

# Предметный указатель

- Адиабатическое приближение 377  
Амплитудный фактор 372, 424  
Асимптотический поток 56, 62, 64, 65, 71, 78  
— длина релаксации 56, 71, 82, 83
- Бериллий, рассеяние 286  
— — сечения 253, 254
- Бесконечной массы приближение (NRIM-приближение) 344, 345, 358  
Бете—Тайта анализ 414—416  
Больцмана уравнение 7. См. также Переноса уравнение
- Брейта—Вигнера формула 311—315  
— — сечения рассеяния 312, 313  
— — сечения реакции 311  
— — полные сечения 313—315  
— — ширина уровня 311, 315  
— — — — приведенная 314, 326  
— — — — распределение 326—329
- Брэгга порог 254  
— рассеяние 253, 254
- Быстрые реакторы, анализ аварий 413—416  
— — расчеты критичности 191—195
- $B_N$ -метод 157—159
- Вариационные методы 228—247  
— — и полная интенсивность размножения 231  
— — — применения 228  
— — и критические размеры 232—234  
— — и определение собственного значения 231, 232  
— — и уравнения Эйлера 239  
— — и усредненные по потоку интегралы 228—231  
— — функционалы 229—231, 239  
— — и групповые константы 243—245  
— — односкоростные 232—234  
— — — и вероятность поглощения 235, 236  
— — — и критические размеры 232—234  
— — и многогрупповые уравнения  $P_1$ -приближения 240—243
- Весовые множители. См. Квадратурные веса
- Вероятность поглощения 89  
— — вариационный расчет 235, 236
- Взаимности соотношения, общие 202  
— теорема 86  
— — односкоростная 84—89, 204  
— — — применения 86—89, 354  
— — для тепловых нейтронов 258—260
- Вигнера—Зейца приближение 126—128  
Вигнера рациональное приближение 91
- Внешние итерации. См. Итерации
- Внутренние итерации. См. Итерации
- Внутригрупповой поток. См. Групповой поток
- Время жизни мгновенных нейтронов 375
- Вспышки нейтронные 409—416
- Выгорание топлива расчеты, результаты 447—449  
— программы 447, 459  
— уравнения 444, 445  
— задачи 442—454
- Выгорающий поглотитель 450—452, 467, 468  
— — и выравнивание пространственного распределения потока нейтронов 452—454
- Гамма-функция 473
- Гарелиса—Рассела метод 433—436
- Гаусса-Зейделя метод 121
- Гаусса метод исключения 109
- Гаусса приближение, рассеяние 277, 278  
— — — в воде 284
- Гауссовых квадратур параметры 172, 173, 184, 185
- Гетерогенные системы, вероятность поглощения 89, 235, 236  
— — вероятность столкновения 89—96, 351—354  
— — принцип эквивалентности 356  
— — вероятность избежать столкновений 89—96, 351—354, 356  
— — резонансные интегралы 358—360, 361—364

