

УДК 004.832.3

ИНДУКЦИЯ, АНАЛОГИЯ, АБДУКЦИЯ И ДЕДУКЦИЯ В ПРОЦЕССАХ ПОРОЖДЕНИЯ ГИПОТЕЗ

Ю.Р. Валькман, О.Ю. Дембовский

*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем
НАН та МОН України,
yuri@valkman.kiev.ua*

У роботі стисло розглянуто процеси породження та обґрунтування гіпотез у формальних та неформальних системах. Наведено різні точки зору на індуктивне виведення. Вводяться рівні гіпотез у складних системах. Визначаються та досліджуються деякі аспекти взаємодії індукції, традиції, абдукції та дедукції в процесах породження та обґрунтування гіпотез. Показано, що для моделювання цих процесів у комп'ютерних технологіях необхідною є розробка формального апарату, що забезпечує інтеграцію моделей усіх класів виведення.

Ключеві слова: індукція, аналогія, абдукція і дедукція, синтез та обґрунтування гіпотез.

This paper shortly examines the processes of production and justification of hypotheses in formal and non-formal systems. Different points of view on inductive approach are shown. The levels of hypotheses in complex systems are brought in practice. The properties of inductive inference are defined and studied. Interaction between induction, tradition, abduction and deduction in generation and justification of hypotheses are analyzed. It is shown that for modeling these processes it is necessary to develop the formal methodology, which provides the integration of all classes of inference models.

Keywords: induction, abduction and deduction, generation and justification of hypotheses.

В работе кратко рассматриваются процессы порождения и обоснования гипотез в формальных и неформальных системах. Приводятся различные точки зрения на индуктивный вывод. Вводятся уровни гипотез в сложных системах. Определяются и исследуются свойства индуктивных выводов. Анализируются взаимодействия индукции, традиции, абдукции и дедукции в процессах порождения и обоснования гипотез. Показано, что для моделирования этих процессов в компьютерных технологиях необходима разработка формального аппарата, обеспечивающего интеграцию моделей всех классов выводов.

Ключевые слова: индукция, аналогия, абдукция и дедукция, синтез и обоснование гипотез.

Всякое обобщение есть гипотеза. Она должна лишь как можно чаще подвергаться проверке. Если она этого испытания не выдерживает, то ее следует отбросить без всяких сожалений.

Анри Пуанкаре

Введение

Индуктивное видение науки, классически описанное в книге Дж. Стюарта Милля "Система логики" (1843), предполагает, что научные исследования должны начинаться со свободного, непредубежденного наблюдения фактов, продолжаться индуктивной формулировкой универсальных законов, описывающих эти факты, и, в конечном счете, с помощью дальнейшей индукции приходят к еще большим утверждениям, которые принято называть теориями. Но, если представить науку как череду бесконечных попыток опровергнуть существующие гипотезы и заменить их теми, что успешно противостоят фальсификации, естественно будет спросить, откуда появляются эти гипотезы.

Поппер [1] следует общепринятому взгляду, отвергая всякий интерес к так называемому "контексту открытия" (в противовес "контексту обоснования")

— проблема происхождения научного знания остается в ведении психологии или социологии знания, — но, тем не менее, настаивает, что, каков бы ни был источник научных обобщений, это определено не индукция от частных случаев. Для него индукция — это просто миф: индуктивные гипотезы не только неправомерны, как давно показал Юм, но и невозможны.

Мы не можем делать индуктивных обобщений, исходя из серии наблюдений, ибо в тот момент, когда мы выбрали наблюдения определенного рода из бесконечного множества возможных, мы уже встали на некоторую точку зрения, и эта точка зрения сама по себе является теорией, как бы проста и груба она ни была. Иными словами, "грубых фактов" не существует — все они уже имеют в подтексте некоторую теорию.

Мы позволим себе занять позицию, «примиряющую» Д. С. Милля и Карла Поппера.

1. Уровни индуктивных выводов

Предлагается рассматривать гипотезы различных уровней. Выделим, как минимум, два уровня:

- «что от чего зависит» (с нашей точки зрения - это концепция К. Поппера) и
- «как зависит» (полагаем - позиция Д. С. Милля).

