

*Юло КАЭВАТС, Аадо КЕСКПАЙК*

## ПОНЯТИЕ МОДЕЛИ В МЕТОДОЛОГИИ НАУКИ

В последние годы наблюдается ослабление «экстенсивного» интереса философов к методологическим проблемам моделирования, о чем свидетельствует значительное уменьшение числа работ на эту тему. Объяснить это явление можно изменением моды, но только частично. Нам представляется, что многие методологи-моделисты считают в основном исчерпанной ту сторону своей деятельности, которая относится к частным наукам. Тем не менее многие методологические проблемы — в том числе и фундаментальные — не получили пока удовлетворительного решения.

Разногласия исследователей проявляются в их взглядах на классификацию моделей, их гносеологические функции, место и роль моделей в развитии науки. На первый взгляд это довольно странно, так как в вопросе определения понятия модели у авторов нет принципиальных расхождений. Однако при более обстоятельном рассмотрении вопроса выясняется, что за сходными определениями скрываются разные толкования.

Чтобы иметь возможность сравнить по существу взгляды разных авторов, надо выяснить, что они на самом деле имеют в виду, используя термин «модель». Только тогда можно обоснованно выбрать одну из существующих концепций модели в качестве рабочей и быть уверенным, что в основе ее лежит не сочетание разнородных воззрений разных авторов, а логически последовательная система взглядов. Критерием выбора могут, на наш взгляд, выступать концептуальные возможности разных точек зрения, которые выявляются только при их функционировании в общей системе научно-методологического знания. Проанализировав осмысление понятия «модель» разными авторами, можно правильно оценить их вклад в философское исследование метода моделирования и, выбрав одну единственную концепцию в качестве «общего знаменателя», достичь положительного синтеза всех достижений в этой области.

Наша цель в данной статье — сравнить методологические основы и сопоставить концептуальные возможности основных истолкований понятия «модель», существующих в советской гносеологической литературе, а также выдвинуть свои аргументации в пользу т. н. ситуативного подхода.

Сейчас практически общепринято (с некоторыми модификациями) определение модели, предложенное впервые Л. О. Вальтом [1, с. 8], «как объективно существующего или представляемого объекта, изучение которого дает информацию о другом объекте».

Определение модели как заменяющего оригинал объекта (системы) всегда связано с требованием аналогии или сходства модели и оригинала по каким-то признакам, что либо считается главным условием моделирования, либо включается в качестве основного признака модели в ее определение. Моделирование же представляет собой процесс, который начинается с выбора или построения модели и заканчивается перенесением полученного знания с модели на оригинал.



Приведенные определения (довольно высокого уровня абстракции) и исчерпывают в основных чертах общепризнанное содержание понятий модели и моделирования. Расхождения во взглядах исследователей начинаются уже при классификации моделей, особенно в отношении модельности и немодельности различных формализмов (часто называемых логико-математическими или знаковыми моделями), а также законов, гипотез, теорий, гносеологических образов вообще. Сложной и относительно часто дискутируемой проблемой является, например, разграничение теории и модели.

Правда, в объеме понятия «модель» можно выделить и инвариантное ядро, которое включает: 1) образования, именуемые материальными моделями, и 2) модели-представления или идеальные модели-образы. Но эти материальные и идеальные образования составляют лишь часть объектов, претендующих на модельность. Отмеченные расхождения отражают прежде всего различия в подходах методологов к осмыслению рассматриваемых понятий. Можно выделить два подхода.\* Первый из них может быть условно назван качественным. Методологи-моделисты этого направления исходят из понятия модели и пытаются наполнить его содержанием, соответствующим использованию данного понятия в различных науках. Получается представление о модели, как о приблизительной копии или образе оригинала. Остается лишь определить характер и степень сходства модели и оригинала. Уместно различать «широкий» и «узкий» варианты качественного подхода. Представители первого трактуют требование сходства предельно широко. Например, видный советский математик Н. Н. Моисеев [2, с. 98] пишет, что термину «модель» «... будет придаваться предельно широкий смысл относительной истины, отражающей с определенной точностью те или иные аспекты реальности и зафиксированной в символах любого языка».\*\* Ясно, что сторонники такого рода определения включают в понятие «модель» все основные категории методологии науки, относящиеся к формам знания.

