

УДК 510:007.52

О ЗАДАЧЕ ЭМПИРИЧЕСКОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ
И МЕТОДАХ ЕЕ РЕШЕНИЯ

А.С.Нудельман

Традиционное понятие "задача" связывается, как правило, с такой проблемной ситуацией, когда имеются налицо как точная формулировка условий задачи, так и точное описание процедуры, позволяющей однозначно ответить на вопрос, является ли (найденное) "нечто" решением задачи. В данной работе вводится понятие задачи эмпирического предсказания, которое традиционным понятием "задача" не охватывается. Здесь же вводится понятие метода решения такой задачи - метода эмпирического предсказания. Содержательная и формальная составляющие вводимых понятий почерпнуты во многом из [1-11].

1. Пусть $\langle P_1, \dots, P_n ; P_0 \rangle$ - набор признаков. Предполагается, что всякому признаку P из этого набора поставлена в соответствие конкретная контекстно-свободная (в смысле [8]) измерительная процедура, применимая ко всякому отдельно взятому объекту из некоторой (изучаемой) совокупности эмпирических объектов U , и что при измерении признака P у объекта $u \in U$ наблюдается вполне определенное (чаще числовое) значение $P(u)$ этого признака. Множество всех возможных значений признака $P_i, i = 1, \dots, n; 0$, будем обозначать через Z_i . Выделенный признак P_0 будем называть целевым. Множество Z_0 не является одноэлементным.

Декартово произведение $Z_1 \times \dots \times Z_n$ будем называть признаковым пространством и обозначать через X . Предполагается, что всякий объект $u \in U$ представлен в X точкой $X = \langle P_1(u), \dots, P_n(u) \rangle = \langle p_1(x), \dots, p_n(x) \rangle$, где P_1, \dots, P_n - "признаки" точек пространства X , соответствующие признакам P_1, \dots, P_n .

Конечный кортеж $W = \langle w_1, \dots, w_m \rangle$, $m \geq 1$, будем называть выборкой (протоколом наблюдений, таблицей "объект-свойство"), если для всякого $i, 1 \leq i \leq m$, элемент w_i есть пара $\langle x_i; p_0(x_i) \rangle$, где $x_i \in X$ и $p_0(x_i) \in Z_0$ (p_0 - целевой "признак" точек пространства X). Если выборка W реальная (а не теоретическая), то существует иницирующая эту W последовательность u_1, \dots, u_m попарно различных объектов из U такая, что объект $u_i, 1 \leq i \leq m$, представлен в X точкой x_i и $p_0(x_i) = P_0(u_i)$. Ясно, что всякую выборку W можно рассматривать как запись результата эксперимента, в ходе которого измеряются значения признаков P_1, \dots, P_n ; P_0 у объектов из U , входящих в иницирующую выборку W последовательность. Класс всех выборок будем обозначать через U_W .

Выборку W будем называть суммой выборок $W_1 = \langle w_1^1, \dots, w_{m_1}^1 \rangle$ и $W_2 = \langle w_1^2, \dots, w_{m_2}^2 \rangle$ (писать $W = W_1 + W_2$), если $W = \langle w_1^1, \dots, w_{m_1}^1, w_1^2, \dots, w_{m_2}^2 \rangle$. Всякий элемент $w^i = \langle x^i; p_0(x^i) \rangle$ (произвольной) выборки будем представлять в виде пары $\langle f_X(w^i); p_0(f_X(w^i)) \rangle$. Через $f_X(W)$, где $W \in U_W$, будем обозначать множество $\{f_X(w) \mid w \in W\}$. Заметим, что если выборки W_1, W_2 реальны и $f_X(W_1) \cap f_X(W_2) = \emptyset$, то выборка $W_1 + W_2$ будет тоже реальной и, кроме того, ввиду контекстной свободы измерительных процедур, поставленных в соответствие признакам $P_1, \dots, P_n; P_0$, выборка (протокол наблюдений) $W_1 + W_2$ будет содержать всю информацию

об эмпирических объектах из U , зафиксированную как в протоколе (наблюдений) W_1 , так и в протоколе W_2 .

