

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Изд.–во «Мысль» Москва, 1968, стр. 136–151.

**Н. Д. Ньюберг**

## О ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Статья доработана М.С.Смирновым – старшим научным сотрудником лаборатории сенсорных систем Института проблем передачи информации АН СССР, которой руководил Н. Д. Ньюберг).

Целью работы является не описание каких-либо новых результатов, но лишь рассмотрение вопросов известных, и в первую очередь тех, ответы на которые обычно «сами собой разумеются», но не формулируются в явном виде.

Процесс научного познания часто протекает по следующей схеме. Наблюдается поведение изучаемого объекта; высказывается гипотеза о причине, т.е. о совокупности определенных – существенных – свойств объекта и определенных внешних обстоятельствах, воспроизведение которых обеспечивает именно такое поведение объекта. Для проверки гипотезы создают модель объекта, т. е. *систему, неотличимую от моделируемого объекта в отношении некоторых свойств, почитаемых «существенными», и отличную от него по другим свойствам – «несущественным»*. Затем модель помещают в соответствующую обстановку, и если поведение модели оказывается таким же, каким было поведение объекта, то это считают доказательством истинности гипотезы или по крайней мере доводом в ее пользу. Существенное же различие поведения модели и объекта доказывает ошибочность гипотезы.

Слова, выделенные курсивом, мы будем считать определением понятия «модель». В дальнейшем это определение будет уточнено. Сейчас же для нас главное-подчеркнуть, что его вторая часть не менее важна, чем первая: «несущественные» свойства модели и объекта *должны* быть различны. Разъяснению необходимости этого требования и будет посвящена большая часть статьи.

Моделирование предполагает предварительно какое-то описание моделируемого объекта. Поэтому следует сказать несколько слов об описании наблюдений. Надо заметить, что все научные рассуждения, строго говоря, имеют дело не непосредственно с фактами, а только с высказываниями, отображающими факты и представляющими собой описания наблюдений, уже проведенных или предсказываемых. Что значит утверждение: «описание соответствует факту»? Должно ли оно быть исчерпывающим? Никоем образом. Всех вообще свойств объекта ни наблюдать, ни описать невозможно. Всякое описание или высказывание неполно: оно упоминает только некоторые обстоятельства и опускает другие. Какие же обстоятельства должны быть упомянуты, а какие могут или должны быть опущены? В самом общем случае ни про один признак нельзя сказать, что он *всегда* существенный или *всегда* несущественный. Этот вопрос может быть решен только после предварительного задания определенной *цели* описания.

Цель описания – предсказать с максимальной вероятностью исход каких-то других, обычно еще не проделанных экспериментов. Предсказание также является описанием и неизбежно неполно. Существенны те признаки, которые изменяют описание исхода; несущественны те, которые его не меняют. Цель предсказания может сильно варьировать. Поэтому один и тот же признак того же объекта может оказаться существенным в одной группе задач и несущественным в другой.

Неполноту высказывания обычно считают пусть неизбежным, но все же дефектом описания. Полагают, что, чем подробнее описание, тем оно лучше. Но это совсем неверно. Отсутствие в описании элементов несущественных не менее важно, чем присутствие всех существенных. Для высказывания важна не только его информативность, но и общность, а всякое обобщение состоит в отбрасывании того, что несущественно для данной цели или для данной группы задач. Чем меньше признаков оказываются существенными и упоминаются в описании, тем шире круг задач, тем чаще высказывание может быть использовано. Исчерпывающе полное описание, если бы даже оно было возможным в каком-то ограниченном смысле, оказалось бы абсолютно бесполезным, так как ничто не повторяется дважды в точности.

Включение в описание возможно большего числа признаков связано со стремлением обеспечить достаточность системы признаков, не обращая внимания на то, все ли они необходимы. Этим удовлетворяется (пусть даже с ненужными ограничениями) желание предсказать или обеспечить определенный исход эксперимента. Однако для вскрытия *причин* явлений особенно важна проверка *необходимости* вводимых параметров. Именно этим ха-

рактируется вид знаний, который называется наукой.

