ТРИ ТЕЗИСА В ПРОДОЛЖЕНИЕ ДИСКУССИИ: КАКУЮ СИСТЕМУ МИНЕРАЛОГИИ МЫ СТРОИМ?

Ю. Л. Войтеховский

Геологический институт ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
woyt@geoksc.apatity.ru

В статье продолжено обсуждение фундаментальных концепций минералогии: минерального индивида, минерального вида, системы минералогии. Чтобы сохранить методологическое единство этой науки, следует принять, что минеральный индивид должен быть упорядочен. Но порядок может быть разным: транслируемым, локальным, строгим, нестрогим, квазипорядком, фрактальным и пр. Определение минеральных видов целесообразно пересмотреть в сторону их синтеза в непрерывные минеральные серии, границы которых в заданных Р-Т-Х-условиях определены лишь природой вещества. Для представления системы минералогии следует осознанно использовать отличные от классификаций логические конструкции: пространства толерантности, структуры и др.

Ключевые слова: минеральный индивид, минеральный вид, система минералогии.

THREE POINTS TO CONTINUE THE DISCUSSION: WHAT SYSTEM OF MINERALOGY DO WE BUILD?

Yu. L. Voytekhsy

Geological Institute KSC RAS, Apatity

Summary. The article continues the discussion on the fundamental concepts of mineralogy: mineral individual, mineral species, system of mineralogy. To maintain the methodological unity of this science, it should be accepted that the mineral individual must be ordered. The order may be different: translated, local, strict, weak, quasiorder, fractal... The definition of mineral species should be reviewed towards their synthesis in continuous mineral series, the boundaries of which in the given P-T-X conditions are determined only by the nature of the substance. To represent the system of mineralogy, it is necessary to consciously use logical constructions other than classifications: tolerance spaces, structures, etc.

Keywords: mineral individual, mineral species, system of mineralogy.

Введение

Несколько поводов побуждают вернуться к обозначенной теме [2] хотя бы в тезисной форме. Три конференции этого года — «Ферсмановская научная сессия» (Апатиты, ГИ КНЦ РАН, 2–3.04.2018) [6], «Роль технологической минералогии в рациональном недропользовании» (Москва, ВИМС, 15–16.05.2018) [10] и «Юшкинские чтения: современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии» (Сыктывкар, ИГ Коми НЦ УрО РАН, 22–24.05.2018) [12] — насыщенные интересными докладами по специальным темам, в ходе дискуссий показали падение интереса к главным методологическим вопросам нашей науки: что есть минеральный индивид, минеральный вид, система минералогии в целом. Разрыв традиции тем более странен, что случился на фоне экспансии минералогии во все пограничные и наноразмерные области. Минералогические исследования становятся всё более физическими. При этом определения минерального индивида и минерального вида размываются, становятся всё более неопределёнными. Вопрос о минеральных индивидах недавно был поднят в статьях [3, 9]. К нему следует добавить вопрос о системе минералогии в целом. Выход в свет монографии [5] красноречиво свидетельствует о продолжающихся стихийных поисках иных логических конструкций, нежели классификации, для представления системы минералогии. Скорее всего, в будущем они потребуют пересмотра определения минеральных видов в сторону их объединения в непрерывные минеральные серии, границы которых в заданных Р-Т-Х-условиях определены лишь природой вещества.

О минеральном индивиде

Проблема определения минерального индивида, доселе известного как кристалл или зерно, в обоих случаях обладающего диагностируемой кристаллической

структурой и стабильной формой, связана с размыванием обеих характеристик: и структуры (квазикристаллы — бесконечные нетранслируемые структуры, стабильные фуллерены — конечные полиэдрические молекулярные структуры с высокими, в том числе икосаэдрическими и другими некристаллографическими симметриями), и формы (кватароны — динамические атомные кластеры, квазистабильные фуллерены — полиэдрические молекулярные структуры с низкими симметриями, стабилизируемые допирующими атомами). В такой ситуации полезно помнить, что даже совершенный природный минерал есть неизбежно дефектная реализация (платоновой, математической) идеи кристалла — трансляционно упорядоченной системы атомов, кластеров, молекул. Чтобы сохранить методологическое единство минералогии, сегодня следует относить к минеральным индивидам — *ex necessitate, non ex voluntate* — природные объекты, в которых определён какой-либо порядок: трансляционный, локальный, строгий, нестрогий, фрактальный (масштабно-инвариантный), квазипорядок и т. д.

О минеральном виде

Минеральные виды как природные кристаллические химические соединения сегодня — не кирпичики в иерархии природы, коль скоро их составы определены весьма искусственными правилами «50 %» и «преобладания одного из химических элементов в данной структурной позиции». Формально удобные в применении, они опустили категорию минерального вида с фундаментального уровня на операциональный. Минеральные виды сегодня не того статуса, что элементарные частицы, атомы и биологические виды (впрочем, здесь ситуация не идеальна). В заданных Р-Т-Х-условиях границы между минеральными видами должны отвечать разрывам смесимости твёрдых растворов, определённым только

природой вещества. «Минеральная серия» Дж. Д. Дэна и др. и «генеральный минеральный вид» Д. П. Григорьева более естественны. Наряду с принятым сегодня (аналитическим, «хирургическим») подходом, когда на минеральные виды разрезаются даже совершенные минеральные серии, по меньшей мере нужен параллельный (синтетический) подход, объединяющий минеральные виды в максимальные связные серии, которые и следовало бы понимать как минеральные виды.