Если $H: X \rightarrow \tilde{Z}_0$ - отображение X в множество всех непустых подмножеств множества Z_0 , то выборки $W_1 = \langle w_1^1, \dots, w_m^1 \rangle$ и $W_2 = \langle w_1^2, \dots, w_m^2 \rangle$ будем называть взаимно обратными относительно H (H -взаимно обратными), когда для всякого $i, 1 \leq i \leq m$, имеют место равенство $f_X(w_i^1) = f_X(w_i^2)$ и импликация $H(x_i) \neq Z_0 \rightarrow [p_0(f_X(w_i^1)) \in H(x_i) \leftrightarrow p_0(f_X(w_i^2)) \in H(x_i)]$, где $x_i = f_X(w_i^1) [= f_X(w_i^2)]$.

2. Пусть H - отображение признакового пространства X в множество \tilde{Z}_0 . Тогда отображение H будем называть эмпирической гипотезой, если этому отображению поставлены в соответствие (исследователем) два класса выборок - класс подтверждения C_H и класс опровержения F_H , которые удовлетворяют следующим условиям:

- а) $C_H \cap F_H = \emptyset$;
- б) для всяких выборок W_1 и W_2 таких, что выборка W_1 может быть получена из выборки W_2 перестановкой ее элементов, выполняются две импликации: $W_1 \in C_H \rightarrow W_2 \in C_H, W_1 \in F_H \rightarrow W_2 \in F_H$;
- в) для всяких выборок W_1 и W_2 таких, что $f_X(W_1) \cap f_X(W_2) = \emptyset$, выполняются две импликации: $W_1 \in C_H \& W_2 \in C_H \rightarrow W_1 + W_2 \in C_H, W_1 \in F_H \& W_2 \in F_H \rightarrow W_1 + W_2 \in F_H$;
- г) для всяких H -взаимно обратных выборок W_1 и W_2 выполняется эквивалентность $W_1 \in D_H \leftrightarrow W_2 \in D_H$, где D_H есть дополнение $U_W \setminus (C_H \cup F_H)$.

Эмпирический смысл (эмпирической) гипотезы H определяется двумя соглашениями:

- 1) для всякого объекта $u \in U$ (признаки P_1, \dots, P_n которого уже измерены) гипотезой H предсказывается (утверждается)

принадлежность значения $P_c(u)$ множеству $H(\langle P_1(u), \dots, P_n(u) \rangle)$;

2) для всякой последовательности u_1, \dots, u_m объектов из U , инициирующей выборку W , считается, что существование в U объектов u_1, \dots, u_m а) подтверждает гипотезу H (повышает степень уверенности в справедливости гипотезы H), если $W \in C_H$; и б) опровергает гипотезу H (делает гипотезу H ложной), если $W \in F_H$.

Соглашение 2 более кратко будем формулировать так: для всякой реальной выборки W считается, что выборка W подтверждает гипотезу H , если $W \in C_H$, и опровергает гипотезу H , если $W \in F_H$.

Введенное понятие "эмпирическая гипотеза" охватывает как детерминированные гипотезы, так и вероятностные. Если гипотеза H такова, что $C_H \cup F_H = U_W$, то H будет детерминированной гипотезой, поскольку всякая реальная выборка эту гипотезу будет либо подтверждать, либо опровергать*). Если же гипотеза H такова, что $C_H \cup F_H \neq U_W$, то дополнение $D_H = U_W \setminus (C_H \cup F_H)$ будет непустым и, следовательно, будет возможным существование реальной выборки, которая гипотезу H не в состоянии ни подтвердить, ни опровергнуть. Другими словами, гипотеза H будет индифферентна к некоторым (обычно называемым непредставительными) релевантным экспериментальным данным, а такое свойство присуще тем (и, по-видимому, только тем) гипотезам, которые имеют вероятностную природу.

Поясним эпистемологические основания для постулирования свойства классов подтверждения и опровержения гипотезы H ,

*)

Заметим, что сформулированное в [10] понятие эмпирической гипотезы охватывает только детерминированные гипотезы. И хотя в [10] нет явного указания на сопоставляемые гипотезе классы подтверждения и опровержения, такие классы из содержания [10] могут быть однозначно извлечены.

сформулированного в виде условия "Г". Сделаем это на одном примере, где условие "Г" нарушается и где вышеупомянутые основания проявляются наиболее четко.

