

**Болдырев А.К.**

**Болдырев А.К. Кристаллография**

**Изд. 3-е.**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 502.5  
ББК 20.1  
Б79

Б79 **Болдырев А.К.**  
Болдырев А.К. Кристаллография: Изд. 3-е. / Болдырев А.К. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 426 с.

**ISBN 978-5-458-59223-9**

3-е издание, исправленное и дополненное. «Курс кристаллографии» доктора геологических наук, профессора Ленинградского горного института Анатолия Капитоновича Болдырева, является третьим, частично исправленным и дополненным изданием. В нем описываются: формы кристаллов, методы их изучения, геометрическая теория строения и определение вещества по формам, его кристаллов; механические, тепловые, рентгенометрические, магнитные, звуковые свойства кристаллов, их рост и растворение; связь их формы и строения с химическим составом, полиморфизм и др. Кроме этого приведено описание универсального столика Е. С. Федорова и склерометра Мартенса с указанием основных приемов работы с ними. Книга является не только прекрасным учебником для студентов геологоразведочных специальностей, но и ценным руководством для специалистов.

**ISBN 978-5-458-59223-9**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2013  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ.

Необходимость срочно выпустить новое издание этой книги не позволила мне переработать ее так, как хотелось бы. Такую значительную переработку я откладывал до 4-го издания. Здесь я ограничиваюсь лишь небольшими поправками, какие допускает стереотипное издание и теми небольшими заново написанными «Дополнениями», которые мне казались особенно необходимыми.

Значительная часть упомянутых поправок сделана по указаниям следующих сотоварищей по педагогической работе: проф. О. М. Аншелеса, Г. Б. Бокия, А. М. Болдыревой, В. В. Доливо-Добровольского, В. И. Михеева, проф. Н. Н. Падурова, Г. М. Попова и И. И. Шафрановского. За эту помощь приношу им свою глубокую благодарность.

А. Болдырев.

Федоровский Институт  
25 июля 1934 г.  
Ленинград.

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ.

В 1926 году издательством „Кубуч“ был выпущен мой литографированный учебник „Основы Кристаллографии“, составленный по моим лекциям А. М. Болдыревой и Е. А. Пресняковым.

„Кристаллография“, находящаяся перед читателем сейчас, лишьично может считаться вторым изданием упомянутой выше книжки. Ятце укажу здесь главные черты этого нового своего курса.

Вся геометрическая часть, опубликованная в литографированном издании, перенесена с небольшими поправками и сюда. Таким образом я по-прежнему не излагаю здесь учения о проекциях, ввода 32 видов и 230 разновидностей симметрии и параллелоэдров. Существенным и большим по объему дополнением к геометрической части курса является здесь часть седьмая — гониометрия кристаллов, где подробно описаны теодолитный гониометр, его поверка, измерение, вычисление и вычерчивание кристаллов и способы точного нахождения символов его граней и ребер.

Наиболее расширена в этой книге по сравнению с „Основами Кристаллографии“ физическая часть. Здесь целый ряд вопросов обработан мною не только по сводным сочинениям, но и по журнальной литературе последнего времени.

Значительной (но все же меньшей) проработке подвергся также и третий отдел — химическая кристаллография. Здесь я излагаю преимущественно работы русских авторов.

В результате, если геометрическая и физическая части курса оказались приблизительно равными по объему, то химическая часть оказалась в 3 с лишним раза меньше каждой из двух первых.

Таким образом, хотя я и не достиг пока полного равновесия всех трех ветвей нашей науки в предлагаемом здесь учебнике, но уже приблизился к этому. Современное состояние Кристаллографии этого настоятельно требует.

Блестящий период развития геометрии форм и структуры кристаллов был завершен в конце прошлого и в начале нынешнего столетия работами нашего незабвенного учителя Е. С. Федорова, из которых главными являются: вывод одновременно с А. Шенфлисом 230 разновидностей симметрии, теория параллелоэдров и кристаллохимический анализ.

В начале нынешнего века М. Лауз совершает свое открытие дифракции рентгенолучей в кристаллах. С этого момента больше, чем когда-либо прежде Кристаллография теснейшим образом соединяется с Физикой и Химией и под знаком этого соединения идет ее дальнейшее развитие на наших глазах. И мы все ясно сознаем, что лишь в этом соединении лежит залог ее грядущих достижений.

Разумеется, при этом нельзя забывать, что право на смысл существования Кристаллографии, как самостоятельной ветви науки, заключается в ее геометрической части. Конечную цель нашей науки мы видим в возможном сведении эмпирических законов физики и химии кристаллов к их геометрии.