Строго говоря, сегодняшний минеральный вид не может иметь филогении, хотя такая аналогия с биологическим термином Д. П. Григорьевым проведена. Закономерно, что нет ни одной монографии с этим ключевым словом в заголовке в отличие от нескольких «онтогений». В истории планеты минеральный вид — как он определён сегодня — не эволюционирует в другой минеральный вид, приспособляясь к меняющимся условиям. Он либо есть (в поле стабильности), либо его нет (с учётом фазы квазистабильного состояния). Что касается изменчивости составов минералов при их образовании в разных физико-химических условиях единого поля стабильности, то она соответствует не филогении, а внутривидовой экологической изменчивости биологических видов. Но возникает вопрос: нельзя ли так определить категорию минерального вида, чтобы он обладал филогенией, понимаемой как качественное изменение структуры (конфигурации) в меняющихся физико-химических условиях?

О системе минералогии

Кажется парадоксальным, но по размышлению оказывается закономерным, что система тех или иных природных объектов обычно сводится авторами к классификации. Таковы система природы К. Линнея [13], система минералогии Дж. Д. Дэна и др. [4], периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева [7], система рыбообразных и рыб Л. С. Берга [1]. Есть ряд минералогических классификаций, различающихся акцентами на химической (от Берцелиуса) или структурной (после Фёдорова и Шёнфлиса) составляющих конституционной парадигмы. Но классификация не система. Как логическая процедура она делит многообразие объектов на классы с непроходимыми границами. Она лишь фундамент системы, но не сама система, которая должна связать многообразие строго определённых и разделённых в классификации сущностей в новое целое некими отношениями. Топтание на фундаменте уже не удовлетворяет исследователей. Первые стихийные догадки об иных логических возможностях — пространствах толерантности [11] и структурах с разными отношениями порядка [5, 8] — оповещают о будущих тектонических подвижках в представлениях о системе минералогии.

Заключение

Легко видеть, что одновременно допустимы различные представления о системе минералогии — в форме классификаций (их уже много), пространств толерантности и структур (их пока мало). Внимательный анализ периодической системы химических элементов показывает, что в ней классификация сочетается со структурой — строгим упорядочением химических элементов по возрастанию заряда ядра. Классификации организмов чаще всего подразумевают другую структуру — эволюционное древо, в

которой организмы тем более родственны, чем ближе находятся к общему предку. По-видимому, будущее минералогии тоже состоит в творческом согласовании различных логических (математических) конструкций, объективно выявляющих различные стороны минерального мира.

Литература

1. Берг Л. С. Система рыбообразных и рыб, ныне живущих и ископаемых. М.-Л.: АН СССР, 1955. 286 с.
2. Войтеховский Ю. Л. О системе минералогии: классификации, пространства толерантности, структуры // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2011. № 6. С. 17–19.
3. Войтеховский Ю. Л. Замечания к статье В. А. Попова «О современной парадигме минералогии как отражении законов анатомии кристаллов» // Минералогия (Миасс). 2018. № 4(2). С. 69–71.
4. Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч. и др. Система минералогии. М.: Иностр. лит. Т. 1, 1951. 608 с.; т. 2, 1953, 773 с.
5. Кривовичев В. Г., Чарыкова М. В. Классификация минеральных систем. СПб.: СПбГУ, 2013. 196 с.
6. Материалы XV Всероссийской Ферсмановской научной сессии. Апатиты, ГИ КНЦ РАН, 2–3 апр. 2018 г. Апатиты: КНЦ РАН, 2018. 525 с.
7. Менделеев Д. И. Периодический закон. М.: АН СССР, 1958. 831 с.
8. Петров Т. Г., Краснова Н. И. R-словарь-каталог химических составов минералов. СПб.: Наука, 2010. 150 с.
9. Попов В. А. О современной парадигме минералогии как отражении законов анатомии кристаллов // Минералогия (Миасс). 2018. № 4(2). С. 62–68.
10. Роль технологической минералогии в рациональном недропользовании: Материалы всероссийского совещания (Москва, ВИМС, 15–16 мая 2018 г.) М.: ВИМС, 2018. 234 с.
11. Смирнова Н. Л. О системе минералов. Уровни // Вестник МГУ. Сер. геол. 1979. № 2. С. 59–63.
12. Юшские чтения—2018: современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии: Материалы IV Всероссийского семинара. (Сыктывкар, ИГ Коми НЦ УрО РАН, 22–24 мая 2018 г.) Сыктывкар: Геопринт, 2018. 278 с.
13. Linnaei C. Systema naturae sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, species. Leyden: T. Haak; 1735. 823 p.