Пусть эмпирическая гипотеза H такова, что $\forall x \in X (H(x) \neq \neq Z_0)$, и H -взаимно обратные выборки W_1, W_2 таковы, что $W_1 \notin D_H$, а $W_2 \in D_H$. Рассмотрим два случая. В первом случае, когда $W_1 \in C_H$, факт W_1 (результат эксперимента, представленный в виде протокола W_1) принимается исследователем в качестве факта, подтверждающего гипотезу H , а контрфакт W_2 (факт W_2 , противоречащий относительно гипотезы H факту W_1) в качестве факта, опровергающего гипотезу H , не принимается. Во втором случае, когда $W_1 \in F_H$, факт W_1 принимается в качестве факта, опровергающего гипотезу H , а контрфакт W_2 в качестве факта, подтверждающего гипотезу H , не принимается. В обоих случаях имеет место предвзятое отношение исследователя к гипотезе H : в первом случае это проявляется в игнорировании исследователем значимости факта, не согласующегося с гипотезой H , а во втором - в игнорировании значимости факта, согласующегося с гипотезой H . Ясно, что предвзятое отношение исследователя к эмпирической гипотезе, какую бы форму оно ни принимало, недопустимо с эпистемологической точки зрения.

Будем говорить, что гипотеза H_1 более информативна, чем гипотеза H_2 , если $\forall x \in X (H_1(x) \subseteq H_2(x))$ и $\exists x \in X (H_1(x) \subset H_2(x))$. Гипотезы H_1 и H_2 будем называть несовместимыми (записывать $H_1 \# H_2$), если существует точка $x \in X$ такая, что $H_1(x) \cap H_2(x) = \emptyset$.

3. Задача эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ состоит, как представляется, в том, чтобы по исходной эмпирической гипотезе H_0 (гипотезе о совокупности объектов $U: \forall u \in U (P_0(u) \in H_0(\langle P_1(u), \dots, P_n(u) \rangle))$), согласующейся с исходной теорией T_0 (знаниями об эмпирическом мире U), и по исход-

ной реальной выборке $W_0 \in C_{H_0}$ (экспериментальным данным о некоторых объектах из U) найти новую, более информативную, чем H_0 , гипотезу \tilde{H} (закономерность в U), которой было бы целесообразно руководствоваться для предсказания результатов экспериментов, проводимых с объектами из U , точнее, для предсказания значений целевого признака P_0 у объектов из U в тех случаях, когда значения признаков P_1, \dots, P_n у этих объектов уже известны^{*)}. Кроме того, для задачи эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ характерна одна эпистемологическая особенность, отличающая эту задачу от традиционной. Особенность заключается в том, что для всякой более информативной, чем H_0 , гипотезы \tilde{H} суммарных знаний об эмпирическом мире U , зафиксированных в теории T_0 , гипотезе H_0 и выборке W_0 , недостаточно (в принципе) для того, чтобы обосновать целесообразность принятия вместо H_0 какой-либо гипотезы, более информативной, чем H_0 .

В задаче эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ исходные теория T_0 , гипотеза H_0 и реальная выборка W_0 задаются исследователем, являющимся специалистом в предметной области U , короче - U -специалистом. Нередко знания U -специалиста о предметной области U настолько отрывочны и неясны, что не позволяют обосновать в качестве исходной гипотезу, которая была бы более информативной, чем гипотеза (\tilde{H}) , утверждающая, что "возможно все" ($\forall x \in X(\tilde{H}(x) = Z_0)$).

*)

Иногда в практических задачах эмпирического предсказания некоторые из признаков P_1, \dots, P_n у объектов, инициирующих исходную выборку W_0 , и у объектов, для которых необходимо делать предсказание целевого признака, не известны. В данной работе задачи с пропусками измерений признаков не рассматриваются; включение в рассмотрение и таких задач только усложнило бы изложение, но в эпистемологическом плане (основном для данной работы) не привнесло бы, по-видимому, ничего принципиально нового.

Конечно, если бы знаний U -специалиста о предметной области U было достаточно для обоснования целесообразности принятия гипотезы более информативной, чем H_0 , то задача $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ имела бы традиционный эпистемологический статус и решалась бы традиционными (дедуктивными) методами, реализуя — цими дедуктивный вывод искомой гипотезы H из исходных знаний, зафиксированных в теории T_0 , гипотезе H_0 и выборке W_0 . Однако в результате решения задачи эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ (и принятия U -специалистом более информативной, чем H_0 , гипотезы H) происходит увеличение знаний (разумеется, гипотетических) U -специалиста о предметной области U , что возможно только в том случае, когда метод решения задачи эмпирического предсказания реализует некоторый индуктивный вывод искомой гипотезы H из исходных T_0, H_0 и W_0 . Таким образом, задача эмпирического предсказания является не дедуктивной (традиционной) задачей, а индуктивной.