Поэтому как морфологии кристаллов, так и геометрической теории их структуры надлежит отводить подобающее место при изложении этой науки, освобождая, однако, этот отдел от излишнего балласта и научной жвачки.

В этом моем взгляде лежит отчасти причина конспективного изложения мною учения о формах кристаллов. При занятиях со студентами эта конспективность легко может быть восполнена каждым преподающим. Другая, более важная причина лежит в невозможности увеличивать объем этого учебника. Более полное и строгое изложение геометрической кристаллографии должно служить темой особого сочинения. В Ленинградском Горном Институте изложение этой темы выделено в особый курс: Дополнительные статьи по Кристаллографии.

Я ясно вижу многие недостатки этой книги. Но их, вероятно, больше, чем я вижу. Всякие указания на такие недостатки со стороны своих тотоварищ по науке встречу с большой признательностью.

Первую благодарность за это я должен принести здесь своей постоянной помощнице Анне Михайловне Болдыревой за ее указания при ведшейся мною тяжелой работе по корректуре этого курса.

С большой благодарностью я использовал также ряд ценных замечаний, сделанных мне В. В. Доливо-Добровольским и В. Б. Татарским, ознакомившимися частично с книгой по корректуре.

*А. Болдырев.*

Федоровский Институт  
10 марта 1930 г.  
Ленинград.

# СОДЕРЖАНИЕ.

	СТР
Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	9
§ 1. Понятие о кристаллографии. 9. § 2. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе. 9. § 3. Понятие об аморфном веществе. 10. § 4. Распространенность кристаллического вещества. 10. § 5. Задачи кристаллографии и связь ее с другими науками. 11. § 6. Разделение кристаллографии. 12.	
О Т Д Е Л I.	
Геометрическая кристаллография.	
§ 7. Разделение геометрической кристаллографии. 13.	
Часть первая. Кристаллографические проекции . . . . .	13
§ 8. Предварительные понятия. 13. § 9. Краткое понятие о стереографических проекциях. 14. § 10. Другие виды кристаллографических проекций. 15.	
Часть вторая. Учение о симметрии . . . . .	15
§ 11. Значение симметрии для кристаллографии. 15. § 12. Предварительные понятия о симметрии. 16. § 13. Основные определения. 16. § 14. Примеры симметрических преобразований. 16. § 15. Типы симметрических преобразований. 17. § 16. Замена симметрических преобразований. 17. § 17. Элементы симметрии. 18. § 18. Частные случаи поворотных осей симметрии. 20. § 19. Частные случаи зеркально-поворотных осей. 20. § 20. Сложение элементов симметрии. 23.	
Часть третья. Тридцать два вида симметрии кристаллов, распределение их по шести сингониям и простые формы в них встречающиеся . . . . .	25
§ 21. Виды симметрии кристаллов и разделение их по сингониям. 25. § 22. Понятие о простых формах и комбинациях. 26. § 23. Происхождение кристаллографической номенклатуры. 27. § 24. Триклинная сингония. 27. § 25. Моноклинная сингония. 28. § 26. Ромбическая сингония. 30. § 27. Тетрагональная сингония. 31. § 28. Гексагональная сингония. 35. § 29. Кубическая сингония. 42. § 30. Некоторые общие замечания о простых формах и видах симметрии кристаллов. 45.	
Часть четвертая. Эмпирические законы геометрической кристаллографии . . . . .	47
§ 31. Перечень эмпирических законов кристаллографии. 48. § 32. Закон плоскогранности и прямореберности кристаллов. 48. § 33. Закон постоянства углов в кристаллах. 49. § 34. Закон рациональности отношений параметров. 50. § 35. Закон поясов (Вейса). 53. § 36. Закон кристаллической однородности. 55. § 37. Закон симметрии. 55. § 38. Закон кристаллографических пределов (Федорова). 56. § 39. Законы срастания кристаллов друг с другом. 56. § 40. Срастание кристаллов разнородных веществ. 58.	

Часть пятая. Кристаллографические символы. . . . .	59
--	----

§ 41. Кристаллографические символы граней. 59. § 42. Кристаллографические символы ребер. 61. § 43. Значение символов и способы их определения. 62. § 44. Зависимость между символами граней и ребер кристаллов. 63. § 45. Общие понятия об установке кристалла. 64. § 46. Установка кристаллов кубической сингонии. 65. § 47. Установка кристаллов тетрагональной сингонии. 66. § 48. Установка кристаллов ромбической сингонии. 66. § 49. Установка кристаллов моноклинной сингонии. 67. § 50. Установка кристаллов триклинной сингонии. 67. § 51. Установка кристаллов гексагональной сингонии. 67. § 52. Упражнения в определении символов. 68.