Шаманы и знахари, например, часто применяют полезные травы, излечивающие определенные болезни, но сопровождают лечение заговорами, молитвами и другими колдовскими действиями. Цель при этом нередко достигается, так как прием трав обеспечивает достаточность всей системы лечения в целом. Но в истолковании причин делается ошибка. Скажем, знахари видят в успехе лечения доказательство правильности «теории» и важности магических представлений. Лечение теми же травами становится научным только после исключения из знахарских «теорий» всего несущественного. Только путем выделения *необходимых* параметров выясняются причины излечения и проверяется истинность теории.

История развития знаний показывает, что невключение даже некоторых существенных признаков в число оговариваемых часто мало вредит развитию науки, тогда как включение несущественных обычно оказывается недопустимым. Квантовая механика дополнила механику Ньютона новыми существенными параметрами, но не отвергла ее как науку. Медицина же, исключив заклинания как условие несущественное, одновременно решительно отвергла знахарство, хотя и использует травы, введенные в употребление знахарями.

Требование информативности, т. е. возможно большего количества сведений об объекте, и общность высказывания антагонистичны. Это по существу старый тезис формальной логики относительно объема и содержания понятия. Чем больше объем понятия (общность высказывания), тем меньше его содержание (количество сведений, которыми оно определяется). Поэтому при описании, как и при моделировании, требуется, чтобы в описание включалось или сознательно вводилось в модель все существенное для поставленной цели и исключалось все, что для этой цели несущественно.

Легко заметить аналогию между любым описанием, удовлетворяющим этому требованию, и моделью (как она была определена выше). Точнее, описание модели и описание самого объекта тождественны во всех тех случаях, когда модель удачно решает задачи, для которых ее создавали, т. е. хорошо воспроизводит заданные аспекты поведения объекта, а цели обоих описаний – отразить именно эти аспекты.

Имея в виду эту тесную связь, мы в дальнейшем часто будем говорить сразу и о моделях и об описаниях.

Как отмечено выше, ученый, пытающийся осмыслить наблюдаемые факты, оперирует не самими фактами, а лишь высказываниями о них. Поэтому важнейшим является вопрос о том, что означает «описание соответствует наблюдению» и как это проверить. Это в сущности вопрос о том, какое высказывание следует считать истинным, а какое ошибочным.

Когда проведено описание объекта или создана его модель, то какие-то параметры, свойства объекта оговорены в описании или сознательно воспроизведены в модели, а остальные не упомянуты или не введены. Этого «остального» всегда очень много. Проблема соответствия описания или модели объекту – это вопрос о том, не оказалось ли чего-либо существенного среди того, что не включено в описание, и не введено ли в описание чего-либо несущественного. (Подразумевается, что в описании нет существенно ложного).

Этот вопрос неразрешим, пока не сформулирована цель. Но тогда возникает недоумение: следовательно, истинность высказывания зависит от того, какая поставлена цель? Да, это действительно так. В этом и заключается относительность высказываемых нами истин. Но это ничуть не подрывает их объективности, если описание содержит все существенное и не содержит ничего несущественного для определенной, четко сформулированной цели. Проверка соответствия описания наблюдению – это проверка объективности описания, а не его исчерпывающей полноты. Как же проверяют соответствие описания наблюдениям в естественных науках?

Для такой проверки могут служить модели: словесные, математические, материальные. Проверка соответствия описания наблюдению – одна из важнейших функций модели. Она состоит в проверке соответствия поведения модели поведению объекта в определенных условиях или для определенной группы задач. При этом цель, заданная в виде описания исхода, в определенной группе задач, расшифровывается в виде перечня параметров, существенных и несущественных для данной цели.