Как же решается индуктивная задача $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$? Представляется, что эта задача решается следующим образом: теория T_0 пополняется (некоторой) теорией T_R такой, что задача $\langle H_0, W_0; T_0 + T_R \rangle$ поиска обоснованной и более информативной, чем H_0 , гипотезы оказывается уже дедуктивной задачей, т.е. задачей, решение которой можно найти путем использования только дедуктивного вывода. Дополнительная теория T_R привносится исследователем, который является специалистом в области эмпирического предсказания и который для решения индуктивной задачи предлагает алгоритм R , predetermined (дедуктивно) теорией $T_R (+T_0)$. Ясно, что увеличение (гипотетических) знаний U -специалиста, который принимает вместо гипотезы H_0 гипотезу H , полученную при решении задачи $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ алгоритмом R , происходит только за счет принятия U -специалистом теории T_R в качестве теории, пополняющей исходную теорию T_0 .

Конечно, привносимая не U -специалистом теория T_R не выражает (да и не может выражать) конкретные знания о предметной области U , поскольку в противном случае теория T_R (будучи интересубъективной) была бы частью теории T_0 . Что же тогда утверждается в теории T_R ? Представляется, что в теории T_R постулируется совокупность метанаучных (методологических по отношению к знаниям об U) представлений специалиста в области эмпирического предсказания, предлагаемых этим специалистом для решения индуктивной задачи $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$. Компонентами этих представлений являются множество M_R всех эмпирических гипотез, принимаемых к рассмотрению в рамках теории T_R , и критерий, в соответствии с которым из M_R выбирается эмпирическая гипотеза, принимаемая в качестве решения задачи $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$. В практических ситуациях теория T_R иногда формулируется более или менее явно (например, в тех случаях, когда индуктивная задача решается методом, лежащим в рамках статистического подхода), а иногда теория T_R только предполагается, однако в обоих случаях аксиомы теории T_R непосредственно "реализуются" в логической структуре алгоритма R .

Поскольку возможны различные метанаучные представления, то пополнение теории T_0 в исходной задаче эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ может происходить различными путями (за счёт различных привносимых теорий T_{R_1}, T_{R_2}, \dots), которые предопределяют различные методы (алгоритмы R_1, R_2, \dots) решения этой задачи, приводящие к различным, возможно, несовместимым решениям (гипотезам H_1, H_2, \dots) исходной задачи*).

4. Методы решения задачи эмпирического предсказания $\langle H_0, W_0; T_0 \rangle$ будем называть методами эмпирического предсказания.

*) Справедливость этого утверждения становится очевидной при знакомстве с тем обилием алгоритмов эмпирического предсказания (в частности, алгоритмов распознавания образов), которое описано в соответствующих публикациях.

Прежде чем конкретизировать понятие такого метода, несколько переформулируем введенное выше понятие задачи (эмпирического предсказания).

а) Переформулировка состоит в том, что теперь под задачей эмпирического предсказания будет пониматься тройка $\langle H_0, W_0; \emptyset \rangle$, а теория T_0 будет теперь считаться "принадлежащей" U -специалисту, ставящему задачу. Отметим, что переформулировка сохраняет без изменений ту роль, которую в рассматриваемой проблематике играют знания T_0 о предметной области U (в частности, в задаче $\langle H_0, W_0; \emptyset \rangle$ гипотеза H_0 будет согласована со знаниями T_0 , поскольку эта задача ставится U -специалистом). Вместе с тем такая переформулировка позволяет исключить необходимость формального представления знаний T_0 U -специалиста о предметной области U , что оправдано существующей эпистемологической практикой (знания о своей предметной области таких специалистов, как, например, медики, социологи, экономисты, агрономы и др., не являются формализованными, и, более того, возможность и полезность формализации подобного вида знаний не являются очевидными). Поскольку формализованные фрагменты знаний T_0 intersубъективны, то они могут быть включены в теорию T_R , привносимую в задачу $\langle H_0, W_0; \emptyset \rangle$ специалистом в области эмпирического предсказания. В дальнейшей задаче $\langle H_0, W_0; \emptyset \rangle$ будем обозначать через $\langle H_0, W_0 \rangle$.