Главным представителем «узкого» варианта качественного подхода можно считать В. А. Штоффа. Характерно, что в свое определение модели [3, с. 19] он включает признак, который «отображает или воспроизводит объект исследования». Это прежде всего отображение структурное, пространственное. Логико-математические модели (т. е. формализмы в роли моделей) возможны, с его точки зрения, только в логике и математике, а не в эмпирических науках. Моделями не являются:

- 1) теория, даже недостаточно разработанная;
- 2) любая количественная теория, математическая схема, математическое описание (часто встречающиеся в экономике, биологии, психологии);
- 3) формальная или формализованная система (в частности, в логике) [3, с. 10—12].

«Модель не теория, а то, что описывается данной теорией — своеобразный предмет данной теории», — резюмирует свой анализ В. А. Штофф [3, с. 9].

«Узкий» вариант качественного подхода правомерен и при истолковании модели в социальных науках. Е. В. Каракозова [4, с. 90] пишет, что мысленная модель в социологии в силу специфики объектов изуче-

\* Впервые обратили внимание на два подхода к понятию модели О. В. Лапшин и О. М. Сицивица. В статье «Эвристическая функция модели» («Философские науки», 1966, № 3, 45—50) эти подходы охарактеризованы соответственно как признающий основным свойством модели ее аналогию с оригиналом и как делающий упор на ее функцию в познании.

\*\* Хотя это определение взято из работы, не посвященной специально гносеологии моделирования, оно, по нашему мнению, хорошо иллюстрирует «широкий» качественный подход к понятию модели.



ния (в большинстве случаев) не имеет наглядно-чувствительного выражения, а формулируется как некоторая идеальная конструкция, схема. «Модель-идеализация — это и исходный момент исследования, и средство познания, и концентрированное выражение теории определенного уровня, и средство интерпретации формализованной теории . . . , и промежуточное звено между теорией и практикой». Это описание можно принять как итог концепции модели, развиваемой В. А. Штоффом.

Другой подход можно назвать ситуативным. Здесь отправной точкой является второй член пары «модель—моделирование», т. е. считается, что вне ситуации моделирования не существует и модели.

В настоящее время ситуативная концепция модели еще недостаточно развита. Имеются лишь несколько статей на эту тему, а также отдельные высказывания в работах, специально не посвященных определению понятия модели или даже развивающих, в основном, концепции другого толка.

Ситуативный подход выражается у одних авторов в характеристике прежде всего знаковых моделей: «Знаковая система лишь в том случае становится моделью, если она становится предметом исследования, если в ее пределах и ее средствами решаются задачи, значение и смысл которых лежат за пределами данной знаковой системы» [5, с. 101; разрядка наша — Ю. К., А. К.]. Ситуативный смысл имеет и следующее утверждение Л. О. Вальта: «Наличие изоморфного на определенном уровне соответствия двух объектов — объективная предпосылка того, чтобы один из них мог выступать в качестве модели другого; но этот объект будет моделью лишь в той мере, в какой он будет включен в ход познания как особый «квазиобъект», исследуемый с целью получения информации о другом объекте» [6, с. 41]. В таком же духе пишет А. Н. Кочергин с соавторами [7, с. 46]: «Моделью мы можем считать все, что используем в качестве модели. Моделей как таковых не существует, моделями становятся объекты, функционирующие в познании в качестве моделей». Подытожить такое истолкование можно высказыванием В. Е. Никифорова [8, с. 66]: «Свойство быть моделью — это функциональное, а не структурное или субстратное свойство».

Естественно, что не все концепции модели чисто «качественные» или чисто «ситуативные», имеются и какие-то промежуточные. Так, например, И. Б. Новик [9, с. 42] и К. Е. Морозов [10, с. 40] определяют модель как объект, способный замещать оригинал в процессе исследования последнего.