Одним из простейших способов проверки полноты описания является «воспроизводимость эксперимента». Многократно повторяется «тот же самый» эксперимент, и при этом требуется, чтобы воспроизводился исход. Эксперимент, тот же самый во всех вообще отношениях, никогда не может быть повторен дважды. Но мы считаем, что эксперимент является тем же самым, если контролируются и остаются в пределах допусков те параметры, которые оговорены в

проверяемом высказывании как существенные для исхода. Если при многократном повторении, понимаемом в этом смысле, исход воспроизводится в пределах оговоренной точности, то описание эксперимента считается достаточно полным, включающим все параметры, существенные для данной цели, а высказывание – истинным.

В какой мере такое заключение представляется обоснованным и на что оно опирается? Требование воспроизводимости опирается, как нам кажется, на представление о том, что все параметры, не включенные в описание и не контролируемые, при повторных опытах будут случайно варьировать в широких пределах. Поэтому если какой-нибудь параметр, существенный для исхода, окажется неоговоренным и неконтролируемым, то, принимая разные значения, этот параметр будет влиять на исход и нарушит воспроизводимость. *В той мере*, в какой есть уверенность, что при повторении опытов параметры не предусмотренные, но *могущие оказаться существенными*, при повторении опытов не останутся неизменными, воспроизводимость может служить свидетельством, что все существенное оговорено. Таким же образом необходимо проверять и «не избыточно ли описание». Для этого требуются вариации каждого из предположительно существенных параметров.

Аналогичную роль могут выполнять модели, если есть достаточная уверенность, что никакие параметры, не введенные в модель сознательно, у модели и объекта не могут быть сходными. Тогда сходство поведения объекта и модели, в предусмотренных и оговоренных условиях, может служить свидетельством, что свойствами объекта, сознательно введенными в модель, определяется рассматриваемое поведение объекта. Для обеспечения надежности такого вывода особенно важно, чтобы при проверке воспроизводимости предположительно несущественные параметры возможно шире варьировали, а модель по этим неоговоренным параметрам максимально отличалась от объекта. Во всем, что считается несущественным, модель *должна возможно сильнее отличаться от объекта*.

Предположим, что принятые меры недостаточны и оказалось, что в модели случайно воспроизведены свойства объекта, не введенные в модель сознательно, и среди них оказалось свойство, существенное для поведения объекта, но ошибочно пропущенное в описании. Поведение объекта и модели в этом случае будет совпадать, и конструктор модели сделает ошибочный вывод о том, что свойствами, перечисленными а описании, сознательно промоделированными, исчерпываются все свойства, существенные для данной цели. Надежность проверки гипотезы на модели непосредственно связана с надежностью невоспроизведения в модели существенных свойств объекта, помимо введенных сознательно.

Невоспроизведение в модели того, что не предусмотрено, – задача не легкая, так как свойства, которые не должны быть воспроизведены, по большей части неизвестны. Иначе это легко было бы оговорить сознательно. Особенно трудно это сделать при создании моделей материальных, которые обладают бесчисленным множеством своих собственных свойств. Поэтому наиболее эффективны модели, в которых вместо копирования существенных свойств объекта *устанавливается только система взаимно-однозначных соответствий между параметрами, формами работы и исходом для объекта, с одной стороны, и для модели - с другой* (отметим сразу, что последняя фраза подразумевает более широкое определение понятия «модель», чем данное в начале статьи. Каково это новое определение, ясно из слов, выделенных курсивом). Таковы, например, все математические модели, которые, можно сказать, вообще не обладают никакими непредусмотренными свойствами (точнее, все свойства математической модели являются необходимыми следствиями предусмотренных, явно оговоренных свойств. Но эти следствия могут долго оставаться недоступными пониманию.), поскольку все не оговоренное не имеет в таких моделях смысла. Ведь несходство элементов, из которых состоят модель и объект, дает хорошую гарантию от случайного воспроизведения в модели свойств объекта, считаемых несущественными для данной цели. А соответствующие элементы объекта и математической модели ни в каком смысле не похожи друг на друга. Так например, запись функциональной зависимости «не похожа» на графическое изображение той же зависимости или на те физические процессы, которые ими описывают. «Сходство» заключается только в наличии системы однозначных соответствий.

