и другое более удачное и целесообразное применение термина «модель» в связи с проблемой содержательной интерпретации формальных систем. Однако наряду с этим очень часто называют моделями формальные системы (логические формализмы) или исчисления. При этом под формальными системами имеют в виду системы, в которых исходные элементы, правила построения из них сложных совокупностей и правила преобразования точно фиксируются и ясно формулируются. Эта формализация, выражающая систему абстрактных элементов и их отношения, реализуется с помощью символизации, состоящей в том, что знаки и выражения естественных языков с присущей им неопределенностью, громоздкостью и многозначностью (полисемией) заменяются системой знаков искусственного языка, имеющих точное значение и удобных для оперирования с ними. Преимущество такого формализованного языка состоит в том, что в отличие от естественного или обычного языка логическая форма в нем совпадает с формой построения самой языковой системы. Примером такого понимания модели является точка зрения Ф. Джорджа, который называет моделью «некоторую определенную систему постулатов (типа евклидовой геометрии на плоскости)», отождествляя ее с исчислением. Уточняя свое понимание, он в качестве примера моделей приводит «синтаксис пропозиционального и другие исчисления, которые можно интерпретировать в суждениях и функциях». Очевидно, что здесь термин «модель» является синонимом формализма или исчисления, в которых выражена абстрактная логическая или математическая структура («скелет») некоторой содержательной теории.

Это наиболее широко распространенные в научной литературе толкования термина модель, но этим не исчерпывается спектр его значений. Можно указать на множество случаев, когда термин «моделирование» употребляется как синоним познания, или гносеологического отображения, или вообще отражения, изоморфизма, когда модель отождествляется с гипотезой, абстракцией, идеализацией и даже законом. Во многих дискуссиях, посвященных гносеологической роли и методологическому значению моделирования, указывалось совершенно справедливо на нетерпимость такого положения и предлагались различные способы добиться унификации этого понятия.

Таким образом, **модель** – это дедуктивная система с интерпретированными исходными теоретическими терминами и формулами, а **теория** – это такая же дедуктивная система, но в ней исходные теоретические термины не интерпретированы, а получают свое значение лишь благодаря логической связи со следствиями.

## 1.2. Гносеологическая специфика моделей. Отличие модели от теории

Существенным признаком, отличающим в целом модель от теории, является не уровень упрощения, не степень абстрактности и, следовательно, не количество достигнутых абстракций и отвлечений, а способ выражения этих абстракций, упрощений и отвлечений, характерный для модели. В то время как содержание теории выражается в виде совокупности суждений, связанных между собой законами логики и специальными научными законами, и отображающих «непосредственно» закономерные, необходимые и всеобщие связи и отношения, присущие действительности, в модели это же содержание представлено в виде некоторых типичных ситуаций, структур схем, совокупностей идеализированных (таким образом, упрощенных)

объектов и т.п., в которых реализованы эти закономерные связи и отношения или, что то же самое, в которых выполняются сформулированные в теории законы, но, так сказать, в «чистом виде».

Поэтому модель – это всегда некоторое конкретное построение, в той или иной форме или степени наглядное, конечное и доступное для обозрения или практического действия. Отличие модели от теории особенно очевидно в случае материально-вещественных моделей, которые представляют собой практически-предметную реализацию теории.

Таким образом, если свойство отражать действительность (объект), и притом в упрощенной, абстрагированной форме, является общим у теории и модели, то свойство реализовать это отображение в виде некоторой отдельной, конкретной и потому более или менее наглядной системы есть признак, отличающий модель от теории. *А под моделью понимается такая мысленно представляемая или материально реализованная система, которая, отображая или воспроизводя объект исследования, способна замещать его так, что ее изучение дает нам новую информацию об этом объекте.*

### 1.3. Классификация научных моделей

При построении научной классификации весьма важным является правильный выбор ее основания: это помогает понять сущность классифицируемых явлений. В нашем случае основание классификации определяется материалистическим пониманием модели как средства отображения, воспроизведения той или иной части действительности с целью ее более глубокого познания.

Рассматривая различные модели с этой точки зрения и обращая внимание на отношение между моделью и оригиналом, мы обнаруживаем, что это отношение, которое во всех случаях является отношением отражения или воспроизведения, варьируется в зависимости, во-первых, от способа воспроизведения, т.е. от тех средств, при помощи которых строится модель, и, во-вторых, от характера тех объектов, тех областей объективного мира, которые воспроизводятся в моделях. Таким образом, классификация моделей может быть произведена как по их форме (способу построения), так и по содержанию (качественной специфике моделируемой действительности). Различия моделей по содержанию определяют их различия в формальном отношении.

