

Э.О. Амон

О некоторых проблемах формализованного знания в радиоляриевом анализе

В течение последних двух-трех десятилетий в палеонтологии и биостратиграфии в целом и в радиоляриологии в частности ведутся исследования в области создания и эксплуатации информационно-поисковых (ИПС) и экспертных (ЭС) компьютерных формализованных систем, основанных на управляемых электронных банках данных сетевого и индивидуального применения [4]. К примеру, в радиоляриологии созданы супермощная экспертная система, использующая класс языков программирования «искусственный интеллект» (языки PROLOG, LIPS, OPS-5, разработка В. Риделя и коллег — проект «Кайнозой Мирового Океана» — [11]); разнообразные многофункциональные информационно-поисковые системы (разработки П. Де Вевера, А. Гранлунда, А. Санфилиппо и других исследователей — [12—14]).

Группой отечественных специалистов предложена к эксплуатации экспертная система «привязки комплексов радиолярий к океанической радиоляриевой шкале» — разработка В.В. Меншуткина, О.А. Алексеевой и др. [8, 9]. Разработчики полагают, что им удалось полностью формализовать «процесс определения геологического возраста по комплексам радиолярий» и «представить этот процесс в виде алгоритма» (программы «Био» и «Лито» — терминология авторов). По мнению исследователей, конкретная эксплуатация и совершенствование данной экспертной системы позволят в будущем применить ее к любым другим группам фоссилий в любых стратиграфических диапазонах.

В упомянутых и других разработках неявно присутствует твердая уверенность разработчиков в возможности безграничной формализации палеонтологического и биостратиграфического знания. Авторы систем практически никогда не упоминают о неразрешенных к настоящему времени общеметодологических проблемах познавательной деятельности в стратиграфии, палеонтологии, радиоляриологии и, в особенности, проблем формализации эмпирического знания. Представляется полезным кратко осветить некоторые из них, так как реальные возможности ЭС и ИПС все еще существенно ограничены.

Преимущество процесса формализации любой содержательной (предметной) области знания состоит в том, что формализация позволяет строго фиксировать, схематизировать и выявлять общие закономерные связи и отношения, но здесь же заключается и ограниченность формализованного знания, состоящая в неполноте охвата всех многообразных связей предметов и явлений, которые не сводимы только лишь к структурным связям, используемым в ИПС и ЭС. Более того, даже структурные связи не могут быть полностью представлены средствами той знаковой системы, в которой они формализованы. Ограниченность формализации обуславливается также невозможностью исчерпывающей аксиоматизации теоретического и эмпирического знания. В эмпирике содержательной дисциплины всегда имеется много данных, не поддающихся формализации предложенными средствами, выяснение полной картины аксиоматической базы в ней крайне затруднено [1, 10].

Как правило, ограниченность формального знания является свидетельством недостаточной развитости и разработанности содержательной теории в данной предметной области, последнее неоднократно подчеркивалось многими исследователями применительно к стратиграфии. Развитие содержательной теории в определенной степени нахо-

дится в зависимости от совершенствования метаязыка, знаковых систем и средств их формализации и интерпретации.

В общей радиоляриологии еще далеко не осмыслены и не поставлены во взаимное соответствие такие фундаментальные элементы формализации, как языковые и знаковые системы, аксиоматика, диагностика и дедуктивно-интерпретационная системы.

Применяемый в предметной области знания общепринятый язык, называемый метаязыком и являющийся производной естественного языка, служит основой, на которой создаются вспомогательные языки, формальные знаковые или символьные системы. Одно из самых серьезных затруднений в процессе создания вспомогательных языков и формальных знаковых систем — это невозможность полной формализации метаязыка со всей его сложностью, своеобразием, неопределенностью терминов и многообразием оттенков значения отдельных признаков и их комбинаций, терминов и терминосистем. Метаязык не может быть адекватно заменен системами знаков и вспомогательными языками, при его формализации с неизбежностью происходит потеря части исходной эмпирической информации.

Нередко забывается о том, что в электронные базы данных вводятся знаки, несущие информацию об исходной (иногда мнимой) реальности, правила их сочетания, образования и преобразования формул и соответствующих операций, и не больше. Компьютеры оперируют лишь знаками, но не их значениями, значения знаков задаются, выявляются и содержательно интерпретируются лишь при их кодировании и декодировании, анализе результатов знаковых преобразований. «Если... радиолярист думает, что можно свалить свой материал в электронно-вычислительную машину и она «сама» разберется, то он ошибается. Эти машины не бывают «умнее», чем исследователи, и они не могут верно решить неправильно поставленную задачу» [7, с. 178]. Подобные и более резкие высказывания можно цитировать десятками. Интерпретация формально-языковой и знаковой систем осуществляется на базе метаязыка, позволяющего установить связь и соответствие формальной системы и содержательных теорий, связь знаков и значений. Более того, сама содержательная интерпретация определяет подбор знаков, выбор аксиом и форму логических операций. И далее, для разработки аксиоматики необходимы синтаксический и семантический анализ знаковых систем, который превращает формализованный язык в знаковую систему логического исчисления, т.е. дает ей реальную практическую ценность. Констатируем, что до тех пор, пока в метаязыке радиоляриологии приемы формальной логики, семиотики и семантики не будут сознательно (а не интуитивно) использоваться, говорить о содержательной интерпретации формально-языковой и знаковых систем по меньшей мере преждевременно [1, 10].