Первому уровню, видимо, соответствуют исключительно интуитивные догадки, опыт, талант исследователя (т. е., пока, в большей мере — это сфера деятельности психологов), иногда метафорические или ассоциативные выводы. На этом уровне мы определяем состав свойств, посредством которых проявляется изучаемый или проектируемый объект.

Второму уровню уже адекватны индуктивные методы Бекона-Милля и, конечно, методы теории вероятностей и математической статистики. Здесь мы определяем структуры зависимости параметрически: каков характер соответствующих зависимостей. Но, возможны и опровержения гипотез, порожденных на первом уровне. Кроме этого, на первом уровне целесообразно намеренно вводить в исследование «сомнительные» (избыточные, лишние) переменные (свойства, параметры).

Выделенные уровни согласуются с иерархией эпистемологических уровней систем Клира [2]. Он рассматривает 5 обобщенных уровней наших знаний о системах:

- 0 – *исходные системы* (базовые свойства, характеризующие систему),
- 1 – *системы данных* (матрицы значений соответствующих свойствам параметров),
- 2 – *порождающие системы* (модели - правила, законы, формулы и т.д. - устройства и/или ее функционирования),
- 3 – *структурированные системы* (отношения между построенными моделями для сложных систем),
- 4 – *метасистемы* (отношения между построенными ниже отношениями).

На рис. 1 представлена условная схема отношений между тремя первыми уровнями этой иерархии. Многоточия на рисунке соответствуют вербальной

трактовке вводимых обозначений. Заметим, именно на этом на этом уровне математики, как правило, «*расстаются с семантикой проблемной области и начинают играть в синтаксические игры*», считая, что теперь в формализованных структурах уже представлен весь необходимый и (главное!) достаточный для выводов смысл. Приведенную схему можно интерпретировать как (на высочайшем уровне абстрактности) технологию порождения и корректировки гипотез.

Дж. Клир, видимо, не случайно нижний уровень назвал нулевым. Он не указывает, как мы получаем информацию о том, какие свойства исследуемого объекта становятся параметрами соответствующей системы. Вероятно, для него – это базовая аксиома. Не предлагает адекватных методов и системный анализ и общая теория систем.

Обратим внимание, что и известный специалист в области индуктивной логики В. К. Финн [3] разработал и использует свой ДСМ-метод (названный так в честь Джона Стюарта Милля), а затем и КАТ (квазиаксиоматическую теорию) для систем данных; т. е. и он считает параметры системы уже определенными.

Методы и средства Data Mining [4] также применяются к матрицам измерительной информации.