Так как допустимая степень сходства или соответствия модели и оригинала, в их понимании, может быть очень разной, то эти определения охватывают и теории и формальные описания, поскольку последние могут выступать заместителями самих объектов исследования. Для различения модели и теории И. Б. Новик использует дополнительный критерий: модель есть средство, по отношению к которому научная теория выступает как цель, как своего рода предтеория [9, с. 68]. Таким образом, данный промежуточный подход в своей глубинной основе примыкает к «широкому» варианту качественного подхода.

Итак, при качественном подходе утверждается, что существует специальный класс объектов, которые именуются моделями. Они остаются моделями и вне ситуации моделирования. При ситуативном же подходе утверждается, что модели существуют только в ситуации моделирования. Более значительный вклад в методологию науки внесли, несомненно, В. А. Штофф, И. Б. Новик, К. Е. Морозов и другие представители качественного направления. При этом характерно, что «широкий» вариант качественного подхода не дал конструктивной научной продукции в виде развитой обобщенной концепции о моделировании. Это вполне естест-



венно, так как такой путь ведет к включению в понятие «модель» всех форм научного знания, независимо от наличия или отсутствия ситуации моделирования. Тем не менее разработки более частного характера в рамках названного подхода вполне возможны. Об этом свидетельствует обстоятельное изучение К. Е. Морозовым математического и И. Б. Новиком кибернетического моделирования. В. А. Штофф, ведущий теоретик «узкого» варианта качественного подхода, разработал и обобщенную концепцию модели, но, как нам представляется, в силу избранной им исходной позиции у него получилась лишь концепция о роли материальных и идеальных наглядных моделей в познании.

Не углубляясь в рассуждения о том, почему ситуативная концепция модели не получила дальнейшего развития, попытаемся выдвинуть аргументы в ее пользу. При этом будем сравнивать концептуальные возможности ситуативного и «узкого» качественного подхода.

С точки зрения ситуативного подхода моделью может быть любой объект в ситуации замещения им другого объекта.

В случае же «узкого» качественного подхода отрицается существование логико-математических моделей в эмпирических науках. Если нет моделей, нет и моделирования. Как в таком случае поступать с «имитационными математическими моделями», которые в течение последнего десятилетия стали самыми перспективными познавательными средствами в науках, изучающих сложные системы [11, с. 293; 12, с. 9]. «Имитационная модель — формализованное описание в ЭВМ изучаемого явления во всей его полноте на грани нашего понимания» [13, с. 6]. Таким образом, имитационные модели, с точки зрения В. А. Штоффа, попадают в категорию «немодельей»: они — формализованные описания. Но эти «немодельные» образования используются в науке в соответствии с общепризнанной структурой моделирования. Они строятся для определенного класса реальных систем (чаще всего для одной конкретной системы), исследуются как заместители реальных систем, и результаты исследования переносятся на реальные системы. Наиболее характерной чертой имитационного моделирования является исследование модели в основном не средствами математического анализа, а путем численного расчета хода интересующих исследователя величин (в частности на ЭВМ) [11, с. 294], «прогона» [14, с. 23] или «проигрывания» модели [12, с. 6].

Конкретным примером имитационного моделирования может служить исследование глобальной системы «атмосфера — растительность — почва», выполненное А. М. Тарко [15]. Им была составлена, математически проанализирована и подвергнута численным экспериментам модель круговорота углерода в этой системе. Было выявлено, что растительность выступает «буфером», поглощающим значительную часть выбрасываемого человеком в атмосферу углекислого газа. В 1860—1970 гг. она реально поглотила примерно 18—34% двуокиси углерода, продуцируемой человеком.

Ситуация моделирования возникает, на наш взгляд, и тогда, когда формализованное описание какого-либо явления (могущее иметь или не иметь статус теоретического знания) изучается аналитически, а полученные чисто математические результаты переносятся на исследуемый объект. Так, при анализе одной математико-генетической модели популяции можно прийти к выводу, что при определенных условиях (резко дискретная смена поколений, нехватка ресурсов для жизни) «волны жизни» — колебания численности популяций — могут возникать не только вследствие взаимодействия данной популяции с другими или с условиями внешней среды, но и вследствие внутривидовых биологических механизмов [16].