До сих пор мы говорили о требованиях к моделям при их использовании для проверки теорий или гипотез, т. е. для проверки соответствия описания наблюдению. Другая функция подобных моделей – «предсказание далеких следствий». В тех случаях, когда соответствие описания объекту уже не вызывает сомнений, модель, построенная по этому описанию, часто используется для отыскания далеких, но неизбежных следствий существенных свойств объекта. Эти следствия всегда могут быть получены чисто логическим путем. Однако модель часто позволяет сделать то же самое без умственного напряжения и гораздо быстрее. Так используются графические расчеты, вычисления на ЭВМ и т. п. Требования к модели здесь те же, что и в предыдущем случае, – воспроизведение всего существенного и максимальное несходство во всем, не оговоренном в

описании, следствия которого ищутся.

Наконец, укажем на еще один вид моделирования. Это модели-макеты. Примером их могут быть модели гидростанций в уменьшенных размерах или модели самолетов, продуваемые в аэродинамической трубе, и т. п. Если в моделях описанного выше типа воспроизводится ограниченное количество существенных признаков, а несущественные не оговариваются, то в моделях-макетах допускается отличие от объекта по некоторым существенным признакам, влияние которых достоверно известно и может быть учтено расчетом. Во всем остальном модель-макет по возможности материально повторяет объект. Так, в модели гидростанции тщательно воспроизводят форму русла, всех намечаемых конструкций, может быть, даже коэффициенты трения, пускают настоящую воду и т. п. В основном такая модель гидростанции отличается от самой станции только размерами и другими параметрами, влияние которых известно. Опыт на такой модели аналогичен исследованию объекта в более удобной обстановке.

О моделях-макетах мы больше говорить не будем. Для всех же прочих моделей возможно большее несходство с объектом во всем, кроме немногих оговоренных параметров, является важнейшим требованием. Но из этого следует, что и для наших органов чувств модель должна быть по возможности не похожей на объект.

Теперь пора обратить внимание читателя на следующие обстоятельства. Математические модели – это тоже модели. С другой стороны, они же являются просто хорошими описаниями. И раз описания и модели не только всегда тесно связаны, но иногда и просто неразличимы, то не следует ли из этого, что описание нужно составлять так, чтобы при знакомстве с ним не возникало никаких излишних ассоциаций, чтобы описание ничем не напоминало объект, кроме как явно оговоренными параметрами? Далее мы постараемся показать, что это действительно так. Во многих случаях верно парадоксальное утверждение: *описание должно избегать наглядности*. Чтобы его пояснить, нам придется обратиться к рассмотрению гораздо более общего вопроса.

При описании наблюдений, как говорилось, производится разделение признаков на существенные и несущественные: предположительно существенные упоминаются, остальные опускаются. Но откуда берется тот первичный набор признаков, из которых производится выбор? Никакое свойство объекта не может попасть в описание, если о нем нам не сообщили органы чувств – эти первичные датчики в процессе познания. Набор органов чувств не случаен. Он определился тем, какие именно свойства внешнего мира, в котором протекала эволюция, оказались существенными для сохранения вида и какие несущественными. Первые сохранялись в «генетической памяти» в виде органов чувств и строения организма, вторые «не запоминались».