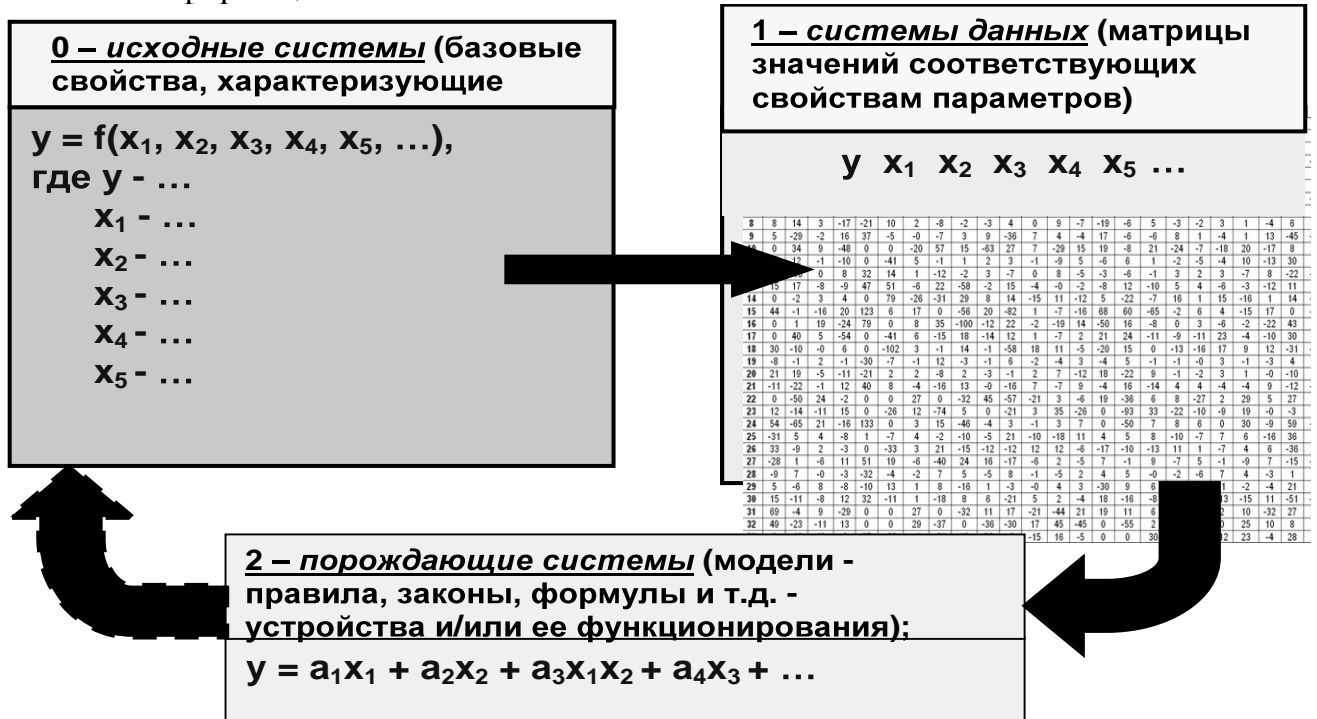


Рис. 1. Условная схема порождения и корректировки гипотез

Эти технологии предназначены для порождения знаний, когда уже известна некоторая предварительная гипотеза о том, какие параметры характеризуют анализируемый процесс или исследуемую структуру. Конечно, тем более это относится ко всем методам математической статистики, в частности и к МГУА; поскольку они работают исключительно с измерительными матрицами.

Таким образом, логика, математика, системный анализ, кибернетика, искусственный интеллект и др., более или менее «формализованные науки», исследу-

дуют процессы порождение гипотез на втором уровне. Все эти методы и средства могут подтвердить или опровергнуть гипотезы первого уровня.

Процессы синтеза гипотез первого уровня, в настоящее время, исследуются в философии (гносеологии и/или эпистемологии), психологии, в большей мере – когнитологии. Поэтому интересно исследовать, как порождаются и обосновываются гипотезы человеком.

2. Как человек строит, обосновывает и опровергает гипотезы

Конечно, анализ этих процессов требует отдельного детального и глубокого исследования. Здесь мы попытаемся определить только некоторые базовые, с нашей точки зрения, положения. Заметим, ранее мы уже частично касались этой проблемы в [6].

Все мы, постоянно при решении любых задач и проблем строим, анализируем и отвергаем (свои и чужие) гипотезы. При этом человек не мыслит отдельно *индуктивно, дедуктивно, по аналогии* или *абдуктивно*.

Например, в дедуктивном методе Шерлока Холмса меньше всего было дедукции, а превалировали индуктивные и абдуктивные рассуждения.

Все эти лексические этикетки были введены логиками в рассмотрение для классификации и формализации соответствующих рассуждений.

Мы полагаем, что этих четырех классов логик пока достаточно для нашего анализа. В своих дальнейших исследованиях мы рассмотрим еще *ретродукцию* (почти абдукцию) и *редукцию* (объяснение сложного простым, упрощение – почти аналогия) в процессах порождения и обоснования гипотез. Заметим, абдукция, согласно Пирсу, есть рассуждение, приводящее к *принятию гипотез*, объясняющих факты или исходные данные, а ретродукцией Пирс называл *тестирование выдвинутых гипотез*. Фактически, согласно Ч. С. Пирсу, познавательная деятельность есть *синтез абдукции, индукции и дедукции*.