Часть шестая. Геометрические теории структуры кристаллического вещества . . . . .	69
---	----

§ 53. Плоские сетки и пространственные решетки. 69. § 54. Выводы эмпирических законов из теории пространственных решеток. 71. § 55. Теория параллелоэдров. 73. § 56. Выводы из теории параллелоэдров. 76. § 57. Понятие о более полной геометрической теории структуры кристаллов. 78.

Часть седьмая. Гониометрия кристаллов . . . . .	86
---	----

§ 58. Прикладной гониометр. 86. § 59. Отражательный теодолитный гониометр. 87. § 60. Подробности конструкции теодолитного гониометра Федорова. 89. § 61. Проверка гониометра. 92. § 62. Юстировка кристалла. 95. § 63. Ход измерения кристалла. 97. § 64. Точные методы определения символов. 100. § 65. Метод поясов. 100. § 66. Метод косинусов (разработанный Г. В. Вульфом). 104. § 67. Метод отрезков (метод Аншелеса—Доливо-Добровольского). 106. § 68. Нахождение символов кристаллов гексагональной сингонии. 116. § 69. Вычисление кристаллов. 116. § 70. Метод проективных символов. 117. § 71. Метод непосредственных формул (Аншелеса). 136. § 72. Вычерчивание изображений кристаллов. 141.

Часть восьмая. § 73. Кристаллохимический анализ . . . . .	145
---	-----

## О Т Д Е Л II.

### Физическая кристаллография.

§ 74. Вопросы, рассматриваемые в физической кристаллографии. 147.

Часть девятая. Оптика кристаллов. . . . .	148
---	-----

§ 75. Общие понятия об электромагнитной теории света. 148. § 76. Виды лучистой энергии. 150. § 77. Упрощение представления о световом луче. 150. § 78. Необходимые сведения из элементарной оптики. 151. § 79. Изотропная и анизотропная среда. 152. § 80. Свойства луча прошедшего сквозь кристалл. Устройство никеля. 152. § 81. Поверхность световой волны. 153. § 82. Эллипсоид показателей преломления. 154. § 83. Свойства эллипсоида. 155. § 84. Оптические константы вещества. 158. § 85. Типы эллипсоидов и их расположение в кристаллах разных сингоний. 159. § 86. Понятие о дисперсии. 162. § 87. Устройство микроскопа. 162. § 88. Простейшие опыты с кристаллами под микроскопом. 163. § 89. Плеохроизм, спайность и двойники под микроскопом. 165. § 90. Углы погасания. 166. § 91. Причина окраски кристаллов между скрещенными никелями. 167. § 92. Исследование кристаллов в сходящемся поляризованном свете. 169. § 93. О вращении плоскости поляризации. 171. § 94. Простейшие случаи определения сингонии кристаллов под микроскопом. 172. § 95. Понятие об «Универсальном методе Федорова». 174. § 96. Микроскопическое исследование непрозрачных кристаллов. 175.