References

1. Berg L. S. *Sistema ryboobraznykh i ryb, nyne zhivuschikh i iskopaemykh* (The system of fish-like and fishes, now living and fossil). Moscow-Leningrad: Rus. Acad. Sci., 1955, 286 pp.
2. Voytekhoyskiy Y. L. *O sisteme mineralogii: klassifikatsii, prostranstva tolerantnosti, struktury* (On the system of mineralogy: classifications, tolerance spaces, structures). Vestnik of Institute of geology, Komi SC UB RAS, 2011, No 6, pp. 17–19.
3. Voytekhoyskiy Y. L. *Zamechaniya k statye V. A. Popova «O sovremennoy paradigme mineralogii kak otrazhenii zakonov anatomii kristallov»* (Comments on the article by V. A. Popov «On the modern paradigm of mineralogy as a reflection of the laws of crystal anatomy»). Mineralogy (Miass), 2018, No. 4(2), pp. 69–71.
4. Dana J. D., Dana E. S., Palache Ch. *et al. Sistema mineralogii* (The system of mineralogy). Moscow: Inostr. lit., V. 1, 1951, 608 pp; V. 2, 1953, 773 pp.
5. Krivovich V. G., Charykova M. V. *Klassifikatsiya mineralnykh sistem* (Classification of mineral systems). St-Petersburg: SPbSU, 2013, 196 pp.

6. *Materialy XV vserossiyskoy Fersmanovskoy nauchnoy sessii* (Materials of the XV all-Russian Fersman scientific session. Apatity, GI KSC RAS, April 2–3, 2018). Apatity: KSC RAS, 2018, 525 pp.
7. Mendeleev D. I. *Periodicheskiy zakon* (Periodical law). Moscow: RAS, 1958, 831 pp.
8. Petrov T. G., Krasnova N. I. *R-slovar-katalog khimicheskikh sostavov mineralov* (R-dictionary-catalogue of chemical compositions of minerals). Sankt-Petersburg: Nauka, 2010, 150 pp.
9. Popov V. A. *O sovremennoy paradigme mineralogii kak otrazhenii zakonov anatomii kristallov* (On the modern paradigm of mineralogy as a reflection of the laws of crystal anatomy). Mineralogy (Miass), 2018, No. 4(2), pp. 62–68.
10. *Materialy vserossiyskogo soveschaniya «Rol' tekhnologicheskoy mineralogii v ratsionalnom nedropolzovanii»* (Materials of the all-Russian meeting «The role of technological mineralogy in rational subsoil use»). Moscow: VIMS, May 15–16, 2018). Moscow: VIMS, 2018, 234 pp.
11. Smirnova N. L. *O sisteme mineralov. Urovni* (On the system of minerals. Levels). Vestnik MSU, Ser. Geol, 1979, No. 2, pp. 59–63.
12. *Materialy IV vserossiyskogo seminara «Yushkinskiye chteniya 2018: sovremennye problemy teoreticheskoy, eksperimentalnoy i prikladnoy mineralogii»* (Materials of the IV all-Russian seminar «Yushkin memorial readings 2018: modern problems of theoretical, experimental and applied mineralogy»). Syktyvkar, IG Komi SC UD RAS, May 22–24, 2018). Syktyvkar: Geoprint, 2018, 278 pp.
13. Linnaeus C. *Systema naturae sive regna tria naturae systematice proposita per classes, ordines, genera, species*. Leyden: T. Haak; 1735, 823 p.

НАУЧНАЯ ДИСКУССИЯ

Отзыв о статье Ю. Л. Войтеховского «Три тезиса в продолжение дискуссии: какую систему минералогии мы строим?», представленной для публикации в «Вестник института геологии Коми НЦ УрО РАН»

В статье продолжается обсуждение фундаментальных вопросов минералогии, начатое автором в предыдущих публикациях.

Рецензируемая статья достаточно лаконична и одновременно академична.

Однако, утверждая неоспоримое, что минералогические исследования становятся «более физическими», автор статьи полагает, что именно этим объясняется размывание границ некоторых терминов и понятий. С таким взглядом можно было бы согласиться, если уточнить, что с «экспансией» физических методов анализа

увеличивается чувствительность физико-минеральных аналитических методов с уменьшением их локальности. Это неизменно приводит к некоторой потере «представительности» анализируемых объемов или площади. Прежние привычные определения складывались для наблюдений в диапазоне видимой (микроскопической, но не нано) области. Не вызывает возражений авторский подход к определению минерального индивида как любому виду трансляции, но представляется необходимым дополнить его наличием границы индивида или зерна как самостоятельной структурной фазы.

Остальные тезисы рецензируемой статьи не вызывают ни редакционных, ни дискуссионных замечаний. Приведенное выше имеет целью только призвать к размышлениям.

Вед. н. с. ВСЕГЕИ д. г.-м. н. Р. Л. Бродская