Видимо в настоящее время необходимо построение общего классификатора разработанных логик с исследованием и соотношением соответствующих формализмов моделируемым процессам естественного мышления. Так в искусственном интеллекте говорят о классических и неклассических логиках, монотонных и немонотонных рассуждениях, дедуктивных недедуктивных выводах.

Здесь нас в большей мере интересуют *достоверные* и *правдоподобные* выводы. Первые - порождаются дедуктивными рассуждениями, а вторые – всеми остальными. Неслучайно, любое математическое доказательство представляет собой дедуктивную «цепочку». То же относится и к доказательству преступления (см., например, конец почти любого детектива).

Все остальные разновидности рассуждений имеют характер только правдоподобия. Конечно, *гипотеза всегда лишь правдоподобна*. Но, есть ряд исключений. Например, полная (в частности, математическая) индукция.

Ранее было принято считать, что только индуктивные выводы позволяют генерировать гипотезу. Затем Пирс доказал «несостоятельность» индукции во многих случаях и ввел [5] понятие абдуктивного вывода. Более того, он пола-

гал, что именно этот класс рассуждений является основным при формировании гипотез.

Подчеркнем главное, с нашей точки зрения, отличие абдукции от индукции. Посредством абдукции гипотеза формируется как причина некоторого (наблюдаемого) события. Таких причин может быть много. Чаще они связаны оператором ИЛИ. С помощью индукции производится обобщение ряда событий. Они всегда связаны оператором И.

С нашей точки зрения не менее важны в процессе генерации гипотез традиционные выводы. Напомним, что традиция (лат. *traductio* - *перемещение*) - умозаключение, в котором посылки и заключение являются суждениями одинаковой общности, то есть когда вывод идет от знаний определенной степени общности к новому знанию, но той же степени общности. Традиционным умозаключением является *аналогия*, которую мы часто используем как в процессе синтеза гипотезы, так и при ее обосновании или опровержении (вспомним диалоги Сократа). Метафора и ассоциация – это разновидности вывода по аналогии. А силу этих разновидностей выводов при формировании гипотез (особо оригинальных) вообще трудно переоценить.

В основе любой модели находится *отношение подобия*. Следовательно, моделирование – это вывод по аналогии. Не случайно теория моделей (и категорий) в математике, в основном, занимается морфизмами (соответствиями).

Вообще, можно построить оппозиционную шкалу «*неформальное – формальное*» в отношении подобия. *Одному полюсу* в этой шкале будет соответствовать метафора, *другому* – математическая модель.

Конечно, практически, любые модели могут являться основой построения гипотезы моделируемого процесса. Матрица измерительной информации тоже – модель. Заметим, также, абдукция является разновидностью традиции.

Представляется вполне очевидным, что человек в процессе порождения гипотез непрерывно использует все доступные ему разновидности рассуждений, динамически переходя от одних к другим. При этом мы далеко не всегда осознаем с помощью каких логических процедур мы приходим к той или иной гипотезе и как мы ее обосновываем. Юристы часто, используют для обоснования своих доводов прецеденты, фактически, используя их в роли основания аналогии (своеобразное моделирование!). Представители гуманитарных наук приводят примеры, аналогии, гиперболы, метафоры и т.п. Вспомним, как мы решаем сложные задачи и проблемы.

3. Гипотеза как модель

Любая гипотеза является моделью. Обратное верно для многих разновидностей моделей. Даже для макетов зданий, фотомodelей и т.д. Но не верно для многих знаковых и/или символьных моделей: *денежных знаков, условных обозначений* и т. п.

