

УДК 519.46

Интернет-магазин

MATHESIS

<http://shop.rcd.ru>

- физика
 - математика
 - биология
 - нефтегазовые технологии
-

Шубников А. В., Копцик В. А.

Симметрия в науке и искусстве. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 560 стр.

За годы, прошедшие со дня выхода в свет первого издания данной книги, в классическое учение о симметрии добавились новые обширные разделы, такие как антисимметрия, цветная симметрия, симметрия многомерных пространств и т. д. Обогащенная новыми результатами, популярно изложенными комментариями, рисунками и примерами, книга может рассматриваться как монография, а также как учебник или справочник.

Для широкого круга читателей.

ISBN 5-93972-243-1

© А. В. Шубников, В. А. Копцик, 2004

© Институт компьютерных исследований, 2004

<http://rcd.ru>

<http://ics.org.ru>

Оглавление

Предисловие к третьему изданию	10
Из предисловия к второму изданию «Симметрия в науке и искусстве»	16
ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ. ОТ ИНТУИТИВНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СИММЕТРИИ	19
Понятие равенства как основа геометрической закономерности и учения о симметрии	19
Геометрическая закономерность	20
Симметрия как особый род геометрической закономерности	22
Симметрия, красота форм и гармония	25
ГЛАВА 2. СИММЕТРИЯ ОДНОСТОРОННИХ РОЗЕТОК	28
Плоскость симметрии. Симметрия животных, растений, машин и т. д.	28
Ось симметрии. Принцип вращения и симметрия процессов, протекающих во времени	30
Энантиоморфизм. Правизна и левизна фигур	33
Комбинация оси симметрии с плоскостями симметрии	37
Вырезывание симметричных розеток из бумаги. Роль физических процессов, обуславливающих образование симметричных розеток	44
Понятие о полярных и неполярных плоскостях и осях	53
Особенные точки, прямые и плоскости. Кратность точек	54
Точное определение понятия односторонней розетки	56
ГЛАВА 3. СИММЕТРИЯ ФИГУР С ОСОБЕННОЙ ТОЧКОЙ	57
Зеркально-поворотная ось симметрии и ее частный случай — центр симметрии. Значение этих элементов для изучения симметрии кристаллов. Параллельность и антипараллельность ориентированных отрезков и плоскостей	57
Ось симметрии с перпендикулярной плоскостью. Вращающиеся части машин. Кристаллы. Симметрия электрического вольтова столба и цилиндрического магнита	62

Комбинация главной оси с продольными и поперечными плоскостями симметрии. Снежинки, детали машин, предметы быта	66
Комбинация главной оси с поперечными осями второго порядка. Скрученные формы. Вращение плоскости поляризации	67
Другая комбинация главной оси с плоскостями и осями второго порядка	71
Правильные многогранники	71
Два вида симметрии шара. Оптически вращающие жидкости. Сферолиты	75
Полный обзор видов симметрии фигур с особенной точкой. Сферические и стереографические проекции элементов симметрии	79
Два типа фигур с особенной точкой. Односторонние и двусторонние розетки	82
Сопоставление симметрии кристаллов и организмов. Координатные и бескоординатные обозначения видов симметрии	82
Калейдоскопы Федорова для воспроизведения фигур с особенной точкой	85
Симметричные системы эквивалентных точек. Молекулы .	86
Симметричные пучки прямых и многогранника. Простые формы	89
Симметрия и структурные формулы молекул	92
Симметрия направленных величин. Векторы и тензоры . .	93
Заключительные замечания	96
ГЛАВА 4. СИММЕТРИЯ БОРДЮРОВ	97
Ось переносов как необходимый элемент симметрии бордюров. Декорирование подземных переходов и проходов метро	97
Плоскость скользящего отражения	100
Комбинация оси переносов с поперечными осями второго порядка. Декорирование проходов для встречного движения	102
Другие виды симметрии бордюров	104
Калейдоскопы для образования бордюров	109
Обзор семи видов симметрии бордюров	109
ГЛАВА 5. СИММЕТРИЯ ЛЕНТ	112
Винтовая ось симметрии второго порядка	112
Тридцать один вид симметрии лент	114
Вырезывание лент из бумаги	117