Для каждого отдельного организма существует «цель» – сохранение собственного существования, только частично совпадающая с «целью» сохранения вида. В соответствии с этим на филогенетический опыт накладывается индивидуальный, онтогенетический опыт отдельного индивида. Это – гибкая система целого набора алгоритмов, включаемых для решения разнообразных частных задач, на которые распадается задача сохранения индивида в меняющейся обстановке. К подобным задачам относятся и стоящие перед наукой. Определенные, по преимуществу физические, задачи способствовали созданию измерительных приборов (аналогов органов чувств) и введению соответствующих величин – существенных параметров, в которых в науке привыкли описывать наблюдения. В соответствии с этим у людей, занимающихся решением определенных задач, накапливается в памяти свой профессиональный опыт. Почти весь этот опыт хранится в памяти бессознательно, и даже те выводы, которые первоначально были сформулированы сознательно, часто затем «спускаются» в подсознание и используются автоматически.

Как только человек начинает описывать или даже только осознавать наблюдение, он неизбежно что-то из наблюденного упоминает или замечает в первую очередь, а что-то опускает. Этот отбор опирается на то, что человек видел или ощущал и что сохранилось в его памяти. То, что в прошлом опыте оказалось или показалось существенным, вероятнее всего, будет отмечено и в новом наблюдении. Чем более сходной кажется настоящая ситуация со знакомыми из прошлого опыта, тем увереннее будет отобран набор признаков, входящих в описание. Сходство ситуаций в первую очередь определяется сходством реакций органов чувств. Поэтому в этом первичном отборе участвует и личный, онтогенетический опыт и наследственный, филогенетический.

При описании наблюдений, как и при моделировании, количество отбрасываемых параметров неисчислимо велико по сравнению с выделяемыми в качестве существенных. Оно есть результат огромного перебора, колоссального объема «памяти», накопленного за тот огромный промежуток времени, пока существовала жизнь на земле; это результат перебора, проходившего параллельно на миллиардах отдельных особей в течение миллиардов лет. Каждый экспериментатор и при постановке опыта, и при отборе регистрируемых параметров сознательно, а преимущественно бессознательно использует этот огромный материал, хранящийся в памяти. Окончательный отбор признаков, существенных для решаемой задачи, производимый путем умозаключений, имеет дело с перебором в пределах ограниченного множества. Поэтому информацию, которую дает

проделанная экспериментальная работа для определенных выводов, можно сравнить с работой реле, когда при малой затрате энергии управляют большими мощностями. Таким образом, эксперимент не является основным источником информации об объекте, а в процессе формирования высказывания освобождает и управляет огромной информацией, накопленной в памяти экспериментатора.

При этом надо заметить, что упомянутый огромный опыт, в особенности филогенетический, отбирался по определенному признаку или, как говорят, «для определенной цели» – сохранения вида. Это требовало решения огромного числа задач в разнообразной обстановке. Отсюда и потребность в огромном запасе памяти. Но в отдельных частных случаях, например при научных исследованиях, решается гораздо более узкий круг задач, т. е. ставится иная, более узкая цель. Это меняет понятия о существенном и несущественном, сокращая число существенных параметров. Здесь особенно большую роль играет индивидуальный, в частности профессиональный, опыт, который часто позволяет автоматически или почти автоматически отбрасывать параметры, существенные для других задач, но несущественные в пределах данной группы.

\* \* \*

Многие биологи с опаской взирают на вторжение математических методов в науки, именуемые описательными. Они боятся признания описательных наук бесполезными. Подобные опасения необоснованны. Чтобы математические методы или методы моделирования принесли успех, необходимы не только данные, сформулированные явно, но и тот подсознательный опыт, специфичный для данной области, который в огромном количестве накоплен представителями соответствующих отраслей знания. Этот опыт не представлен в виде, подготовленном для его введения в машину, он не формализован. В таком неформализованном виде он питает интуицию, без которой и математика не обходится. Бесполезно моделировать только то, что в биологии уже формализовано, отбрасывая все остальное. Математикам не следует заставлять самих биологов формализовать свои утверждения. Тот из математиков, кто хочет принести настоящую пользу биологии, должен сам настолько усвоить накопленный в этой области опыт, чтобы быть в состоянии его формализовать.