Здесь мы рассматриваем абстрактные модели. Основные свойства таких моделей определяются в следующем дескриптивном определении:

Модель есть целевое отображение оригинала:

- *познавательное или прагматическое;*
- *статическое или динамическое;*
- *конечное, упрощенное, приближенное;*
- *имеющее наряду с безусловно истинным, условно истинное и безусловно ложное содержание,*
- *адекватное;*
- *появляющееся и развивающееся в процессе практического использования.*

Заметим, модели предназначены для обеспечения всех видов деятельности человека; *без моделирования вообще невозможно что-либо сделать.* Эта особенность очевидна на примере целенаправленной деятельности. Ведь цель субъекта - это образ желаемого будущего, т.е. модель того, чего нет, но что хотелось бы осуществить. Далее, для достижения поставленной цели составляется план действий, но ведь это не сами действия, а их описание, т.е. модель. Итак, моделирование не является таким действием, которое можно делать, а можно и не делать; моделирование есть неизбежная, неотъемлемая, обязательная часть любой деятельности человека (и не только человека, но об этом разговор отдельный). Таким образом, в процессе своей жизнедеятельности мы непрерывно строим гипотезы.

1. На основе анализа процессов построения моделей можно сделать вывод, что отображение моделирования («объект → модель») является бинарным. Однако, оно, как минимум, тернарно [7]: «*объект → создатель → модель*». У любой модели (гипотезы) всегда есть автор (создатель). *С одной стороны*, этот «конструктор гипотезы» преследует свои цели, посредством выбора наиболее существенных свойств моделируемого объекта, аппарата синтеза модели. При этом учитываются и планируемые операции анализа модели и интеграции ее с другими моделями (других агрегатов, подсистем, процессов функционирования сложного изделия или моделируемого сложного явления). *С другой стороны*, часто модели создаются одним исследователем, а используются другим, который преследует свои цели при интерпретации модели. Все это предъявляет особые требования к контекстам моделируемых в гипотезах процессами явлениям [7].

2. Необходимо различать *познавательное* или *прагматическое* моделирование. В первом случае мы строим гипотезы для исследуемых процессов, явлений, объектов (они существуют!). Во втором случае строятся гипотезы, «формальное мысли», о том, что проектируется, создается, планируется; соответствующих процессов, явлений, объектов еще нет.

3. Важно различать модели *статики* и *динамики* процессов, объектов, явлений. Модели статических структур трудно представлять в форме дифференциальных уравнений, полиномов и т. п., больше подходят аппарат теории графов, решетки, семантические сети. Для гипотез описания динамики процессов – наоборот.

4. Как и модель, любая гипотеза представляет собой *конечное, упрощенное, приближенное* описание моделируемого объекта. В любой гипотезе мы можем

отражать только некоторые свойства и характеристики изучаемых явлений. Поэтому, любая гипотеза – это некоторое приближение и упрощение. Заметим, только упрощенные представления помогут выявить главные закономерности исследуемых процессов.

5. В любой гипотезе всегда присутствует наряду с *безусловно истинным, условно истинное и безусловно ложное содержание*. Это – прямое следствие того, что любая гипотеза является моделью.

6. Модель, с помощью которой успешно достигается поставленная цель, называется адекватной. При этом, для познавательных моделей *истинность*, фактически, является синонимом *адекватности*, а для прагматических моделей адекватной может быть ложная модель. Например, гипотеза устройства солнечной системы Птолемея ложна, но мореплаватели тех времен достигали своих целей. Поэтому, в практической деятельности мы можем успешно применять и ложные гипотезы! Целесообразность важнее.

7. В классической науке общие свойства объектов исследований отображаются четко сформулированными законами. Закон в науке имеет характер абсолютной категории на данном уровне знаний. Он может быть либо безусловно верен, либо безусловно неверен и тогда просто отвергается. Нельзя говорить о хороших и плохих законах – такое утверждение просто лишено смысла. Точно так же нельзя говорить, что одно и то же явление можно объяснить двумя или несколькими слегка различными законами. Именно поэтому, В. В. Налимов подчеркивал [8], что в настоящее время понятие закона в науке заменяется более расплывчатым понятием модели. Таким образом, один объект может представляться с помощью различных гипотез, в зависимости от поставленных целей.

8. И, конечно, гипотезы являются «живыми организмами». Они *появляются и развиваются в процессе практического использования*.

4. Свойства гипотез

Свойства индуктивных, абдуктивных, дедуктивных и традуктивных рассуждений мы кратко рассматривали в [6]. Здесь остановимся на некоторых свойствах гипотез.