Таким образом, если мы не желаем признавать существования моделирования без модели, целесообразно отказаться от «узкого» качествен-



ного подхода к понятию «модель». Если же теперь вернуться на позиции «широкого» качественного подхода, то мы заслужим справедливую критику со стороны В. А. Штоффа, который пишет [3, с. 13]: «С гносеологической точки зрения неудовлетворительность такого положения, когда с термином «модель» связываются значения гипотетической теории, количественной теории (математической схемы, математического описания), формальной системы (формализма), состоит в том, что такое словупотребление не вызывает никаких новых гносеологических проблем, которые были бы специфичны для модели и не возникали бы в связи с анализом познавательной роли теории вообще, гипотезы, логических и математических формализмов и других форм отражения действительности».

На наш взгляд, позитивным решением здесь является только признание ситуативной природы понятия «модель». В этом случае мы не злоупотребляем понятием модели, не используем его в качестве синонима других методологических понятий, а используем его для выделения четко фиксированного аспекта научно-познавательной деятельности, опосредованного изучения интересующего нас объекта при помощи его заместителя — метода моделирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вальт Л. О. Познавательное значение модельных представлений в физике. — Учен. зап. Тартуск. ун-та. Вып. 153. Тр. по философии VIII. Тарту, 1964, с. 1—136.
2. Моисеев Н. Н. Системный анализ динамических процессов биосферы. Системный анализ и математические модели. — Вестн. АН СССР, 1979, № 1, с. 97—108.
3. Штофф В. А. Моделирование и философия. М.—Л., 1966.
4. Каракозова Е. В. Мысленная модель в структуре социального познания. — В кн.: Проблемы методологии науки и научного творчества. Л., 1977, с. 86—100.
5. Глинский Б. А., Грязнов Б. С., Дынин Б. С., Никитин Е. П. Моделирование как метод научного исследования. (Гносеологический анализ). М., 1965.
6. Вальт Л. О. Проблема адекватности модели в свете ленинской теории отражения. — Учен. зап. Тартуск. ун-та. Вып. 269. Тр. по философии XIV. Тарту, 1970, с. 36—47.
7. Кочергин А. Н., Федоров М. Г., Яровикова Р. Т. Роль классификации в уточнении понятия модели. — Науч. тр. Новосиб. пед. ин-та. Вып. 84. Методология и логика научного познания. Новосибирск, 1973, с. 44—49.
8. Никифоров В. Е. Методы унификации термина «модель» и выработка обобщенного определения моделирования. — В кн.: Вопросы теории познания диалектического материализма. Вып. 2. Рига, 1976, с. 60—79.
9. Новик И. Б. О моделировании сложных систем. М., 1965.
10. Морозов К. Е. Математическое моделирование в научном познании. М., 1969.
11. Анохин Ю. А., Остромогильский А. X. Некоторые вопросы математического моделирования взаимодействия хозяйственной деятельности человека и окружающей среды. — В кн.: Проблемы оптимизации в экологии. М., 1978, с. 291—308.
12. Адлер Ю. П., Варыгин В. Н. Планирование имитационных экспериментов. — В кн.: Дж. Клейнен. Статистические методы в имитационном моделировании. Вып. 1. М., 1978, с. 5—11.
13. Моисеев Н. Н. Предисловие к русскому изданию. — В кн.: Т. Нейлор. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. М., 1975, с. 5—8.
14. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука. М., 1978.
15. Тарко А. М. Математическое моделирование глобального биогеохимического цикла углерода. — В кн.: Математические модели в экологии и генетике. М., 1981, с. 75—81.
16. Фрисман Е. Я. Об одном эволюционном механизме возникновения колебаний численности популяции. — В кн.: Математическое моделирование экологических свойств популяций. Владивосток, 1980, с. 21—25.