В зависимости от способа построения моделей, от средств, какими производится моделирование изучаемых объектов, все модели могут быть предварительно разделены на два больших класса:

- 1) **материальные** (другие термины: действующие, реальные, вещественные);
- 2) **идеальные** (другие термины: воображаемые, умозрительные, мысленные).

Зачастую в первом случае предпочитают термин «материальный» вместо «вещественный», чтобы не исключать модели, конструктивными компонентами которых служат различного рода физические поля. Но, в общем, эти термины являются синонимами. Во втором случае каждый из существующих терминов, который в данном употреблении также синонимичен, имеет свои недостатки, ибо он связан традиционно с другими значениями. Здесь же все они употребляются в том смысле, в каком Маркс употреблял соответствующие термины для обозначения одной из функций денег: быть мерой стоимости. В этой функции деньги в отличие от их чувственно воспринимаемой реальной телесной формы могут существовать в форме лишь идеальной, т.е. существующей лишь в представлении.

**К первому классу** относятся всевозможные модели, которые хотя и созданы, построены человеком, но существуют объективно, будучи воплощены в металле, дереве, стекле, электрических элементах, полях и других материальных предметах. Сюда же следует отнести и так называемые живые модели, которые, правда, не созданы искусственно, а отобраны человеком

в силу присущих им определенных свойств, позволяющих в упрощенной форме имитировать изучаемый сложный процесс. Все эти модели существуют так же объективно, как машины или экспериментальные установки и приборы. Их назначение специфическое – воспроизведение структуры, характера протекания, сущности изучаемого процесса.

Материальные модели в свою очередь могут быть разделены на три основные группы. Первая группа представляет собой сооружения, создаваемые для того, чтобы воспроизвести или отобразить пространственные свойства или отношения объекта. Отношение этих моделей к объекту характеризуется геометрическим подобием как обязательным условием. К этой группе относятся различные макеты (например, макеты домов, застройки городов, муляжи и т.д.), компоновки (расположение оборудования в цехах завода), пространственные модели молекул, кристаллов в химии и т.п.

**Вторая группа** состоит из моделей, создаваемых с целью воспроизвести не только и не столько пространственные свойства натурального объекта, сколько динамику изучаемых процессов, различного рода зависимости и закономерные связи, структуры и, следовательно, величины, параметры и другие характеристики, выражающие различное содержание и сущность изучаемых явлений. Основой модельного отношения является здесь физическое подобие модели и объекта, предполагающее одинаковость или сходство их физической природы и тождественность законов движения. Отношение таких материальных моделей к отображаемой системе (натуре) может быть не более как изменением пространственной или временной шкалы. Примером моделей, основанных на изменении пространственной шкалы, являются модели плотин, кораблей, гребных винтов, самолетов и т.п. Такой же характер имеет использование мелких животных вместо крупных в биологических экспериментах. С таким положением мы сталкиваемся в технике при моделировании, например, явления просачивания нефти, откачиваемой через скважины. Благодаря моделям, основанным на изменении временных масштабов, можно экспериментально изучать явления, длящиеся в промежутки времени, во много раз превышающие время жизни не только отдельного человека, но и всего человечества.

**К третьей группе** материальных моделей относятся системы, не обладающие с объектом одной и той же физической природой и не сохраняющие с ним физического и геометрического подобия. Здесь отношение между моделью и реальным объектом является отношением аналогии. Эта аналогия может быть структурной или функциональной (изоморфизм или изофункционализм), что находит свое выражение в наличии одинакового математического формализма, которым описывается поведение этих систем, различных по своей физической природе, по конкретным (физическим, химическим, биологическим и т.д.) законам, но сходных по каким-то более общим законам строения или функционирования. Поэтому эти модели называются математическими. К ним относятся всевозможные аналоговые модели (например, электрические модели механических, тепловых, акустических, биологических явлений и т.п.), структурные и цифровые модели, а также различные кибернетические функциональные модели.

Отличие кибернетических моделей от других материальных моделей или моделирующих технических устройств состоит в том, что они представляют собой системы, управляемые посредством обратной связи, т.е. системы, обладающие различными каналами обратной связи, по которым поступает информация от исполнительного органа в управляющий, благодаря чему поддерживается определенная направленность поведения системы при изменяющихся внешних условиях.

Существенной особенностью кибернетических моделей в отличие от других видов математического моделирования является то, что комплекс моделируемых явлений и процессов не сохраняет в них своей физической природы, как в физических моделях, и может не сохранять также своей структуры, как в аналоговых моделях, а отображается, воспроизводится только со стороны некоторых зависимостей, форм поведения или результатов. Другими словами, отно-

шение кибернетических моделей к моделируемым объектам основано главным образом (хотя и не исключительно) на сходстве, одинаковости поведения и функций сложных систем, могущих различаться во всех других отношениях (изофункционализм).