Действовать в решении проблемы без какой-либо гипотезы невозможно. Даже решение очевидных практических задач осуществляются на основе представлений, что эти задачи надо решать именно так в силу предшествующего опыта и стремления оптимально добиться желаемого результата. Эти представления и есть гипотеза.

Следует отметить, что гипотеза всегда обладает большим содержанием и большей логической силой, чем те данные, на которых она основана. Поскольку гипотеза не относится к единичным суждениям опыта, а всегда превосходит их по содержанию, ее нельзя обосновать, исходя только из данных. Эмпирические данные могут лишь опровергнуть гипотезу, но не подтвердить ее. Гипотеза ставится под сомнение уже в том случае, когда вступает в противоречие хотя бы с одним фактом или при ее логической проверке убеждаются, что гипотети-

ческие способы действия не приводят к цели. Но каждая новая гипотеза, как правило, не отбрасывает целиком содержание прежних гипотез, а использует все рациональное. Новая гипотеза в основе своей выступает как усовершенствованная предыдущая (см. работы [1]).

Для того чтобы отделить наиболее правдоподобные из выдвигаемых гипотез, на их формулировку накладываются некоторые ограничения:

1. Гипотеза должна быть синтаксически правильно построенным и семантически осмысленным утверждением внутри некоторого текста;
2. Гипотеза должна быть до некоторой степени обоснованной предшествующим знанием или, в случае полной ее оригинальности, по крайней мере, не противоречить научному знанию [2];
3. Гипотеза должны быть не только в принципе проверяемой при изменении знания, но и эмпирически проверяемой наличными методами, т. е. она должна соответствовать развитию научного инструментария [1].

Приведенные ограничения являются *необходимыми* и *достаточными* для квалификации гипотезы как научной, независимо от того, окажется ли она впоследствии истинной или ложной.

Научная (да и любая) идея, даже если она истинна, не возникает на пустом месте. Для того, чтобы гипотеза была принята к рассмотрению, она должна быть связана с имеющимся до ее появления знанием, и только в этом случае она может быть предметом исследования и дальнейшей проверки. Бесспорно, что такого рода обоснование гипотезы в предшествующем знании не является окончательным, и для одних и тех же гипотез часто находят разные обоснования. Однако этот факт свидетельствует только о том, что обоснованность гипотезы является необходимым условием ее приемлемости – отсутствие обоснованности дискредитирует гипотезу настолько, что она не может быть предметом дальнейшего обсуждения.

Таким образом, в процессах порождения гипотез необходимо работать не только с базами данных измерительной информации, но и базами знаний, в которых накоплен, структурирован и систематизирован опыт экспертов (разных специальностей) эффективно работавших в данной предметной области. В этих базах знаний должны быть также собраны и систематизированы ранее построенные модели (адекватные проблеме и «не совсем») - см. выше третий и четвертый уровни Клира [2]. Кроме этого при генерации гипотез должны использоваться не только индуктивные рассуждения (или методы математической статистики), но и абдукция и аналогия.

5. Несколько слов о Data mining и Data Warehouse

Обычно люди пытаются понимать свое окружение, упрощая его (*редукция*). Создание подобной упрощенной модели называется *индуктивным обучением*. В процессе обучения человек наблюдает свое окружение и определяет взаимосвязи между объектами и событиями в этом окружении. Он группирует сходные объекты в классы и конструирует правила, предсказывающие поведение объек-

тов такого класу. По́тому, ця модель, з одної сторони, завжди зв'язана з *породженням гіпотез*, з другої – з *класифікацією* і *розпізнаванням*.

Подобним образом может обучаться и компьютер. Изучение и компьютерное моделирование процесса обучения является одним из предметов исследования в области искусственного интеллекта, называемой *машинным обучением*. Как правило, система машинного обучения пользуется не единичными наблюдениями, а целыми (конечными) множествами наблюдений сразу. Такое множество называется обучающим множеством или обучающей выборкой. Одной из практически ценных при поиске *индуктивных закономерностей* является добыча (анализ) данных из баз данных (Data mining). Хотя извлечение знаний из баз данных является одной из разновидностей машинного обучения, существуют аспекты, существенно отличающие его от других приложений машинного обучения.