	СТР.
<b>Часть десятая. Рентгенометрия кристаллов. . . . .</b>	177
§ 97. Общие сведения о рентгеновых лучах. 177. § 98. Открытие Лауэ. 178. § 99. Опыты Браггов. 179. § 100. Формула Брагга-Вульфа. 180. § 101. Определение вида структуры кристалла. 181. § 102. Определение абсолютных расстояний атомов в кристаллах по Браггам. 183. § 103. Тео- рия структуры кристаллов по Браггам. 183. § 104. Метод Дебая—Шер- пера. 184. § 105. Метод Лауэ. 186. § 106. Значение рентгенометрии кри- сталлов. 187.	
<b>Часть одиннадцатая. Механические свойства кристаллов. . . . .</b>	188
§ 107. Спайность. 188. § 108. Анизотропия сил сцепления в кри- сталлах. Значение поверхностного слоя. 191. § 109. Твердость. 192. § 110. Упругость. 195. § 111. Механические сдвиги. 208. § 112. Пласти- ческие деформации кристаллов. 209. § 113. Влияние механических воз- действий на кристаллы. Оптические аномалии. 210.	
<b>Часть двенадцатая. Тепловые свойства кристаллов. . . . .</b>	210
§ 114. Теплопроводность. 210. § 115. Расширение кристаллов от нагревания. 213.	
<b>Часть тринадцатая. Магнитные свойства кристаллов. . . . .</b>	216
§ 116. Основные понятия из учения о магнетизме. 216. § 117. По- люсы магнита. 218. § 118. Магнитный момент магнита. 218. § 119. Степень намагничения. 220. § 120. Магнитная индукция. Магнитная вос- приимчивость. 221. § 121. Общие сведения о магнитных свойствах кри- сталлов. 222. § 122. Опыты В. Фойгта и его сотрудников. 223. § 123. Ре- зультаты опытов В. Фойгта и его сотрудников. 227. § 124. Опыты П. Вейсса. 229. § 125. Результаты опытов П. Вейсса. 232. § 126. Опыты Д. Форреста. 234. § 127. Некоторые результаты опытов Д. Форреста. 237. § 128. Понятие о теории магнетизма кристаллов. 239. § 129. а) Влияние магнитного поля на кристаллизацию, б) Пиезомагнетизм и пиромагнетизм кристаллов 240.	
<b>Часть четырнадцатая. Электрические свойства кристаллов . . .</b>	241
§ 130. План изложения. 241. § 131. Электростатическая индукция кристаллов. 241. § 132. Электропроводность кристаллов 248. § 133. Элек- тролиз кристаллов. 262. § 134. Процессы, возбуждающие электричество у кристаллов. 267. § 135. Пиезоэлектричество. 268. § 136. Пироэлектриче- ство. 284.	
<b>О Т Д Е Л III.</b>	
<b>Химическая кристаллография.</b>	
<b>§ 137. Содержание химической кристаллографии. 288.</b>	
<b>Часть пятнадцатая. Соотношение между химическим составом и кристаллической формой вещества. . . . .</b>	288
§ 138. Приближенный закон П. Грота о соотношении между соста- вом и симметрией кристалла. 288. § 139. Распределение изученных кри- сталлов по сингониям. 291. § 140. Понятие о морфотропизме. 292.	
<b>Часть шестнадцатая. Химическое и кристаллическое строение. . .</b>	294
§ 141. Кристаллохимический закон Шубникова. 294. § 142. Вопрос о химической молекуле в кристаллических телах и типы кристаллических решеток с химической точки зрения. 297.	

	СТР.
Часть семнадцатая. Полиморфия. . . . .	300
§ 143. Определение полиморфии. 300. § 144. Примеры полиморфных веществ. 300. § 145. Методы изучения полиморфии. 302. § 146. Полиморфия и закон Стенона-Роме-де-л'Иля. 303.	
Часть восемнадцатая. Образование и разрушение кристаллов. . .	303
§ 147. Процессы образования кристаллов. 303. § 148. Концентрационные потоки и расслаивание растворов. 304. § 149. Факторы, влияющие на облик кристалла. 306. § 150. Теория минимума поверхностной энергии кристалла. 309. § 151. О скоростях роста граней кристалла и об их измерении. 315. § 152. Фигуры роста. 316. § 153. Растворение кристаллов. 317. § 154. Фигуры травления 317.	
Часть девятнадцатая. Кристаллография и определение химического состава вещества. . . . .	318
§ 155. Способы определения веществ, основанные на кристаллографии. 318. § 156. Кристаллохимический анализ Е. С. Федорова. 319. § 157. Кристаллографический диагноз. 319. § 158. Кристаллооптические методы. 320. § 159. Рентгенометрический способ диагноза. 322. § 160. Рентгено-спектральный анализ. 322.	

## ДОПОЛНЕНИЯ.

Предисловие к „Дополнениям“ . . . . .	329
К части третьей . . . . .	330
§ 30а. Рациональные классификация, номенклатура и обозначения 32 видов симметрии. 330.	
К части шестой . . . . .	335
§ 57а. Элементы симметрии пространственных решеток и их положение в ней. 335. § 57б. 14 решеток Браве. 339. § 57в. Связь между пространственными решетками и квадратичными формами. 364. § 57г. Связь межплоскостного расстояния данной серии параллельных плоских сеток с ее индексами. 366. § 57д. Площадь примитивного параллелограмма данной плоской сетки и объем примитивного параллелепипеда пространственной решетки. 383. § 57е. Плотность сетки. Распространение формулы (31) на случаи не гексаэдрической установки пространственной решетки. 386.	
К части девятой . . . . .	401
§ 95а. Описание универсального столика Е. С. Федорова. 401. § 95б. Основные приемы работы теодолитным методом Федорова. 403.	
К части одиннадцатой . . . . .	406
§ 109а. Описание склерометра Мартенса. 406. § 109б. Ход работы со склерометром Мартенса. 407. § 109в. Некоторые результаты работ со склерометром Мартенса. 410. § 109г. Новая литература по определению твердости. 410.	
К части пятнадцатой . . . . .	411
§ 142а. Атомные и ионные радиусы в кристаллах. 411.	
Указатель терминов . . . . .	427