- Гидрид циркония, рассеяние 273, 274, 286  
 Граничные условия 16—18, 103—105  
 — — ячейки 127  
 — — свободной поверхности 17  
 — — Маршака 76, 77, 103, 104  
 — — Марка 77, 79, 172, 184  
 — — периодичности 103  
 — — для уравнений  $P_N$ -приближения 76, 77, 103—105, 112  
 — — отражения 103, 127  
 Графит, рассеяние 279—283, 457  
 Грина функция 19, 20, 24  
 — — сопряженная 203, 210  
 — — в односкоростном приближении 54; 60, 61, 67, 73  
 — — и соотношения взаимности 86  
 — — в термализации 258—260  
 Групповой коэффициент диффузии 143  
 Групповой поток 141, 156—159  
 — — в  $V_N$ -методе 157—159  
 — — измерение 195  
 Групповые сечения 40—44, 142, 143  
 — — для расчетов ячейки 457—459  
 — — определение 155, 156  
 — — в методе дискретных ординат 188—190  
 — — — согласованном  $P_N$ -приближении 190  
 — — — обобщенном транспортном приближении 190  
 — — и резонансы 347, 348, 358, 415  
 — — самосогласованные 243—245  
 — — тепловые 287, 456  
 Данкова поправка 94—96, 355  
 Двойное  $P_N$ -приближение 125, 126  
 — — в методе дискретных ординат 173, 177  
 Дебаевская температура 318  
 Дейтерий, рассеяние 255. См. также Тяжелая вода  
 Деления источники, расчеты 39, 148—151  
 — каналы 326—329  
 — спектр нейтронов 12  
 «Джезбел» сборка 192, 193, 223—225  
 Дивергентная форма 26—28  
 Динамика реактора 368—417  
 — — уравнения 373—375  
 — — — линеаризованные 383, 384  
 — — импульсного 411, 412  
 — — и ксеноновые колебания 347—442  
 Дирака дельта-функция 472  
 Дискретный  $S_N$ -метод. См. Дискретных ординат метод  
 Дискретных ординат метод 43, 44, 168—197  
 — — — программы 188, 193, 194  
 — — — уравнения многогрупповые 188  
 — — — особенности 168  
 — — — групповые константы 188  
 — — — многогрупповые задачи 187—199  
 — — — — — применения 191—196  
 — — — — — разложение функции рассеяния 187, 188  
 — — — для односкоростных задач 169—177  
 — — — — — и закон сохранения 179, 180  
 — — — — — в криволинейных геометриях 179—186  
 — — — — — в произвольной геометрии 185, 186  
 — — — — — в плоской геометрии 169—177  
 — — — — — двойное  $P_N$ -приближение 173, 177  
 — — — и разложение по сферическим гармоникам 171, 172  
 Диффузионно-возрастное приближение 164, 165  
 — — многогрупповое 165  
 Диффузионное охлаждение 301  
 — нагревание 303  
 Диффузионное приближение, граничные условия 103—105  
 — — конечно-разностные уравнения 110, 111, 117—119  
 — — задачи на собственное значение 146—148, 298—300  
 — — многогрупповое 144, 146—148, 152—154  
 — — односкоростное 71, 81, 82, 102, 111, 116  
 — — и  $P_1$ -приближение, многогрупповое 138, 139  
 Длина диффузии 56, 57, 82. См. также Релаксации длина  
 Доллар, единица реактивности 223  
 Доплера функция 320, 322  
 — ширина 320, 323  
 Доплеровское уширение 309, 310, 318—322  
 — — и сечения 318—322  
 — — в быстрых реакторах 360, 361, 363, 414  
 — — в приближении узкого резонанса 342, 343  
 — — и резонансный интеграл 359  
 — — и перекрывание резонансов 322—324, 348—351  
 — — и температура 320  
 — — в тепловых реакторах 462, 466  
 DTF IV, программа расчета методом дискретных ординат 193, 194  
 Жидкости, рассеяние 276, 277  
 Закон сохранения нейтронов 18, 19, 24  
 — — тока нейтронов 10  
 — — потока нейтронов 9  
 Замедления плотность 335  
 — — в тепловую область 303, 304  
 Запаздывающие нейтроны 32, 369