1. Первое и главное состоит в том, что базы данных, как правило, *проектируются без учета потребностей специалистов в области обобщения*. Системам извлечения знаний приходится работать с уже готовыми базами данных, рассчитанными на нужды других приложений. В них вовсе не обязательно присутствуют атрибуты, которые могли бы облегчить процесс обучения. В системах принятия решений решение аналогичной проблемы привело к созданию идеологии хранилищ данных (Data Warehouse), специально ориентированных на информационную поддержку соответствующих процессов.

Для автоматизации процессов порождения гипотез В. К. Финн вводит понятие *индуктивного описания*. Под ним понимается построенное обобщение на основе установления сходства в рассматриваемом множестве примеров. В зависимости от целей обучения формируются различные индуктивные описания фактов. Выделяется три типа индуктивных описаний: *характеристическое, отличительное описания и таксономия*.

► Наиболее часто используются *характеристические описания* класса объектов, т. е. индуктивные описания, которые содержат все признаки, общие для объектов данного класса. Такому индуктивному описанию должны удовлетворять все известные объекты из исследуемого класса (*условие полноты*) и только они; на любом известном контрпримере класса характеристическое описание не должно выполняться (*условие непротиворечивости*). Цель построения характеристического индуктивного описания — выделить исследуемый класс объектов среди всех возможных других.

► Когда необходимо лишь различать объекты выделенного класса среди объектов конечного и фиксированного числа других классов, используется *отличительное описание*. Оно содержит минимальное по включению множество признаков, достаточное, чтобы выделить исследуемый класс объектов среди фиксированного числа других (тест для класса). Все алгоритмы распознавания образов, которые, в конечном счете, строят разделяющие плоскости в пространстве признаков, ведут поиск именно отличительного описания.

► Наконец, есть еще один тип индуктивных описаний — *таксономия*. В этом случае все известные объекты разделяются на классы, подклассы и т. д., в соответствии с различными понятиями, которые не заданы заранее, а выраба-

тываются в процессе обучения. Число различных классов не задается и не фиксируется. Задача автоматического построения таксономических описаний — обобщение задачи кластерного анализа на случай нечисловых объектов.

2. Второе важное отличие состоит в том, что реальные базы данных достаточно часто содержат ошибки. В то время как для машинного обучения используются тщательно подобранные данные, алгоритмы извлечения знаний из баз данных вынуждены иметь дело с зашумленными и подчас противоречивыми данными.

6. О моделировании процесса порождения гипотез

Построение такой модели эквивалентно созданию универсального решателя задач или созданию абсолютного искусственного интеллекта. Мы такую задачу не ставим. Как обычно в компьютерных технологиях выделим ресурсную (информационную) и процедурную компоненты.

Информационная среда. Любая гипотеза – это модель. А для любой модели первостепенное значение имеет область допустимых значений параметров (моделируемых свойств) ее адекватности отражаемому объекту. Эти области называют контекстом. Мы к контексту относим [7] знания создателя модели, информацию о моделируемом объекте, инструментах моделирования и т. д. Все это должно найти отражение в соответствующей базе знаний.

Кроме этого, необходимо постоянно накапливать и поддерживать в актуальном состоянии базы данных исходной (измерительной) информации, анализировать и корректировать ее структуру, используя процедуры очистки, консолидации, гармонизации данных. Здесь, с использованием средств и методов индуктивного описания этой, базовой для синтеза и апробации гипотез, информации можно будет говорить об интеллектуальном хранилище данных. Это хранилище, по аналогии DWH, ориентировано на процессы генерации гипотез.

Процедурная среда. Здесь мы будем говорить только о достаточно специальной компоненте интеллектуального моделирования, которую В. К. Финн назвал «рассуждателем». Она отвечает за поддержку процессов всего жизненного цикла (ЖЦ) гипотез.

