

РЕЦЕНЗИЯ

УДК 548.12

Н.Н. Еремин¹, С.М. Аксенов²

РЕЦЕНЗИЯ НА УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО КРИСТАЛЛОГРАФИИ

ЗАВЬЯЛОВ Е.Н. «КРИСТАЛЛОЛОГИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О КРИСТАЛЛАХ, КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВАХ И МЕТОДАХ ИХ ИЗУЧЕНИЯ. ЗАДАЧИ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КРИСТАЛЛОГРАФИИ И АНАЛИЗ ИХ РЕШЕНИЯ». — М.: КДУ, УНИВЕРСИТЕТСКАЯ КНИГА, 2016. 314 С.: ТАБЛ., ИЛ.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, 119333, Москва, Ленинский проспект, 59

ФИЦ «Кольский научный центр» РАН, старший научный сотрудник, канд. геол.-мин. наук, 184209, Апатиты, улица Ферсмана, 14

*Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, GSP-1, Leninskiye Gory, 1
FRITS Crystallography and Photonics RAS, 119333, Moscow, Leninsky Prospekt, 59
FITZ Kola research centre of RAS, 184209, Apatity, Fersman stl, 14*

К настоящему времени библиотеки вузов России укомплектованы современными учебными пособиями по кристаллографии (например, [Егоров-Тисменко, 2005; Розин, 2005; Чупрунов и др., 2004]). Однако они ориентированы в основном на студентов геохимических, химических и физических специальностей, для которых кристаллография и кристаллохимия — базовые дисциплины, что подразумевает, в том числе, широкое применение математического аппарата при рассмотрении материала.

Специфика курса кристаллографии для студентов, обучающихся по специальности «Прикладная геология», связана в первую очередь с необходимостью использовать больший объем иллюстративного материала и описательный подход в противовес ряду математических выкладок. В связи с этим даже учебники, рассчитанные на целевую аудиторию студентов-геологов [Егоров-Тисменко и др., 1992; Егоров-Тисменко, 2010], часто трудны для понимания из-за своей якобы избыточной сложности. Неудивительно, что кафедра кристаллографии и кристаллохимии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова постоянно использует в учебном процессе и более простые учебные пособия [Еремин, Еремина, 2013]. К сожалению, из-за общего уровня подготовки абитуриентов, приходящих в вузы на геологические специальности, даже эти пособия иногда тяжелы для освоения материала. Все это требует новых подходов к изложению материала, которые были бы, с одной стороны, простыми и наглядными, а с другой — оставались математически строгими и отвечали современным представлениям о кристаллографии как науке. Таким образом, можно заключить, что требования к пособиям, в которых содержатся основы кристаллографии, или

так называемые упрощенные сведения, должны быть существенно выше, поскольку недостоверные или устаревшие данные могут существенным образом исказить представления студентов об этой дисциплине.

Сравнительно новое учебное пособие «Кристаллография: основные представления о кристаллах, кристаллических веществах и методах их изучения. Задачи по геометрической кристаллографии и анализ их решения», автор доцент МГРИ-РГГРУ Е.Н. Завьялов, ориентировано именно на использование его в рамках ограниченного числа учебных часов с целью интенсивного экскурса в основы геометрической кристаллографии, минуя громоздкие математические основы. При этом автор назвал его именно «Кристаллография...», вероятно, чтобы вызвать интерес у студентов-первокурсников к новой и сложной науке.

Содержание пособия не оставило нас равнодушными, и в связи с этим мы хотели бы поделиться своими впечатлениями после ее прочтения. Надеемся, что рецензия поможет в выборе этого учебного пособия в качестве базового для освоения курса кристаллографии либо послужит аргументированным отказом от его использования.

С нашей точки зрения, название книги исключительно неудачно — можно сделать вывод, что автор написал фундаментальный труд обо всех аспектах науки о кристаллах (аналогичный четырехтомнику «Современная кристаллография» [Вайнштейн, 1979]), а не учебное пособие, большая часть которого посвящена аспектам геометрической макрокристаллографии и морфометрии. Методы изучения представлены самыми общими сведениями о рентгеноструктурном анализе, который ограничивается лишь уравнением Лаэ, при этом уравнение Брэгга–Вульфа даже не

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра кристаллографии и кристаллохимии, заведующий кафедрой, чл.-корр. РАН, докт. хим. н.; e-mail: negemin@geol.msu.ru

² ФИЦ Кольского научного центра РАН; ФНИЦ «Кристаллография и фотоника», ст. науч. с.; e-mail: aks.crys@gmail.com

приводится, хотя оно проще, понятнее и лучше применимо как к моно-, так и к поликристаллам. Теория изоморфизма изложена на двух страницах, а полиморфизма — на одной. В таком виде эти разделы лучше не приводить вовсе, а сослаться на другие пособия. О существовании других важнейших общепринятых категорий кристаллохимии — морфотропии и структурной гомологии — автор даже не упоминает.