ГЛАВА 6. СИММЕТРИЯ СТЕРЖНЕЙ	119
Рациональные и иррациональные винтовые оси симметрии. Винт	119
Общая идея вывода всех видов симметрии стержней	121
Стержни, составленные из элементарных фигур с одной осью симметрии	121
Стержни, порождаемые фигурами одной зеркально-поворотной осью	124
Стержни, порождаемые фигурами с симметрией $n : m$ (ось n и поперечная плоскость симметрии)	126
Стержни, порождаемые фигурами с симметрией $n \cdot m$ (ось n и продольные плоскости симметрии)	127
Стержни, порождаемые фигурами с симметрией $n : 2$ (ось n и поперечные оси второго порядка)	128
Стержни, порождаемые фигурами с симметрией $\widetilde{2n} \cdot m$ (ось $\widetilde{2n}$ и продольные плоскости симметрии)	130
Стержни, порождаемые фигурами с симметрией $m \cdot n : m$ (ось n , продольные и поперечные плоскости симметрии)	131
Обзор типов симметрии стержней с конечными и бесконечными переносами	131
Предельные типы симметрии стержней. Валы со шкивами. Винты. Одномерные континуумы и дисконтинуумы	133
Некоторые обобщения. Единый принцип построения симметричных фигур в трехмерном пространстве	140
ГЛАВА 7. СИММЕТРИЯ СЕТЧАТЫХ ОРНАМЕНТОВ. ДВУМЕРНЫЕ КONTИНУУМЫ И СЕМИКONTИНУУМЫ	146
Плоские сетки	147
Семнадцать видов симметрии сетчатых орнаментов. Примеры народных орнаментов	151
Проекции элементов симметрии для сетчатых орнаментов. Координатные и бескоординатные обозначения видов симметрии	167
Сетчатый орнамент в природе, технике и искусстве	170
Суперпозиция сетчатых орнаментов и ее технические применения. Формула Вульфа – Брагга. Биения	172
Вырезывание сетчатых орнаментов из бумаги	183
Калейдоскопы для сетчатых орнаментов	184
Параллелогоны и планигоны, их использование для паркетов	186
Правильные системы точек. Закон сохранения произведений кратности точек на их относительные числа	188
Плоские изогоны и изоэдры. Паркеты	190

Смещение стилей и особенности восприятия вертикальных плоскостей	194
Односторонние плоские континуумы	197
Односторонние плоские семиконтинуумы	200
ГЛАВА 8. СИММЕТРИЯ СЛОЕВ	203
Элементы симметрии слоев	203
Общая идея вывода, изображения и обозначения симметричных слоев	204
Восемьдесят видов симметрии слоев	205
Двусторонние плоские континуумы и семиконтинуумы	205
Систематика групп симметрии	210
ГЛАВА 9. СИММЕТРИЯ ТРЕХМЕРНЫХ ПРОСТРАНСТВ — ДИСКОНТИНУУМОВ И КОНТИНУУМОВ	213
Калейдоскопы для образования трехмерно-периодических дисконтинуумов наивысшей симметрии	214
Пространственные решетки и группы параллельных переносов	217
Двести тридцать пространственных групп симметрии дисконтинуума. Структура кристаллов	221
Плотнейшая укладка шаров. Ее значение для кристаллографии и строительной техники	231
Параллелоэдры и стереоэдры Федорова	237
Закон кратных отношений в структурной кристаллографии и химии	238
Пространственные семиконтинуумы с двумя осями непрерывных переносов. Примеры семиконтинуумов первого рода	241
Семиконтинуумы с одной осью непрерывных переносов	243
Симметрия трехмерного континуума	244
ГЛАВА 10. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ГРУПП. КЛАССИЧЕСКИЕ КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ	248
Определение понятия группы. Группы преобразований геометрических и физических объектов. Абстрактные группы	248
Пример кристаллографической группы $2/m$. Группы перестановок и ортогональных матриц, изоморфные группе $2/m$	250
Некоторые свойства групп. Подгруппы. Фактор-группы. Гомоморфное соответствие групп	254

Расширения групп с помощью прямых, полупрямых и условных произведений. Кристаллографические группы как расширения групп вращений 257

Пространственные (федоровские) группы Φ как расширения трансляционных групп T с помощью кристаллографических групп G и изоморфных им групп по модулю G^T . 264

ГЛАВА 11. ГРУППЫ ОБОБЩЕННОЙ СИММЕТРИИ. АНТИСИММЕТРИЯ И ЦВЕТНАЯ СИММЕТРИЯ 276

Точечные кристаллографические группы антисимметрии как расширения классических кристаллографических групп с помощью групп $1', 2', m', \bar{1}', 4'(\text{mod } 2), 4'(\text{mod } 2)$ 276