Действующие, или материальные, модели неразрывно связаны с воображаемыми, или идеальными, моделями главным образом потому, что человек, прежде чем построить модель из каких-либо материалов, мысленно представляет себе, теоретически обосновывает, рассчитывает её. Маркс говорит, что «самый плохой архитектор от наилучшей пчелы с самого начала отличается тем, что, прежде чем строить ячейку из воска, он уже построил её в своей голове. В конце процесса труда получается результат, который уже в начале этого процесса имелся в представлении человека, т.е. идеально». Эти слова Маркса вполне можно применить и к характеристике мысленных, или идеальных, моделей. Последние, прежде чем воплотиться в действительность и стать благодаря практической деятельности материальными моделями, существуют первоначально в человеческой голове как образы этой действительности, как некоторые теоретические схемы. В этом смысле они и могут быть названы идеальными (или воображаемыми, как их называли физики прошлого века).

Следует подчеркнуть, что модели этого рода остаются мысленными, идеальными даже в том случае, если они воплощены в какой-нибудь материальной форме, в виде рисунка, чертежа, схемы или просто системы знаков. Идеальный характер этих моделей не ограничивается только тем, что они выступают в виде модельных представлений, что они конструируются мысленно, в голове. Эти модели могут быть названы идеальными также и потому, что даже тогда, когда их элементы и отношения зафиксированы при помощи знаков, рисунков или других материальных средств, все преобразования в них, все переходы в другое состояние, все преобразования элементов осуществляются мысленно, т.е. в сознании человека, который опирается при этом на определенную семантику и пользуется логическими, математическими, физическими и другими специфическими правилами и законами. Без этого такие рисунки, чертежи, системы знаков и другие конструкции лишаются смысла и вообще значения моделей как образов действительности.

Однако особенностью идеальных моделей является то, что они не всегда и не обязательно воплощаются в действительности, хотя это и не исключено. Большинство таких моделей и не претендует на материальное воплощение. Так, например, Д. К. Максвелл, создавая свою знаменитую модель электромагнитного поля и изображая силовые линии в виде трубок с переменными сечениями, по которым течет абсолютно несжимаемая, лишенная инерции жидкость, подчеркивал, что эта жидкость является воображаемой. Употребление термина «жидкость» не введет нас в заблуждение, если мы будем помнить, что оно означает только воображаемую субстанцию со следующим свойством. Любая часть жидкости, занимающая в какой-нибудь момент данный объем, в каждый последующий момент будет занимать такой же объем». Таким же воображаемым, или идеальным, характером отличаются и модели атома (например, модель Бора-Зоммерфельда), современные (капельная, оболочечная, оптическая и др.) модели ядра.

С указанной здесь точки зрения к идеальным следует отнести и те кибернетические модели, которые представляют собой мысленные построения для решения определенных задач. К числу подобных моделей относится, например, «машина» Тьюринга, которая по существу является мысленной моделью некоего алгоритма или вычислимой функции. Такой же характер идеальной, воображаемой модели имеет обсуждаемая Тьюрингом «машина», способная «мыслить».

Подобно тому как материальные модели могут различаться по сохранению или несохранению геометрического подобия и физического тождества с изучаемым реальным объектом, так и идеальные модели различаются по некоторым признакам. Если рассматривать эти модели только с точки зрения способа их построения (формы), можно разделить все идеальные модели на две основные и одну промежуточную группы. К первой основной группе относятся образ-

ные, или иконические, модели, построенные из чувственно-наглядных элементов, таких, как, например, упругие шары, рычаги, пружины, потоки жидкости, вихри, движения тел по траекториям и т.п. При этом предполагается, что эти чувственно-наглядные элементы построения модели имеют какое-то сходство с соответствующими элементами моделируемого реального явления. Это сходство не ограничивается сходством пространственных отношений элементов модели и элементов объекта, но распространяется и на характер движения и другие разнообразные свойства. Такова, например, упомянутая выше максвелловская гидродинамическая модель, в которой силовые линии были представлены в виде трубок, по которым течет несжимаемая жидкость, так что поток жидкости в трубках представлял напряженность силы, а его направление – направление этой силы. В этой модели существует не только сходство между системами отношений в модели и объекте, но и некоторое частичное сходство между элементами этих систем. Такие модели являются как бы иллюстрацией, сделанной в образах известных нам явлений, для изображения новой, малоизвестной или недоступной нам области явлений. По мнению Максвелла, благодаря такому методу можно наглядно представить себе не только движение такого рода «жидкости», но и «законы притяжения и индуктивных действий магнитов и токов».

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.