# ВВЕДЕНИЕ.

## § 1. Понятие о кристаллографии.

Кристаллография есть наука о кристаллическом веществе. Слово кристаллография состоит из двух греческих корней *κρύσταλλος* и *γράφω*. *Κρύσταλλος* во времена Гомера означало лед. Гомер, описывая осаду Трои греками, говорит, что в первую морозную ночь щиты героев покрылись льдом — *κρύσταλλος*.

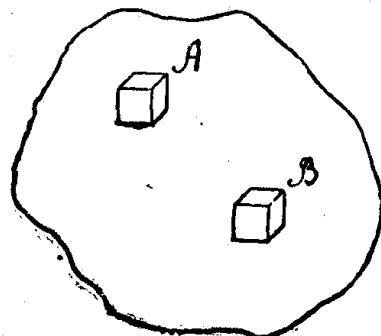
В средние века, по внешнему сходству со льдом, стали так называть горный хрусталь и, наконец, с семнадцатого века это название распространилось на все тела, имевшие многогранную форму, подобно горному хрусталию, которые находили в природе, или получали в лаборатории. Слово *γράφω* — значит «пишу». Поэтому буквально слово кристаллография означает описание кристаллов.

## § 2. Понятие о кристалле и кристаллическом веществе.

Кристаллами называют тела, находимые в природе или получаемые искусственно (например, в лабораториях), которые под влиянием внутренних физико-химических процессов, присущих самому веществу этого тела, получили форму плоскостных многогранников. То вещество, из которого кристаллы строятся, называется кристаллическим веществом. Оно обладает тремя основными свойствами: 1) однородностью, 2) анизотропностью, 3) способностью самоограняться.

1. Однородность кристаллического вещества состоит в том, что два участка такого вещества совершенно одинаковой формы и одинаково ориентированные в пространстве, вырезанные в разных местах этого вещества, абсолютно одинаковы по всем своим свойствам (фиг. 1 — призмочки А и В обладают одинаковыми свойствами).

2. Анизотропность (неравносвойственность) заключается в том, что все или некоторые свойства анизотропного вещества по различным направлениям различны. Так, если мы в анизотропном веществе вырежем

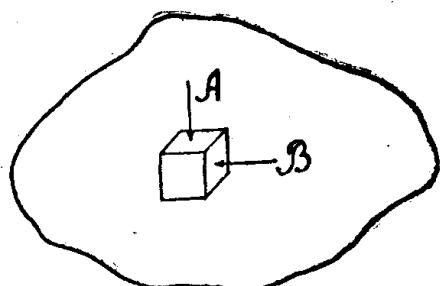


Фиг. 1.

кубик и захотим его расплющить, то для того, чтобы раздавить его в направлении А (фиг. 2) потребуется сила р, для достижения же

того же эффекта в направлении В понадобится сила q, вообще говоря, отличная от р.

3. Способность самоограняться заключается в том, что, если мы кусочек кристаллического вещества какой угодно неправильной формы поместим в подходящие условия, в соответствующую среду (например, насыщенный раствор), то этот кусочек обрастет тем же самым веществом и превратится в кристалл.



Фиг. 2.

### § 3. Понятие об аморфном веществе.

Вещество, из которого построен окружающий мир, может и не обладать перечисленными тремя свойствами.

Прежде всего оно может быть неоднородно, например, загрязнено примесями, составлено из агрегата (совокупности) многих отдельных однородных зерен и т. д.

Кусок такого неоднородного вещества можно расчленить (в действительности или, по крайней мере, мысленно) на однородные части. Поэтому мы будем рассматривать лишь однородное вещество.

Аморфным (бесформенным) веществом называется такое однородное вещество, куски которого не способны самоограняться ни при каких условиях.

Типичное аморфное вещество (например, обыкновенное стекло) — изотропно, т.-е. все без исключения свойства его одинаковы по разным направлениям. Но аморфное вещество может быть и анизотропно; например, сжатая или изогнутая стеклянная пластина имеет разные показатели преломления для лучей, идущих сквозь нее по разным направлениям.