В «формализованных науках» целесообразно рассматривать отдельно шесть классов процессов, связанных с этим ЖЦ: *порождение гипотез, их проверку (верификацию), корректировку, подтверждение (обоснование), использование и опровержение*. В моделировании всех этих процессов используются рассмотренные выше классы логических рассуждений. При этом целесообразно использование идеологии мультиагентных систем. Абдуктивный вывод осуществляется одним агентом, индуктивный – другим, и т. д. Рассуждатель играет роль супервизорной системы. Принципиальное отличие предлагаемого подхода от традиционных заключается в создании гибкой интегрированной среды моделирования сложных объектов.

На рис. 2 представлена в общем виде архитектура интеллектуальной системы поддержки всего жизненного цикла гипотез.



Рис. 2. Общая схема интеллектуальной системы

Для моделирования этих процессов в компьютерных технологиях необходима разработка формального аппарата, обеспечивающего интеграцию моделей всех классов выводов. Такой аппарат должен поддерживать синтез и анализ гипотез посредством непрерывного взаимодействия соответствующих когерентных (сгласованных) процессов рассуждений.

7. Индуктивные выводы и эвристики

Индукция от Д. Юма и до К.Р. Поппера рассматривалась в основном (за исключением Ч.С. Пирса) как проблема изолированного исследования индуктивных процедур, а не как составная часть *проблемы формализации эвристик различного типа*. Необходимость же развития интеллектуальных систем как систем представления знаний, автоматического рассуждения и аргументации в слабо формализованных областях знания породила потребность в систематическом изучении взаимодействия познавательных процедур и в создании специальных средств их формализации.

В работах по методологии искусственного интеллекта, разумеется, обсуждаются философские проблемы создания "машинного разума" — его возможности и ограничения. Однако потребность построения точной эпистемологии для интеллектуальных систем и систематическое ее рассмотрение до сих пор остается неудовлетворенной. Нам представляется, что необходимы работы в направлении создания эпистемологии "*познающего компьютерного субъекта*", которая по своим средствам и целям противоположна эпистемологии без познающего субъекта К. Р. Поппера, отвергающей необходимость изучения эвристических процедур (и, в частности, индукции).

Заключение

Данная статья предназначена, в большей мере, для привлечения внимания научной общественности к некоторым, с нашей точки зрения, сложным процессам порождения гипотез. Мы полагаем, что неуспехи применения многих компьютерных технологий в решении реальных проблем моделирования конкретных предметных областей и принятия решений во многом обусловлены недостаточным вниманием к процессам порождения и обоснования гипотез. Здесь обозначены некоторые проблемы. Работа является приглашением к дискуссии.

Литература

1. *Popper K.R.* (1963) *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge.* - Routledge, London (переводы: Поппер К.Р. (2004) *Предположения и опровержения. Рост научного знания.* - Москва: АСТ, Ермак. - 638с.; Поппер К.Р. (1983) *Логика и рост научного знания.* - Москва: Прогресс)
2. *Клир Дж.* Системология. Автоматизация решения системных задач. - Москва: Радио и связь, 1990. - 544 с.
3. Финн В.К. Правдоподобные рассуждения в интеллектуальных системах типа ДСМ. Итоги науки и техники. Информатика, Т.15, Москва: 1991.
4. Дюк В., Самойленко А. *Data Mining: учебный курс.* Изд-во: Питер, 2001-368 с.
5. Пирс Ч.С. *Избранные философские произведения.* Москва: Логос, 2000
6. Валькман Ю. Р., Быков В. С. Дедуктивные и недедуктивные аспекты в моделировании образного мышления. // *Моделювання та інформаційні технології, Збірник наукових праць ІПМЕ, Київ, 2006, Випуск 35, - с. 87 - 96.*
7. Валькман Ю.Р. *Интеллектуальные технологии исследовательского проектирования: формальные системы и семиотические модели.* - Киев: Port-Royal, 1998. - 250 с.
8. Налимов В.В. *Реальность нереального. Вероятностная модель бессознательного.* Москва: "Мир идей", АО АКРОН, 1995.- 432 с.