

И. ПРИГОЖИН

ОТ СУЩЕСТВУЮЩЕГО К ВОЗНИКАЮЩЕМУ

ВРЕМЯ И СЛОЖНОСТЬ
В ФИЗИЧЕСКИХ НАУКАХ

Перевод с английского Ю. А. ДАНИЛОВА

Под редакцией Ю. Л. КЛИМОНТОВИЧА



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1985

ББК 22.31
П75
УДК 536.1

FROM BEING TO BECOMING:
time and complexity in
the physical sciences

ILYA PRIGOGINE

Free University of Brussels
and The University of Texas at Austin

W. H. FREEMAN AND COMPANY
San Francisco

Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках: Пер. с англ./Под ред. Ю. Л. Климонтовича.— М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985.

Книга посвящена анализу фундаментальных понятий современной статистической физики: обратимости механического движения, неустойчивости динамических систем, необратимости. В качестве основного постулата принимается сформулированный на микроскопическом уровне второй закон термодинамики — закон возрастания энтропии и тем самым несимметрия времени. Переход от динамического обратимого по времени описания к вероятностному осуществляется путем специального преобразования, нарушающего временную симметрию. При этом вводится новое понятие — внутреннее время, характеризующее процессы в неустойчивых динамических системах. На многочисленных примерах из физики, химии и биологии демонстрируется конструктивная роль необратимых процессов.

Для широкого круга читателей различных специальностей — физиков, химиков, биологов и представителей других смежных профессий.

Ил. 96. Библиогр. 282 назв.

П 1704020000—105 117—85
053(02)—85

© W. H. Freeman and Company, 1980

© Перевод на русский язык;
предисловие автора к русскому
изданию, предисловие
и послесловие
редактора перевода.
Издательство «Наука».
Главная редакция
физико-математической
литературы, 1985

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие редактора перевода	3
Предисловие к русскому изданию	5
Предисловие	9
Глава 1. Введение. Время в физике	21
Динамическое описание и его пределы	21
Второе начало термодинамики	25
Молекулярное описание необратимых процессов	30
Время и динамика	32
Часть I. ФИЗИКА СУЩЕСТВУЮЩЕГО	35
Глава 2. Классическая динамика	37
Введение	37
Гамильтоновы уравнения движения и теория ансамблей	39
Операторы	45
Равновесные ансамбли	47
Интегрируемые системы	47
Эргодические системы	50
Динамические системы не интегрируемы и не эргодичны	56
Слабая устойчивость	60
Глава 3. Квантовая механика	64
Введение	64
Операторы и дополнительность	67
Правила квантования	69
Изменение во времени в квантовой механике	74
Теория ансамблей в квантовой механике	77
Представления Шредингера и Гейзенберга	80
Равновесные ансамбли	82
Проблема измерения	82
Распад нестабильных частиц	85
Полна ли квантовая механика?	87
Часть II. ФИЗИКА ВОЗНИКАЮЩЕГО	90
Глава 4. Термодинамика	92
Энтропия и больцмановский принцип порядка	92
Линейная неравновесная термодинамика	99
Теория термодинамической устойчивости	105
Применение к химическим реакциям	108

Глава 5. Самоорганизация	116
Устойчивость, бифуркация и катастрофы	116
Бифуркации — брюсселятор	122
Разрешимая модель бифуркации	126
Когерентные структуры в химии и биологии	130
Экология	133
Заключительные замечания	137
Глава 6. Неравновесные флуктуации	138
Нарушение закона больших чисел	138
Химические игры	142
Неравновесные фазовые переходы	146
Критические флуктуации в неравновесных системах	149
Колесания и нарушение временной симметрии	150
Пределы сложности	152
Влияние окружающего шума	154
Заключительные замечания	156
Часть III. МОСТ ОТ СУЩЕСТВУЮЩЕГО К ВОЗНИКАЮЩЕМУ	158
Глава 7. Кинетическая теория	160
Введение	160
Кинетическая теория Больцмана	164
Корреляции и энтропия омоложения	170
Энтропия Гиббса	175
Теорема Пуанкаре — Мисры	176
Новая дополнительность	178
Глава 8. Микроскопическая теория необратимых процессов	182
Необратимость и обобщение формализма классической и квантовой механики	182
Новая теория преобразований	184
Построение оператора энтропии и теория преобразований, преобразование пекаря	190
Оператор энтропии и катастрофа Пуанкаре	193
Микроскопическая интерпретация второго начала термодинамики; коллективные моды	196
Частицы и диссипация; негамильтонов микромир	198
Глава 9. Законы изменения	201
Дилемма Эйнштейна	201
Время и изменение	204
Время и энтропия как операторы	207
Уровни описания	211
Прошлое и будущее	213
Открытый мир	215

Глава 10. Необратимость и структура пространства-времени	217
Второе начало термодинамики как динамический принцип	217
Наведение моста между динамикой и термодинамикой	222
Внутреннее время	232
От прошлого к будущему	236
Энтропийный барьер	239
Необратимость и нелокальность	241
Предел Больцмана — Грда	243
Переход к макроскопической формулировке	244
Новая структура пространства-времени	246
Состояния и законы как результат взаимодействия существующего и возникающего	249
Заключительные замечания	250
 ПРИЛОЖЕНИЯ	 255
Приложение А. Операторы времени и энтропии для преобразования пекаря	255
Приложение В. Необратимость и кинетический подход	261
Динамика корреляций	261
Квантомеханическая теория рассеяния в суперпространстве	266
Приложение С. Энтропия, измерения и принцип суперпозиции в квантовой механике	270
Чистые и смешанные состояния	270
Оператор энтропии и генератор движения	272
Супероператор энтропии	274
Приложение Д. Когерентность и случайность в квантовой теории	276
Операторы и супероператоры	276
Классические коммутационные соотношения	278
Квантовые коммутационные соотношения	280
Заключительные замечания	281
 Послесловие редактора перевода	 283
Список литературы	313