Кафедра философии  
Академии наук Эстонской ССР  
Институт истории  
Академии наук Эстонской ССР

Представил Г. Наан

Поступила в редакцию  
20/X 1982



## MUDELI MÕISTE TEADUSE METODOLOOGIAS

Kuigi mudeli defineerimisel on nõukogude metodoloogid põhiliselt üksmeelsed, võivad väliselt sarnaste definitsioonide taga peituda täiesti erinevad interpretatsioonid. See-pärast on eri autorite vaadete võrdlemiseks ja nende uurimistulemuste loogiliselt järje-kindlaks sünteesiks tarvis välja selgitada, mis tähenduses nad kasutavad terminit «mudel».

Nõukogude metodoloogiakirjanduses võib eristada kaht peamist tõlgendusviisi: kvalitatiivset ja situatiivset. Esimese pooldajate vaadete kohaselt eksisteerib eriline kvalitatiivsetelt omapärane objektide klass (mudelid) sõltumatult sellest, kas nende abil parajasti modelleeritakse või ei. Kvalitatiivse lähenemisviisi raames võib mudeleiks peetavate objektide klassi mahust sõltuvalt eristada veel nn. laiemat ja kitsamat varianti. Laiema variandi puhul peetakse mudeleiks kõiki originaalile sarnaseid objekte, mis võivad teda tunnetusprotsessis ajutiselt asendada. Kitsama variandi puhul piirab mudelelite klassi rida erinõudeid (näitlikkus, struktuurne sarnasus jt.).

Situatiivse lähenemisviisi järgi ei ole mudelite klass kvalitatiivsetelt piiratud, mudelelina esinevad objektid vaid modelleerimissituatsioonid.

Kvalitatiivse lähenemise laiem variant ei saa anda terviklikku modelleerimiskontseptsiooni, sest «mudel» on paljude teiste metodoloogia põhimõistete (teooria, hüpotees, formalism jt.) sünonüüm. Kvalitatiivse lähenemise kitsam variant aga ignoreerib loogilis-matemaatilisi mudeleid empiirilistes teadustes, sest formalismid ei vasta näitlikkuse ja originaalile struktuurse sarnasuse kriteeriumidele. Perspektiivsem on situatiivse lähenemisviisi arendamine, kus mudeli mõiste ei ole lihtsalt muude metodoloogiamõistete sünonüüm, vaid iseloomustab objektide teatud kindlat funktsioneerimisviisi teaduslikus tunnetuses.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
filosoofiakateeder ja  
Ajaloos Instituut*

Toimetusse saanud  
20. X 1982

Ülo KAEVATS, Aado KESKPAIK

## THE CONCEPT OF MODEL IN THE METHODOLOGY OF SCIENCE

Despite a remarkable unity the Soviet methodologists have achieved in defining the concept of model, these definitions can be interpreted quite differently. Thus it is necessary to clarify in what meaning the term «model» has been used by different authors, compare their views and reach a consistent synthesis of their results of research.

Two basic approaches in the interpretation of the term «model» can be distinguished in Soviet methodological literature: the «qualitative» and the «situational» one. The representatives of the first conception assert that models exist as a qualitatively specific class of objects. They exist independently of their actual use or non-use in modelling. Within the limits of the qualitative approach, the «wide» and the «narrow» modifications can be distinguished. In case of the wide modification, all objects that can provisionally substitute the original objects in scientific research are conceived as models. In case of a narrow modification, the class of models is restricted by some more special criteria — e. g. of their visibility, structural similarity to the original objects.

According to the situational approach the class of models is not qualitatively limited. A model is any object when used in modelling as a model.

The wide modification of the qualitative approach to the term «model» cannot serve as a basis for a developed conception of modelling because the term is used simply as a synonym for a number of methodological concepts (theory, hypothesis, formalism, gnoseological image, etc.). The narrow modification ignores logical and mathematical models in empirical science because formalisms are not structurally similar to the original objects. The most prospective approach to the concept of model is the situational one. In that case the term «model» is not simply a synonym for some other methodological terms but it is a reflection of a specific kind of functioning of objects in scientific cognition.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Chair of Philosophy and  
Institute of History*

Received  
Oct. 20, 1982