Многие встреченные в тексте словосочетания и фразы двусмысленны, а часть выражений и во все ошибочны. Приведем лишь некоторые из них:

с. 13: «Кристалл — это частный случай кристаллического вещества» (что же тогда общий случай? — *Авт.*). В учебном пособии следовало бы привести более распространенное определение кристалла;

с. 20: «Кристалл (галенита) изометричен, т.е. повторяется во всех направлениях», на самом деле не во всех;

с. 115: «Как обычно, углы α , β и γ отсчитываются от оси Y» — угол β никак не может быть отсчитан от оси Y; это угол между осями X и Z;

с. 160: «... важнейшее значение имеет близость ионных радиусов...» — явление изоморфизма несколько сложнее, так, например, читателю останется непонятным, почему Ca^{2+} и Cd^{2+} практически не образуют изоморфных смесей, несмотря на близость их ионных радиусов;

с. 162: «Особенно распространена политипия — разновидность полиморфизма...», но с термодинамической точки зрения [Верма, Кришна, 1969] политипия не является разновидностью полиморфизма, так как политипы не имеют собственных полей устойчивости на фазовых диаграммах.

Автор не делает различия между приставками «би» и «ди» (см., например, табл. 3), но их смысл различен: первая приставка имеет смысл отражение многогранника в экваториальной горизонтальной плоскости, а вторая — удвоение грани кристалла вертикальной плоскостью. Таким образом, дигексагональная бипирамида не может называться дигексагональной дипирамидой.

В табл. 3 в графе «Возможные варианты простых форм средних сингоний» (sic!) пропущены

моноэдр и пинакоид. Утверждение, что они находятся исключительно в низшей категории (рис. 72) ошибочно: моноэдр может быть встречен в шести классах средней категории (C_n и C_{nv} ; $n=3, 4, 6$), а пинакоид — в тринадцати остальных.

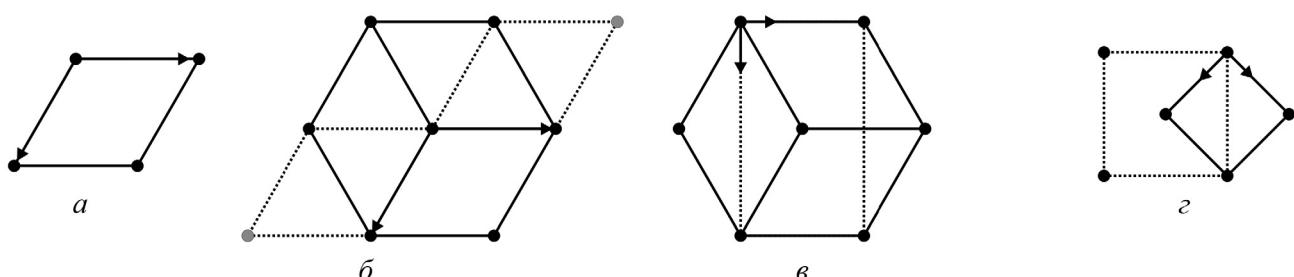
В табл. 12 «Трансляционные ячейки (ячейки Браве)» приведена базоцентрированная гексагональная ячейка. Заметим, что ячейки являются параллелепипедами повторяемости и так называемая базоцентрированная гексагональная ячейка на самом деле является примитивной (рисунок, *а*, *б*). Безусловно, векторы трансляции можно выбрать и по-другому, нарушая базовые принципы вывода элементарных ячеек Браве. Гексагональный мотив в начале—середине XX в. иногда представляли и центрированной ячейкой с прямыми углами (рисунок, *в*). Но эти иные выборы векторов трансляций не могут привести к появлению принципиально новых решеток. По этой причине не существует базоцентрированных и гранецентрированных тетрагональных ячеек (рисунок, *г*). Отметим также, что элементарная ячейка гексагональной призмой быть не может в принципе, поскольку такой фрагмент не параллелепипед, следовательно, не разбивает пространство системой параллельных переносов, а требует дополнительного введения иных преобразований, в данном случае поворотов на 120° . Это исключительно принципиальное замечание.

Значок $\langle\bullet\rangle$ приводится повсеместно в учебном пособии для обозначения инверсионных осей 3-го порядка $L_3=L_6^3=\bar{3}$, что неверно, так как его применяют для обозначения инверсионных осей 6-го порядка $L_3=L_6^3=\bar{6}$ и использовали, соответственно, только в графиках точечных групп $L^3P=\bar{6}$ и $L^33L^24P=\bar{6}m2$ [Aroyo, 2016].