б) Методом эмпирического предсказания (методом усиления гипотез, методом индукции) будем называть алгоритм R , который по всякой гипотезе H и всякой выборке $W \in C_H$ строит новую гипотезу $R(H, W)$ (значит, и классы $C_{R(H, W)}, F_{R(H, W)}$) и который удовлетворяет трем требованиям:

Св. 1 (преемственность). Для всяких гипотезы H_0 и выборки $W_0 \in C_{H_0}$, если $R(H_0, W_0) = H_1$, то а) $\forall x \in X(H_1(x) \subseteq H_0(x))$, б) $C_{H_1} \subseteq C_{H_0}$, в) $F_{H_0} \subseteq F_{H_1}$ и г) $W_0 \in C_{H_1}$;

Св.2 (нетривиальность). Существуют гипотеза H_0 и выборка $W_0 \in C_{H_0}$ такие, что если $R(H_0, W_0) = H_1$, то а) $\exists x \in X(H_1(x) \subset H_0(x))$, б) $C_{H_1} \subset C_{H_0}$ и в) $F_{H_0} \subset F_{H_1}$.

Св.3 (обоснованность). Для всяких гипотезы H_0 и выборки $W_0 \in C_{H_0}$, если $R(H_0, W_0) = H_1$, то существует обоснование целесообразности принятия (U -специалистом) гипотезы H_1 вместо гипотезы H_0 .

Обсудим требование обоснованности (требования Св.1 и Св.2 аналогичны условиям **R2** и **R3** из [4, с.32-33]). Ясно, что требование Св.3 не является формальным, однако в теории эмпирического предсказания неформальность этого требования неустраивает (заметим, что ограничение требований только условиями Св.1 и Св.2 превращает проблему разработки методов эмпирического предсказания в эпистемологически бессодержательную и алгоритмически тривиальную проблему). Неформализуемость требования Св.3 обусловлена тем обстоятельством, что при полной формализации условия Св.3 это условие будет включать в себя некоторую привносимую в задачу $\langle H_0, W_0 \rangle$ конкретную теорию $T_{R'}$, принимаемую U -специалистом (поставившим задачу $\langle H_0, W_0 \rangle$) в качестве обоснованной теории. Но в этом случае определению метода (эмпирического предсказания) будет удовлетворять только один метод (алгоритм R'), дедуктивно предопределяемый теорией $T_{R'}$, и теория эмпирического предсказания превратится в теорию этого метода. Разумеется, при частичной формализации условия Св.3 определению будет удовлетворять некоторая совокупность методов эмпирического предсказания (алгоритмы R_1, R_2, \dots), объединенных общей частью своих обоснований (общей частью теорий T_{R_1}, T_{R_2}, \dots).

Совокупность всех методов эмпирического предсказания будем обозначать через S_R . Методы $R_1 \in S_R$ и $R_2 \in S_R$ будем

называть несовместимыми, если существуют гипотеза H и выборка $W \in C_H$ такие, что $R_1(H, W) \neq R_2(H, W)$.

в) Итак, решая задачу $\langle H_0, W_0 \rangle$ методом $R_1 \in S_R$, специалист в области эмпирического предсказания привносит в эту задачу метанаучные представления - теорию T_{R_1} (предопределяющую метод решения задачи $\langle H_0, W_0 \rangle$, т.е. метод R_1). Выбор для привнесения именно теории T_{R_1} , а не какой-либо иной теории, предопределяющей метод, отличный от R_1 , диктуется исключительно субъективными предпочтениями специалиста, решающего задачу эмпирического предсказания. Здесь следует отметить, что субъективность выбора привносимой теории (следовательно, субъективность выбора метода решения задачи) является необходимой, поскольку нет и не может быть никаких экспериментальных (объективных) свидетельств, подтверждающих истинность (гипотетических) знаний T_{R_1} (если бы истинность знаний T_{R_1} была подтверждена экспериментально, то T_{R_1} была бы частью знаний T_0).