Источником интуиции, которая играет столь важную роль, в любом исследовании, является, как мы уже говорили, хранимый в памяти опыт, но остающийся в большей своей части вне сознания. Интуиция проявляется в том, что огромное количество разнообразных обстоятельств не упоминается в описании наблюдаемых явлений, хотя наблюдатель способен заметить их. Они отбрасываются, так как их несущественность для решаемой задачи представляется само собой разумеющейся. Нет возможности оценить объем информации, который содержится в том, что «разумеется само собой». Но он громаден! Важность этого момента удобно проиллюстрировать на легенде об обезьяньей лапе, о которой упоминает Н. Винер в книге «Творец и робот». Волшебная лапа точно выполняет три пожелания, высказанные ее обладателем, но так, что приносит только горе.

За счет чего это происходит? Злой дух, связанный с обезьяньей лапой, обязан точно соблюдать все условия, явно оговоренные в пожелании. Во всем остальном он поступает по собственному усмотрению. Он пользуется тем, что любое высказывание, неизбежно неполно, и не упоминает не только несущественные обстоятельства, но и весьма существенные, однако само собой разумеющиеся. Обезьянья лапа, трактуя эти само собой разумеющиеся, но не указанные обстоятельства как несущественные, распоряжается ими злостно, и выполнение желания превращается в несчастье (Например, в легенде обладатель лапы говорит: «Хочу получить 200 фунтов стерлингов». Через два часа в дом входит представитель фирмы, в которой работает сын хозяина лапы, и сообщает: «Ваш сын только что погиб по собственной небрежности, фирма не несет ответственности, но как знак соболезнования семье погибшего передает Вам 200 фунтов стерлингов»). Никакие оговорки не могут предотвратить этого, так как любое высказывание неизбежно апеллирует к подсознательному жизненному опыту, и само понимание слушателем говорящего возможно только в меру общности их жизненного опыта, т. е. той информации, которая бессознательно хранится в памяти каждого.

Здесь своевременно внести поправку в определение понятия модели, данное вначале. Не все параметры, не введенные в модель сознательно или не оговоренные в высказывании (описании эксперимента), несущественны для предсказания исхода. Не оговариваются также и очень существенные обстоятельства, которые сами собой разумеются, т. е. параметры, относительно которых есть уверенность, что они остаются неизменными во всех мыслимых случаях использования данной модели или данного высказывания. Без того, что само собой разумеется, невозможно понимание никакого высказывания. Возьмите, например, развитие физики. Классическая физика опиралась на ряд само собой разумеющихся положений – законов природы, которые казались неизменными всегда. Но приобретенный наукой новый опыт поставил это «всегда» под сомнение. Он не отверг законов классической физики, а только указал новые

параметры, которые не оговаривались прежде ввиду их неизменности в классических задачах, но которые при расширении круга решаемых задач оказались переменными и существенными.

Другую иллюстрацию неизбежности апелляции к тому, что само собой разумеется, т. е. к жизненному опыту, представляют собой аксиоматики математических областей. Все эти области, помимо оговоренных аксиом, опираются на аксиомы арифметики, система которых, по теореме Гёделя, не может быть обоснована так, как это требуется для полных систем аксиом.

