

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ	5
ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ	7
ВВЕДЕНИЕ	9
Часть I. СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА	12
1. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МАТЕРИИ	13
1.1. Виды фундаментальных взаимодействий	13
1.2. Микромир и фундаментальные составляющие материи	13
1.3. Характерные размеры частиц	37
1.4. Образование элементов	37
1.5. Некоторые специфические свойства частиц микромира	39
1.6. Основные характеристики фундаментальных взаимодействий....	44
1.7. Объединение взаимодействий	50
1.8. Стандартная модель	52
1.9. Связь ядерной физики и космофизики. Современные ускорители заряженных частиц	54
1.10. Темная материя и темная энергия	58
2. СИЛЬНОЕ (ЦВЕТНОЕ) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	63
2.1. Общие положения	63
2.2. Некоторые характеристики сильновзаимодействующих частиц	63
2.3. Первые модели адронов	66
2.4. Цветовой заряд. Квантовая хромодинамика	67
2.5. Проявление распадов кварков в распадах адронов	68
2.6. Удержание цвета. Кварк-антикварковый потенциал (потенциал цветного взаимодействия)	70
2.7. Обменный характер сильного взаимодействия	71
2.8. Теория струн (один из подходов к объединению взаимодействий)	72
Часть II. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА НИЗКИХ ЭНЕРГИЙ	79
3. ЯДЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ.....	82
3.1. Ядерная материя	82
3.2. Ядерные силы и приближения моделей сильного взаимодействия	83
3.3. Основные свойства ядерных сил	84
3.4. Обменный характер ядерного взаимодействия	84
4. СВОЙСТВА АТОМНЫХ ЯДЕР	91
4.1. Состав и структура атомных ядер	91
4.2. Физические основы получения энергии при превращении ядер	98
4.3. Модели ядра	106
4.4. Стабильность ядер	110
4.5. «Треугольники стабильности» атомных ядер	120

5. РАДИОАКТИВНОСТЬ	126
5.1. Общие положения	126
5.2. Стабилизированные процессы распада	131
5.3. Закон радиоактивного распада	132
5.4. Характеристики радиоактивного распада	133
5.5. Активность источника. Накопление и спад радиоактивности	135
5.6. Цепочка превращений	137
5.7. Виды радиоактивности	138
5.8. Радиоактивные ряды	157
6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ	163
6.1. Излучение и его характеристики	163
6.2. Основные характеристики взаимодействия излучения с веществом	165
6.3. Ядерные реакции. Основные характеристики ядерных реакций	170
6.4. Механизмы ядерных реакций	177
6.5. Барьеры реакций	185
6.6. Вынужденное деление ядер	192
6.7. Взаимодействие заряженных частиц с веществом	199
6.8. Взаимодействие γ -квантов с веществом	208
7. КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕРЕЛЯТИВИСТ- СКИХ ЧАСТИЦ С ЯДРАМИ	219
7.1. Качественные различия квантово-механических представлений об энергетической зависимости сечений	219
7.2. Резонансный характер зависимости $\sigma(E)$	220
7.3. Упругое рассеяние	223
7.4. Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Неупругое рассеяние	231
7.5. Формулы Брейта — Вигнера	234
7.6. Учет спинов сталкивающихся частиц	237
7.7. Нейтронная оптика	238
8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕЙТРОНОВ С ВЕЩЕСТВОМ	243
8.1. Свойства свободного нейтрона	243
8.2. Классификация нейтронов	244
8.3. Особенности взаимодействия. Классификация ядерных реакций	246
8.4. Основные характеристики взаимодействия нейтронов с веществом	247
8.5. Упругое рассеяние нейтронов на ядрах	253
8.6. Неупругие взаимодействия нейтронов с ядрами	255
8.7. Деление ядер нейтронами	273
8.8. Общий вид энергетической зависимости микросечений. Расчет микросечений	294
8.9. Библиотеки оцененных ядерных данных	307
8.10. Источники нейтронов	308

Часть III. ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ	315
9. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА ДЕЛЕНИЯ	316
9.1. Основные факторы, обеспечивающие цепную реакцию деления	316
9.2. Природный реактор в Окло	320
9.3. Устройство и работа ядерного реактора деления	322
9.4. Реальные события и основные физические теории, используемые при расчете реактора	334
10. ЭНЕРГОВЫДЕЛЕНИЕ В ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ	347
10.1. Энерговыведение в реакции деления ядер	347
10.2. Энерговыведение в реакциях захвата нейтронов	349
10.3. Суммарное мгновенное энерговыведение в реакторе	349
10.4. Запаздывающее энерговыведение	350
10.5. Аккумулирование энергии при высоких флюенсах	353
11. ПРОБЛЕМЫ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	354
11.1. Основные требования к энергетическим системам будущего	354
11.2. Пути повышения безопасности атомных электростанций	358
11.3. Производство делящегося материала	359
12. ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ	362
12.1. Основные понятия	362
12.2. Топливо ядерных реакторов	364
12.3. Этапы топливного цикла	367
12.4. Методы разделения изотопов	373
12.5. Целесообразность использования отработанного ядерного топлива	383
12.6. Нераспространение делящихся материалов	384
13. ТРАНСМУТАЦИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ	394
13.1. Отходы ядерной энергетики	394
13.2. Физические основы трансмутации радиоактивных отходов	396
13.3. Некоторые особенности быстрых реакторов — выжигателей радиоактивных отходов	402
13.4. Международные программы по утилизации плутония и радиоактивных отходов	406
14. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА СИНТЕЗА	409
14.1. Ядерные реакции, положенные в основу получения энергии	409
14.2. Реакции синтеза	412
14.3. Физические основы реализации реакции термоядерного синтеза	414

14.4. Термоядерные реакторы и технологии	421
14.5. Мюонный катализ	429
14.6. Реализация реакций синтеза на ускорителях. Нейтронный генератор	433
15. ПОДКРИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ УСКОРИТЕЛЕМ	436
15.1. Возможности использования подкритических систем для трансмутации радиоактивных отходов	436
15.2. Физические принципы работы электроядерной установки	437
15.3. Основы конструкции	438
16. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕАКТОРОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	441
16.1. Предыстория развития новых технологий	441
16.2. Общие требования к энергетическим реакторам нового поколения	443
16.3. Тяжелые аварии на атомных станциях	445
16.4. Подходы к анализу безопасности реакторов	451
16.5. Использование формализма теории игр в задачах анализа и обоснования безопасности реакторов	454
16.6. Основополагающие принципы проектирования реакторов нового поколения	456
16.7. Моделирование режимов ATWS на начальном этапе проектирования реакторов. Анализ неопределенности сценариев развития аварийных ситуаций	466
16.8. Области самозащищенности	467
16.9. Реакторы на быстрых нейтронах нового поколения как возможный вариант достижения идеалов естественной безопасности в рамках существующих технологий	468
16.10. Специфические факторы опасности быстрых реакторов. Физические принципы исключения реактивных аварий	476
16.11. Минимизация пустотного эффекта реактивности	485
16.12. Доплеровский эффект и коэффициент реактивности	492
16.13. Факторы, способствующие приближению к идеалам естественной безопасности в рамках концепции БРЕСТ	501
16.14. Резервы концепции БРЕСТ при переходе к энергоблокам большой мощности	504
16.15. Термоядерные реакторы естественной безопасности	514
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	521
Литература	524
Именной указатель	525
Предметный указатель	529