Пространственные (шубниковские) группы антисимметрии $\bar{3}$ как расширения классических (федоровских) групп Φ или как расширения трансляционных групп T 282

Точечные кристаллографические группы цветной симметрии как расширения классических кристаллографических групп с помощью групп цветных подстановок P и $G^{(P)*}$. 291

Пространственные (беловские) группы цветной симметрии B как расширения классических (федоровских) пространственных групп Φ или как расширения трансляционных групп T 308

Границы теории симметрии. Другие обобщения 317

ГЛАВА 12. СИММЕТРИЯ В НАУКЕ И ИСКУССТВЕ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ. СИММЕТРИЗАЦИЯ И ДИССИММЕТРИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ. ПРИНЦИП СИММЕТРИИ ДЛЯ СОСТАВНЫХ СИСТЕМ 322

Симметрия как закон строения целостных систем и метод исследования структурных закономерностей 322

Законы преобразования и симметрия физических величин (приближение однородного континуума). Предельные группы антисимметрии и цветной симметрии 327

Законы преобразования и симметрия физических величин (приближение периодического дисконтинуума). Пространственные тензоры на цветных группах 335

Составные системы. Принцип суперпозиции групп симметрии. Законы изменения и сохранения симметрии . . . 343

Связь симметрии со свойствами систем. Симметрия физических уравнений и законов. Законы сохранения в фазовые переходы 352

Симметрия и диссимметрия в искусстве. Законы композиции. Структурно-системные методы анализа художественных произведений	366
Заклучение. Эвристическое значение принципов симметрии. Симметрия как философская категория	381
Литература	388

Дополнение 417

<i>А. Л. Талис. Симметрия тетракоординированных и тетраэдрических структур в рамках алгебраической геометрии</i>	419
Введение	419
I. Определения и терминология [35, 36]	421
1. Конечные проективные плоскости и конфигурации	421
2. N -мерные платоновы тела (политопы). Расслоение Хопфа [34, 36–40]	428
3. Решетки корней, двоичные коды [34, 40–42]	431
II. Конфигурации и определяемые ими порождающие кластеры алмазоподобных структур	437
1. Параллеледр алмаза и другие 14-вершинные кластеры, как евклидовы реализации подконфигураций конфигурации Фано 7_3	437
2. Конфигурация Мебиуса – Кантора 8_3 и объединение двух полиэдров Бернала $Z8$ [35–37, 44–47]	443
3. Конфигурации $(9_3)_1$, $(9_3)_2$, $(9_3)_3$, их особые подконфигурации и определяемые ими кластеры [35, 44, 47, 50]	444
4. Конфигурация Дезарга 10_3 и алломорфное отображение 20-вершинного кластера алмаза в додекаэдр [19, 44, 51]	447
5. Конечные проективные плоскости $PG(2, 3)$ и $PG(2, 4)$. Кластеры алмазоподобных структур, содержащие икосаэдры в координационных сферах [44, 45, 53]	449
6. Несамодуальные и недезарговы конфигурации и определяемые ими порождающие кластеры алмазоподобных структур с сильно искаженными тетраэдрическими углами [44, 50]	458
III. Система порождающих кластеров алмазоподобных структур	462
1. Политопы $\{3, 3, 5\}$ и $\{240\}$, решетка $E8$ и порождающие кластеры алмазоподобных (тетракоординированных) и тетраэдрических (металлических) структур	462

2. Система порождающих кластеров тетраэдрических структур	469
3. Система порождающих кластеров алмазоподобных структур	475
Заключение	479
Литература	482
С. В. Петухов. Симметрии в биологии	489
Неевклидовы биосимметрии и золотой вурф	490
Симметрии в системе генетического кода	493
Бинарные субалфавиты	495
Бипериодическая таблица генетического кода	498
Матрицы генетического кода и золотое сечение	505
Матричные операции с геноматрицами	509
Об атрибутивной теории кодирования	515
Генетический код и лингвистика	517
Правила вырожденности генетического кода и хроноциклическая концепция	520
Правила расщепления генетического кода и их параллелизм с законами Менделя	524
Теория четырех проаллелей	530
Генетические секвенции как тетра-множества	533
Почему число генетически кодируемых аминокислот равно 20?	536
Расщепление множества 20 аминокислот на подмножества из 8 и 12 аминокислот по специфике количества протонов в молекулах	539
Системный анализ атомов углерода в элементах генетического кода	540
Литература	542
Указатель таблиц	547
Указатель символов	548
Предметный указатель	552