Теперь вернемся к рассмотрению соотношений между наглядными и формализованными описаниями. Наглядность описания достигается путем возможно более широкой апелляции к подсознательному жизненному опыту, его сила в том, что оно в неявном виде содержит большое количество информации, хранимой в памяти. Но большая часть этой информации не сформулирована в явном виде, она не осознается, а поэтому не может быть использована при логических операциях над высказываниями. Наглядные описания вызывают обильные ассоциации и этим дают материал для интуиции. При создании теорий и гипотез интуиция позволяет сформулировать в явном виде, что именно окажется существенным для решаемой задачи. Без этого не обходится ни одно описание наблюдений, ни одно формулирование гипотез! Интуитивные находки являются не логическими следствиями уже сформулированных высказываний, достоверность которых проверена, но лишь проявлением неосознанного опыта. А поэтому все то, что подсказано интуицией, само нуждается в экспериментальной проверке. (Интуиция влияет, кроме того, на непосредственное предсказание исхода на основании не до конца осознанных признаков; так, опытный моряк или пастух часто правильно предсказывает погоду, хотя и не может до конца объяснить, как он это делает. Интуиция может проявляться и непосредственно в целесообразных действиях). С этой точки зрения нетрудно понять, почему так важен специфический, профессиональный опыт в какой-то области, т. е. для определенной группы задач, для выделения в явном виде параметров, существенных именно для этих задач. Бессознательное и неоговоренное воспроизведение существенных параметров таит опасность ошибки при проверке гипотез.

Наглядные описания хороши тем, что несут много информации об объекте, хотя и не сформулированной в явном виде, но часто очень существенной. Но это же свойство наглядных описаний бывает очень опасным: если по наглядному описанию с целью проверки гипотезы строят модель, то очень велика вероятность неосознанного придания модели параметров объекта, существенных для исхода, но не оговоренных гипотезой или теорией в явном виде. Мы уже видели, как такие обстоятельства приводят к ошибочным выводам о правильности гипотезы, в действительности ложной. Примерами ошибок подобного рода полна история науки. Именно поэтому теоретики, и в первую очередь математики, боятся наглядности, стараясь излагать теории, *подлежащие проверке*, возможно более абстрактно и формально. Это многих возмущает, но напрасно, так как без этого надежная проверка теории невозможна.

Однако, как только проверка окончена и можно не сомневаться в истинности строгой формулировки, ей полезно придать наглядную форму. Это облегчит запоминание и дает новый материал для дальнейшей работы интуиции. Из разобранных свойств наглядных и формальных описаний следуют определенные рекомендации при построении моделей. Полезно строить модель из элементов, несходных с элементами объекта. Это повышает вероятность того, что в модели будут воспроизведены только явно оговоренные параметры объекта.

В последние годы многие увлекаются моделированием сложных, в частности биологических, систем, применяя моделирование «из несходных элементов», например на ЭВМ, и надеются, что на такой модели они смогут открыть новые свойства объекта, например определяющие его поведение в условиях, не предусмотренных при моделировании, или для задач, не предусмотренных поставленной целью. Эти работы нам кажутся совершенно бесперспективными. Дело в том, что вероятность решения с помощью правильно построенной модели задач, не предусмотренных при ее создании и несводимых к ним логически, должна считаться исключенной.

С этим утверждением многие, возможно, не согласятся. Поэтому остановимся на его обосновании, хотя это и будет по существу только перефразировкой уже сказанного. Решение моделью задачи, не имевшейся в виду в явном виде при создании модели, как правило, должно вести к выводу, что эта новая задача представляет собой следствие (может быть, и далекое, но неизбежное) задач, для которых делалась модель. Этот вывод будет истинным, если теория, положенная в основу модели, и отобранные на ее основе существенные параметры были не только достаточными, но и необходимыми. Если при создании модели заботились только о достаточности системы параметров, то работа модели будет подобна лечению болезни знахарем, когда эффект достигается, а теория ошибочна. Попытки исследовать на такой модели причинно-следственные связи в поведении объекта могут повести к самым грубым ошибкам.

Как это ни странно, многие увлеченные моделированием из несходных элементов (например, на ЭВМ) приходят в большой восторг, когда модель, сделанная для решения одних задач, решает задачи, для которых другими путями достоверно выяснена их независимость от исходных, хотя это доказывает, что в модели воспроизведены такие параметры объекта, которые *не необходимы* для предусмотренных задач. Это всегда плохо, потому что если параметры были явно оговорены в гипотезе о свойствах объекта и предполагались существенными, то результат свидетельствует об ошибочности гипотезы; если же эти параметры не были оговорены как существенные, то их не следовало воспроизводить в модели, а раз они в модели оказались, значит модель сделана не в соответствии с гипотезой.