Привнесение в конкретную задачу эмпирического предсказания конкретной теории может сопровождаться, однако, привнесением и некоторых факторов случайности. Они приводят к тому, что решение этой задачи будет зависеть не только от информации об эмпирическом мире U , представленной как в задаче, так и в привносимой теории, но и от привнесенных факторов случайности*). Естественно, если для решения задачи $\langle H_0, W_0 \rangle$ применен алгоритм A (привнесена теория T_A , предопределяющая алгоритм A) и если полученный результат зависит от вышеупомянутых и уже известных факторов случайности, то целесообразность принятия гипотезы $A(H_0, W_0)$ не может быть обоснованной, а сам алгоритм A не может быть отнесен к методам

*) Впервые, пожалуй, об этом сказано в работе К.Ф.Самохвалова [3].

эмпирического предсказания, поскольку этот алгоритм не удовлетворяет требованию Св.3.

Здесь следует подчеркнуть одно важное обстоятельство, которое обуславливает принципиальное отличие между обоснованием и доказательством (дедуктивным): если рассуждение, являющееся доказательством, приемлемо в любом контексте, то рассуждение, являющееся обоснованием, может быть приемлемым в одном контексте и неприемлемым в другом^{*)}. Поэтому не исключено, что некоторый алгоритм, являющийся методом эмпирического предсказания (т.е. признаваемый в качестве метода), перестанет быть таковым, если будет открыт новый фактор случайности и окажется, что такой фактор влияет на результат, получаемый этим алгоритмом. Ясно, что совокупность факторов случайности не замкнута в том смысле, что не исключено открытие в будущем новых, в настоящее время неизвестных факторов случайности.

г) Сформулируем три требования Св.3', Св.3'', Св.3''', которым должен удовлетворять метод эмпирического предсказания R для того, чтобы результаты его применения не зависели от трех известных в настоящее время факторов случайности. Но сначала - предварительное замечание.

Введение в [4, с. 32-35] понятия регулярного метода индукции (метода эмпирического предсказания) обусловлено стремлением элиминировать зависимость результатов применений метода индукции от фактора случайности, связанного с выбором в каждом конкретном применении метода одного языка из класса языков, эквивалентных друг другу по своим выразительным возможностям. Формулируемые ниже требования Св.3' и Св.3'' тоже обусловлены желанием видеть методы индукции инвариантными относительно лингвистических преобразований. Однако здесь класс допустимых лингвистических преоб-

*) Пример: обоснование целесообразности "поворота" северных рек выглядит приемлемым в рамках "производственного" контекста и выглядит неприемлемым в рамках более широкого "производственно-экологического" контекста.

разований предполагается более узким по сравнению с тем, который декларируется в [4]. Причин для этого две. Во-первых, регулярный метод индукции оказался "в определенном смысле "плохим" заменителем человеческой творческой деятельности по созданию новых теорий" [4, с.40]. И, во-вторых, в данной работе учитываются только такие лингвистические преобразования, которые учитываются самим человеком в его творческой деятельности по созданию новых теорий.

Требование Св.3' обусловлено случайностью выбора градуировок тех измерительных процедур (в частности, измерительных приборов), которые поставлены в соответствие признакам P_1, \dots, \dots, P_n ; P_0 . Будем обозначать через F_i , $i = 1, \dots, n$; O , класс допустимых преобразований шкалы измерительной процедуры, поставленной в соответствие признаку P_i (такой класс определяется в рамках теории измерений; всякое преобразование $\varphi_i \in F_i$ является взаимно-однозначным отображением $Z_i \rightarrow Z_i$). Через F будем обозначать класс $\{ \langle \varphi_1, \dots, \varphi_n; \varphi_0 \rangle \mid \varphi_1 \in F_1, \dots, \varphi_n \in F_n; \varphi_0 \in F_0 \}$.