Ограничившись здесь этими формальными сведениями, мы выясним лишь далее, постепенно в чем сущность различия между кристаллическим и аморфным веществом.

### § 4. Распространенность кристаллического вещества.

Твердая материя, вероятно, не менее, чем на половину состоит из типичного кристаллического вещества. Оно принимает участие в строении органического мира, но настоящим его царством является мир неживой природы. Целые горные хребты, песчаные берега морей, рек, озер, огромные участки земной коры почти сплошь состоят из скоплений (агрегатов), кусков и кусочков кристаллического вещества. Мостовые, тротуары, по которым мы ходим, камни и кирпичи в стенах зданий, в которых мы живем, металлические изделия, которыми мы постоянно пользуемся, соль и сахар, которые мы употребляем в пищу, лед и снег в громадных количествах, наблюдаемые нами в умеренных и холодных поясах земного шара, — все это сплошь состоит из кристаллов и их обломков.

Далее. Большинство исходных материалов, полупродуктов, продуктов и отбросов металлургических и химических заводов также являются веществами кристаллическими. Сюда относятся руды и флюсы, штейны, шпейзы и другие промежуточные продукты металлургии, и, наконец, выплавляемые металлы; и с другой стороны — сода, селитра, квасцы, железный купорос, нафталин и множество других веществ, вырабатываемых химическими заводами и применяемых в технике, медицине, в науке и в повседневной жизни.

Из этого совершенно понятна необходимость изучения свойств кристаллического вещества для каждого, нуждающегося в прочном усвоении основ естествознания, а особенно для того, кто имеет дело в своей деятельности с мертвой природой.

### § 5. Задачи кристаллографии и связь ее с другими науками.

Как и у всякой науки, у кристаллографии можно различить три группы задач.

Первая состоит в собирании отдельных фактов: в описании отдельных кристаллов, в фактическом описании отдельных свойств кристаллического вещества. Сюда относятся, например, зарисовывание форм кристаллов, измерение углов между их гранями, описание оптических свойств, твердости, цвета и т. д. Задача эта проста, ее выполнение вполне доступно рядовым и даже начинающим научным работникам. А между тем, добытый здесь добросовестным и умелым наблюдением или опытом, материал только и может служить прочным фундаментом всякой истинной науки.

Вторая группа состоит в подведении добытых разрозненных фактов под объединяющие их эмпирические (опытные) законности. Таков, например, закон постоянства углов в кристаллах, по которому установлено, что углы между соответственными гранями или ребрами у разных кристаллов одного и того же вещества всегда равны, хотя бы по внешнему виду кристаллы резко отличались друг от друга. Открытие таких законов составляет неувядаемую славу лишь крупных деятелей науки.

Наконец, третья группа задач состоит в объяснении всех накопленных отдельных фактов и эмпирических законов, исходя из немногих основных предположений. В кристаллографии сюда относятся теория структуры кристаллического вещества, т.-е. построения его из отдельных частиц, теория оптических явлений в кристаллах, уже блестяще разработанные, и, может быть, намечающаяся в будущем, общая теория кристаллического вещества. Создание таких теорий — удел лишь гениев человеческой мысли.

В нашем курсе мы будем касаться задач всех трех групп. В то же время мы можем разделить содержание кристаллографии и с другой точки зрения, а именно по характеру тех свойств кристаллов, которых касаются отдельные факты, законы и теории. И в этом отношении мы можем различить 3 группы свойств.

1. Геометрические свойства. Сюда относится прежде всего наиболее бросающееся в глаза и одно из самых важных свойств, — это форма кристаллов, методы ее изучения и описания, законы которым они подчиняется, затем геометрическая теория строения кристаллов из равных

друг другу частиц, определение вещества по формам его кристаллов и другие подобные вопросы.

II. Физические свойства. Таковы механические, тепловые, оптические, рентгенометрические, электрические, магнитные и звуковые свойства и объединяющие их эмпирические законы и теории.

III. Химические и физико-химические свойства. Таковы: вопросы роста и растворения кристаллов, связи их формы и строения с химическим составом, вопросы полиморфии и другие.

Из сказанного совершенно ясна теснейшая связь кристаллографии в особенности с тремя науками: геометрией, физикой и химией. Содержание целых областей этих трех наук неразрывно переплетено с содержанием кристаллографии.

## § 6. Разделение кристаллографии.

Сообразно с вышесказанным кристаллография делится на: а) геометрическую, б) физическую и с) химическую.