На рис. 81 — в месте выхода координатного направления для всех трех классов указанна ось L_2 , что неверно. В классе $3L_4^24L_36P=\bar{4}3m$ на этом месте фиксируется инверсионная ось 4-го порядка — L_4^2 .

В учебном пособии широко используется устаревшая терминология, которая Международным союзом кристаллографов уже давно не рекомендована к употреблению [Aroyo, 2016]:

— зеркально поворотные оси сейчас практически не используются в мировой литературе;



К ошибочности 15-й решетки, предложенной автором пособия: *а* — гексагональная примитивная решетка; *б* — приведение «гексагональной базоцентрированной решетки» к примитивной решетке; *в* — устаревшее представление гексагонального мотива центрированной ячейкой с прямыми углами; *г* — невозможность существования базоцентрированной тетрагональной ячейки

— в пособии приводятся только обозначения классов в учебной символике Браве. Международная символика Германа—Могена рассматривается в §8 «Интернациональные обозначения видов симметрии», но никак не используется в тексте. К сожалению, и в этом разделе присутствуют досадные ошибки: символы голоэдрического кубического класса $3L_44L_6^36L_29PC$ и класса $3L_44L_6^33PC$ следует приводить с чертой над цифрой 3 ($m\bar{3}m$ и $m\bar{3}$ соответственно), поскольку на соответствующих позициях фиксируются не поворотные, а инверсионные оси 3-го порядка с большей размножающей способностью. Заметим, что символика Шенфлиса, используемая в [Agooy, 2016] для однозначной идентификации пространственных групп в различных установках, не приводится;

— в пособии приводится разделение групп симметрии на 7 сингоний, что сейчас небесспорно. В настоящее время принято выделять тригональную подсингонию гексагональной сингонии [Agooy, 2016]. Это более логично, учитывая следующее определение сингонии: *семейство классов с одной координатной системой*.

Учебное пособие изобилует многочисленными опечатками и ошибками; этот список настолько большой, что приводить его в рецензии не представляется возможным.

Литература, использованная при написании учебного пособия, без сомнения, устарела. Очевидно, что для подобных пособий необходим также список рекомендованной литературы для дополнительного изучения предмета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вайнштейн Б.К. Современная кристаллография: В 4-х т. М.: Наука, 1979.
- Верма А., Кришна П. Полиморфизм и политипизм в кристаллах. М.: Мир, 1969. 274 с.
- Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия. М.: КДУ, 2005. 592 с.
- Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография. Руководство к практическим занятиям по кристаллографии. М.: МГУ, 2010. 208 с.
- Егоров-Тисменко Ю.К., Литвинская Г.П., Загальская Ю.Г. Кристаллография. М.: МГУ, 1992. 288 с.

Раздел 4 части II пособия посвящен гониометрическим задачам, решаемым с помощью сетки Вульфа. Учитывая точность графических построений с помощью этого трафарета (не более 1°), не понятна логика автора, который привел в учебном разделе пособия координаты гномостереографических проекций граней с точностью до минуты. Во-первых, очевидно, что такой точности при решении учебной задачи добиться невозможно. Во-вторых, все учебные упражнения в пособии приведены для минералов — природных объектов переменного состава, для которых химический состав конкретного индивида будет определять конкретные величины этих углов в пределах доверительного интервала, намного превышающего точность, приводимую автором пособия.

Таким образом, содержание рецензируемого учебного пособия вызвало наше обоснованное недоумение — огромное число принципиальных ошибок в тексте, опечаток, повсеместное использование устаревших терминов и формулировок произвело поистине удручающее впечатление. В связи с этим возникает большой вопрос к УМО по образованию в области прикладной геологии, а также к рецензенту Э.М. Спиридовону, профессору кафедры минералогии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

С нашей точки зрения, рецензируемое пособие нельзя рекомендовать для студентов высших учебных заведений, в том числе для обучающихся по направлению подготовки 130300 «Прикладная геология» (в настоящее время 21.05.02 «Прикладная геология» (уровень специалитета)).

Еремин Н.Н., Еремина Т.А. Занимательная кристаллография. М.: МЦНМО, 2013. 152 с.

Розин К.М. Практическая кристаллография. М.: МИСИС, 2005. 488 с.

Чупрунов Е.В., Хохлов А.Ф., Фаддеев М.А. Основы кристаллографии. М.: Физматлит, 2004. 500 с.

International tables for crystallography / Ed. M.I. Agooy. Vol. A. Space-group symmetry. 6th ed. Wiley, 2016.

Поступила в редакцию 05.04.2020

Поступила с доработки 30.06.2020

Принята к публикации 30.06.2020