Пусть преобразование $\varphi \in F$ и $\varphi = \langle \varphi_1, \dots, \varphi_n; \varphi_0 \rangle$. Пусть точка $x \in X$ и $x = \langle p_1(x), \dots, p_n(x) \rangle$. Пусть непустое множество $Z \subseteq Z_0$. Тогда через φx будем обозначать кортеж $\langle \varphi_1(p_1(x)), \dots, \varphi_n(p_n(x)) \rangle$, а через φZ - множество $\{ \varphi t \mid t \in Z \}$. Ясно, что $\varphi x \in X$ и $\varphi Z \subseteq Z_0$. Если W - элемент выборки и $w = \langle x; p_0(x) \rangle$, если h - элемент эмпирической гипотезы и $h = \langle x, z \rangle$ ($z \in Z_0$), то через φw будем обозначать пару $\langle \varphi x; \varphi_0(p_0(x)) \rangle$, а через φh - пару $\langle \varphi x, \varphi z \rangle$. Если W - выборка, $W = \langle w_1, \dots, w_m \rangle$ и если H - эмпирическая гипотеза, то через φW будем обозначать кортеж $\langle \varphi w_1, \dots, \varphi w_m \rangle$, через φC_H - множество $\{ \varphi t \mid t \in C_H \}$, через φF_H - множество $\{ \varphi t \mid t \in F_H \}$, а через φH - отображение $\{ \varphi t \mid t \in H \}$, которому поставлены в соответствие классы $C_{\varphi H} = \varphi C_H$ и $F_{\varphi H} = \varphi F_H$. Ясно, что φW будет выборкой, а φH - эмпирической гипотезой.

Св.3' (инвариантность относительно допустимых преобразований шкал). Для всяких гипотезы H_0 и выборки $W_0 \in C_{H_0}$, если $R(H_0, W_0) = H_1$, то для любого преобразования $\varphi \in F^0$ выполняется $R(\varphi H_0, \varphi W_0) = \varphi H_1$.

Требование Св.3'' обусловлено случайностью выбора порядка признаков P_1, \dots, P_n в наборе $\langle P_1, \dots, P_n; P_0 \rangle$ и случайностью выбора порядка элементов в выборке $\langle w_1, \dots, w_m \rangle$. Будем обозначать через Σ^1 , $1 = 1, 2, \dots$, класс всех взаимно-однозначных отображений (перестановок) множества $\{1, 2, \dots, 1\}$ на себя.

Пусть перестановка $\sigma \in \Sigma^n$. Пусть точка $x \in X$ и $x = \langle p_1(x), \dots, p_n(x) \rangle$. Тогда через σx будем обозначать кортеж $\langle p_{\sigma(1)}(x), \dots, p_{\sigma(n)}(x) \rangle$. Ясно, что σx будет точкой признакового пространства $\sigma X = Z_{\sigma(1)}^x \dots \times Z_{\sigma(n)}^x$. Если w - элемент выборки и $w = \langle x; p_0(x) \rangle$, если h - элемент эмпирической гипотезы и $h = \langle x, z \rangle$, то через σw будем обозначать пару $\langle \sigma x; p_0(\sigma x) \rangle$, где $p_0(\sigma x) = p_0(x)$, а через σh - пару $\langle \sigma x, z \rangle$. Если W - выборка, $W = \langle w_1, \dots, w_m \rangle$, и если H - эмпирическая гипотеза, то через σW будем обозначать кортеж $\langle \sigma w_1, \dots, \sigma w_m \rangle$, через σC_H - множество $\{\sigma t \mid t \in C_H\}$, через σF_H - множество $\{\sigma t \mid t \in F_H\}$, а через σH - отображение $\{\sigma t \mid t \in H\}$, которому поставлены в соответствие классы $C_{\sigma H} = \sigma C_H$ и $F_{\sigma H} = \sigma F_H$. Ясно, что σW будет выборкой (связанной с признаковым пространством σX), а σH - эмпирической гипотезой.

Если W - выборка, $W = \langle w_1, \dots, w_m \rangle$ и перестановка $\rho \in \Sigma^m$, то через ρW будем обозначать выборку $\langle w_{\rho(1)}, \dots, w_{\rho(m)} \rangle$.

Св.3''' (инвариантность относительно допустимых перестановок). Для всяких гипотезы H_0 и выборки $W_0 = \langle w_1, \dots, w_m \rangle \in C_{H_0}$, если $R(H_0, W_0) = H_1$, то

а) для любой перестановки $\sigma \in \Sigma^n$ выполняется $R(\sigma H_0, \sigma W_0) = \sigma H_1$;

б) для любой перестановки $\rho \in \Sigma^m$ выполняется $R(H_0, \rho W_0) = H_1$.

Последнее требование обусловлено случайностью выбора способа использования метода эмпирического предсказания для "обработки" экспериментальных данных.