Иногда говорят: «Давайте сделаем модель, воспроизводящую какой-то набор свойств объекта. Пусть этот набор свойств даже не будет следствием определенной теории поведения объекта, а только отражением того, что нам почему-то кажется важным и интересным. Затем исследуем модель по возможности подробно. Может быть, модель будет обладать интересными свойствами, которыми обладает и сам объект моделирования, но которые в объекте еще не открыты. Найдем их сначала в модели, а затем в объекте».

Что можно сказать о таких суждениях? Эвристическое значение подобных высказываний и попыток несомненно. Но не очень четкие суждения и высказывания, использующие в неявном виде подсознательную память (интуицию), не очень редко приводят к правильному предсказанию новых явлений; это только лишнее подтверждение богатства информации, хранимой в памяти бессознательно. Именно это мы имеем в виду, когда говорим, что эксперимент не столько несет новую информацию, сколько освобождает и переводит в сферу сознания информацию, хранимую в памяти. Однако нужно помнить, что факты, обнаруженные таким способом, становятся настоящей наукой только после того, как получают объяснение, т. е. сводятся к перечислению существенных, и только существенных, параметров в явном виде.

В заключение несколько слов о «мыслящих машинах». Возможно ли создание машин, мыслящих как человек, при решении сколь угодно широкого круга задач?

Человек, как и все живое, возник в конечном счете из неживого. То, что уже однажды произошло, может свершиться еще раз, и мышление, подобное человеческому, разовьется снова, начав свою эволюцию опять с неживых элементов. Весь вопрос в том, можно ли сделать это сознательно. Мы уже видели, до какой степени мышление человека, выражаемое в высказываниях, неизбежно связано с апелляцией к подсознанию, к тому, что «само собой разумеется». Для машины же ничего не разумеется само собой; для человека это понятие связано с его фило- и онтогенетическим опытом, которого у машины нет. (Машина – это та же «обезьянья лапа», только не такая преднамеренно злостная. Создать машину, мыслящую как человек, не менее трудно, чем так сформулировать пожелание, чтобы обезьянья лапа не могла его извратить. Ведь не помогают даже неформализованные высказывания вроде следующего: «Сделай так, чтобы я был доволен». Действительно, эта формулировка не запрещает применение «незаконных» средств: сокрытие от Вас всех неприятностей либо изменение Вашей же психики таким образом, что Вы начнете радоваться тому, что Вас ныне огорчает или возмущает, и так далее до бесконечности). Чтобы сознательно вложить в машину весь подсознательный опыт человека, необходимый для копирования машиной мышления человека, надо сначала перевести весь этот опыт в сознание. Эта задача столь трудоемкая, что сроки ее решения едва ли отличимы от того, что мы привыкли понимать под словом «никогда».

Кроме того, здесь есть и формальнологическое препятствие. Можно себе представить, что какой-то будущий человек сможет в явном виде сформулировать все то, что черпает в процессе мышления современный человек из своего подсознания. Но едва ли этот будущий человек будет лишен нового подсознательного опыта, не имеющегося у современного человека. Соответственно и его мышление должно быть в какой-то мере иным. Пусть он создаст машину, моделирующую мышление современного человека, но это уже не будет его собственным мышлением, мышлением современного ему человека. Поэтому, нам кажется, проблема мыслящей машины приводит логически к порочному кругу. Это общее соображение отнюдь не отвергает бесспорной возможности промоделировать на машине любую отдельно взятую и сформулированную в явном виде форму человеческого мышления. О таких конкретных машинах только и стоит говорить, оставив идею искусственных гомункулусов гетевскому Вагнеру и другим алхимикам.