Аксиоматизация — важнейший элемент познавательной деятельности в любой из областей содержательного знания. Одним из фундаментальных оснований к выдвиганию или отбору тех или иных аксиом является требование их логической непротиворечивости, т.е. невозможности возникновения ситуации, в которой из одной и той же формальной системы выводятся положение, формула, заключение и одновременно их отрицание. В стратиграфических корреляционных экспертных системах это требование нередко нарушается, например в тех случаях, когда выбирается аксиома о строгой принадлежности неких таксонов к какой-нибудь одной стратиграфической единице и одновременно допускается возможность присутствия их в иных единицах (что особенно парадоксально в случаях с так называемыми «руководящими видами»). Формальное (формализованное) знание должно репрезентировать реальные, действительные объекты, свойства и отношения, но не мнимые конструкции, какими бы привлекательными они ни казались. В радиоляриевом анализе, как впрочем и в других отраслях палеонтологии и биостратиграфии, мнимых конструкций великое множество — начиная от диагнозов видов и кончая зональными схемами, следовательно, проблема верификации их действительно насущна.

Аксиоматизация, предпринимаемая средствами формализации, дает в итоге дедуктивную систему, которая отвечает требованиям непротиворечивости, полноты, независимости аксиом. Построение такой системы особенно необходимо для следующей, более высокой ступени формализованного знания — логико-математического, кибернетического моделирования, опирающегося на общность (изоморфизм, изофункционализм, гомоморфизм) модели и оригинала, но в палеонтологии и биостратиграфии это задача завтрашнего дня (а возможно, уже и сегодняшнего). Так, пока невозможно полное выяв-

ление гомеостаза объекта со средой (в самом широком смысле значений этих категорий от пары «таксон-комплекс таксонов» до пары «зона-стратиграфическая схема»), ибо и среда и объект пока не могут быть изучены с необходимой исчерпывающей полнотой; не созданы абстрактные алфавиты и знаковые системы, формальные знаковые системы; не построены формальные теории и соответствующая аксиоматическая база

Но вместе с тем, любые попытки создания более или менее полных знаковых систем должны только приветствоваться [4]. Так, М.Г. Петрушевская [5—8] предложила оригинальную и довольно полную знаковую систему, описывающую большую часть элементов и вариантов конструкционной морфологии скелетов радиолярий мезозоя-кайнозоя, которая после соответствующей доработки может быть использована в качестве достаточно адекватного вспомогательного формального языка.

И, в заключение, отметим, что в настоящее время существует богатый выбор алгоритмов, имитирующих на ЭВМ биостратиграфические корреляционные операции [2, 3 и др. издания], которые с успехом могут быть использованы и для решения чисто палеонтологических задач.

Список литературы

1. Ким В.В. Семиотические аспекты системы научного познания. Философско-методологический анализ. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1987.
2. Количественная стратиграфическая корреляция / Под ред. Дж. Кубитта и Р. Реймента; Пер с англ. М.: Мир, 1985.
3. Количественная стратиграфия. Результаты и перспективы в количественной стратиграфии // Сб. статей под ред. А.Н. Олейникова и М.П. Рубеля. Таллинн: Ин-т геологии АН Эстонской ССР, 1989.
4. Олейников А.Н. Формализация, математизация и применение ЭВМ в палеонтологии // Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение. Справочное пособие в 2-х томах. Том 2 / Под ред. В.В. Меннера, В.П. Макридина. М.: Недра, 1990. С. 57—75.
5. Петрушевская М.Г. Радиолярии отряда *Nassellaria* Мирового Океана. Л.: Наука, 1981.
6. Петрушевская М.Г. Термины, употребляемые при описании скелетов радиолярий. Словник для автоматизированных информационно-поисковых систем. Л.: ЗИН АН СССР, 1984.
7. Петрушевская М.Г. Радиоляриевый анализ. Л.: Наука, 1986.
8. Петрушевская М.Г., Меншуткин В.В. Объем информации, необходимый и достаточный для систематики радиолярий // Радиолярии в биостратиграфии. Свердловск, 1990. С. 107—118.
9. Петрушевская М.Г., Меншуткин В.В., Шилов В.В., Алексеева О.А., Хесин А.М. Опыт привязки комплексов радиолярий к океанической радиоляриевой шкале при помощи экспертной системы, реализованной на ЭВМ // Использование радиолярий в стратиграфии и палеобиологии: Тезисы докладов IX Всесоюзного семинара по радиоляриям, Сибай 1990 г. Л., 1990, С. 57—59.
10. Тарасов К.Е., Великов В.К., Фролова А.И. Логика и семиотика диагноза (методологические проблемы). М.: Медицина, 1989.
11. Riedel W.R. Artificial Intelligence Programming for Radiolarian research // *Geologica et Palaeontologica*. First International Conference on Radiolaria. Abstracts. Marburg, 1988. P. 31—32.
12. Sanfilippo A., Renz G.W., Nigrini C.A., Caulet J.P. Construction of a Bibliography from a Radiolarian Library — A Demonstration // *Geologica et Palaeontologica*. First International Conference on Radiolaria. Abstracts. Marburg, 1988. P. 33—34.
13. Vrielynck B., De Wever P. GESPAL: A Program for Gestion of Micropaleontologist Files // *Geologica et Palaeontologica*. First International Conference on Radiolaria. Abstracts. Marburg, 1988. P. 40.
14. Vrielynck B., De Wever P., Granlund A. BIOSTRAT: A Program for Editing Stratigraphic Range Table // *Geologica et Palaeontologica*. First International Conference on Radiolaria. Abstracts. Marburg, 1988. P. 40.