Пусть R - метод эмпирического предсказания, H_0 - исходная гипотеза и $W_0 \in C_{H_0}$ - исходная выборка. Естественно, если $W_0 = W_1 + W_2$, $W_1 \in C_{H_0}$ и $W_2 \in C_{R(H_0, W_1)}$, то должно выполняться равенство $R(H_0, W_1 + W_2) = R(R(H_0, W_1), W_2)$.

Однако это равенство не может быть выполнено, если метод R не удовлетворяет требованию Св.3''' (см. [10]).

Св.3''' (монотонность). Для всяких гипотез H_0, H_1, H_2 и всяких выборок W_1, W_2 таких, что $f_x(W_1) \cap f_x(W_2) = \emptyset$, $W_1 \in C_{H_0}$, $W_2 \in C_{H_1}$, $H_1 = R(H_0, W_1)$ и $H_2 = R(H_0, W_1 + W_2)$, выполняются $\forall x \in X (H_2(x) \subseteq H_1(x))$, $C_{H_2} \subseteq C_{H_1}$ и $F_{H_1} \subseteq F_{H_2}$.

Требование монотонности Св.3''' фиксирует одну из особенностей реальной эпистемологической практики, а именно: в рамках принятой исследователем эпистемологической установки (метода индукции R) гипотеза (H_1), возникшая на базе исходных экспериментальных данных (W_1), существенным образом не изменяется, пока новые экспериментальные данные (W_2) подтверждают эту гипотезу (такие данные могут обусловить только уточнение гипотезы (H_1), но не могут дать оснований для порождения, в частности, гипотезы, несовместимой с прежней (H_1)). Заметим, что в [9] на примере (детерминированных) алгоритмов распознавания образов показано, что не все из существующих алгоритмов монотонны.

5. Учитывая то обстоятельство, что всякий метод эмпирического предсказания является, по сути, правилом индуктивного вывода, можно сказать, что введенное выше понятие "метод эмпирического предсказания" охватывает (после соответствующих переформулировок) как новые правила индуктивного вывода (хотя, возможно, и не все), т.е. те правила, которые реализуются в виде программы для ЭВМ, так и традиционные (правила обобщения, экстраполяции), используемые непосредственно самим человеком.

Л и т е р а т у р а

1. МИЛЛЬ Дж. Ст. Система логики силлогистической и индуктивной. - М., 1914. - 808 с.
2. ЗАГОРУЙКО Н.Г. Методы распознавания и их применение. - М.: Сов. радио, 1972. - 206 с.
3. САМОХВАЛОВ К.Ф. О теории эмпирических предсказаний //Вычислительные системы. - Новосибирск, 1973. - Вып. 55. - С. 3-35.
4. ЗАГОРУЙКО Н.Г., САМОХВАЛОВ К.Ф., СВИРИДЕНКО Д.И. Логика эмпирических исследований: Учебное пособие /НГУ. - Новосибирск, 1978. - 65 с.
5. ЗАГОРУЙКО Н.Г. Эмпирическое предсказание. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. - 124 с.
6. ЛБОВ Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. - 160 с.
7. НУДЕЛЬМАН А.С. Об одной постановке проблемы индукции //Обнаружение эмпирических закономерностей с помощью ЭВМ. - Новосибирск, 1984. - Вып. 102: Вычислительные системы. - С. 54-66.
8. Его же. Об одном методе индукции над стандартными эмпирическими теориями //Методы анализа данных. - Новосибирск, 1985. - Вып. 111: Вычислительные системы. - С. 128-139.
9. Его же. Об одном свойстве методов индукции над стандартными эмпирическими теориями //Машинный анализ сложных структур. - Новосибирск, 1986. - Вып. 118: Вычислительные системы. - С. 81-99.
10. Его же. О некоторых эпистемологических характеристиках методов эмпирического предсказания //Прикладные аспекты математической логики. - Новосибирск, 1987. - Вып. 122: Вычислительные системы. - С. 157-162.

11. Его же. Об эпистемологических особенностях правил индуктивного вывода //Методология освоения интеллектуальных систем и вычислительной техники: Тез. докл. 2 Всесоюз. конф. по проблемам интеллектуальных систем, Новосибирск, декабрь, 1987 г. - Новосибирск, 1987. - С.81-83.

Поступила в ред.-изд.отд.
15 февраля 1988 года