- — и задачи на собственное значение 427—430
- — эффективные доли 375
- — и собственные функции периода 427—430
- — предшественники 32, 369
- — и уравнения кинетики реакторов 373—375
- — и устойчивость реакторов 400—402
- — и уравнение переноса 369—371
- Ивона метод 125, 126
- Избежать столкновений вероятность 90—94, 352—354, 357
- — — поправка Данкова 94—96
- — — полностью рациональное приближение 96
- — — рациональное приближение 92
- — — — Вигнера 91, 96
- Изотропный гармонический осциллятор, рассеяние 270—274, 278
- Интегральное уравнение переноса. См. Уравнение переноса
- Интенсивность взаимодействия 13
- Источник точечный и распределенный 61, 62
- задача в многогрупповом приближении 144
- импульсный 290, 293, 300, 430—436
- Итерации источников деления 38, 39, 148—151. См. также Итерации внешние
- внутренние 122, 161
- — в методе дискретных ординат 183
- внешние 150—154
- — в задаче на собственное значение 161, 162
- — в многогрупповом приближении 154
- Итерационные методы 119—122
- — улучшенные 121, 122
- Квадратурные веса 170
- — Гаусса 172
- Квазистатистическое приближение 377
- Кейса метод 54
- Колдер-Холл» реакторы 454, 455
- — температурные коэффициенты реактивности 463—466
- Конечно-разностные уравнения 105, 111, 117—123, 151—155, 174—177, 180—186
- — сопряженные 213, 214
- — и закон сохранения 111
- — в диффузионном приближении 110, 111
- — в методе дискретных ординат 174—176, 180—185
- — в матричном виде 108, 152
- — в многогрупповом приближении 151—155
- — в одногрупповом приближении 105—107, 113, 117—123
- — — — ошибки приближения 106, 107
- — — — в плоской геометрии 105—111
- — — — в сферической геометрии 113
- — — — в двухмерной геометрии 117—123
- Конечных точек метод 75
- Корреляционные методы 404
- функции 267—269
- Коэффициент воспроизводства (конверсии) 449, 450
- Коэффициент самоэкранировки в ячейке 457, 458
- Коши принцип 58
- Критическая система, возмущение 219—221
- Критичность и сопряженная функция 210
- — сопряженный оператор 207, 208
- — расчеты многогрупповые 148, 161—162
- — односкоростные 74—76
- —  $S_N$ -методом 185, 192
- — вариационными методами 232—235
- — условие 32—37
- — в многогрупповой теории 146, 152
- — строгий анализ 35—37
- Ксеноновая неустойчивость 437—442
- колебания 437—442
- Кубической структуры кристаллы, закон рассеяния 274—276, 278
- Лежандра полиномы 474
- Летаргия 162
- и диффузионно-возрастное приближение 164, 165
- и упругое рассеяние 162, 163
- и  $P_1$ -приближение 163, 164
- и резонансный интеграл 357, 358
- Либмана метод 121
- Линейной релаксации метод 132
- Максвелла распределение 255, 256, 299
- — отклонения 300—304
- Марка граничные условия 77, 79, 172—173, 184
- Маршака граничные условия 76, 77, 103—104
- Матричной прогонки метод 150
- Милна задача 73, 74
- Многогрупповое диффузионно-возрастное приближение 165, 166
- | — — расчеты 159—162, 191—195, 459—460
- — — сечения. См. Групповые сечения
- — — диффузионное приближение 138, 144
- — — — сопряженные уравнения 214
- — — — задачи на собственное значение 145—155
- — — — методы теории возмущений 221—223
- — — — задача с простым источником 144
- — — — методы 42—44, 134—166
- — — — дискретных ординат 187—195

— — —  $P_N$ -приближение 138  
 — — — уравнения 140—145  
 — — —  $P_1$ -приближение 138  
 — — — задача на собственное значение 145—155  
 — — — уравнения 142—144  
 — — — сопряженные уравнения 214  
 — — — вариационное представление 240—243  
 Монте-Карло метод 44—46  
 Мощностной коэффициент реактивности 393—440  
 Некогерентное рассеяние 252. См. также Рассеяние  
 — приближение 269  
 Нелкина модель рассеяния 284  
 Неустойчивый реактор. См. Устойчивость  
 Обобщенное транспортное приближение 190  
 Обратные связи 371, 389—403  
 Одноатомный газ, функция передачи энергии 263—266  
 — — рассеяние 260—269, 278  
 — — функция (или ядро) рассеяния 262, 263  
 — — — промежуточная 270, 271  
 — — термализация 260  
 — — функция передачи скорости 264  
 Односкоростная теория переноса 51—97, 100—132, 169—186  
 — — — сопряженное уравнение 203, 204  
 — — — оператор 203, 213, 230  
 — — — расчеты критичности 74—76, 78, 232—235  
 — — — метод дискретных ординат 169—187  
 — — — вероятности столкновений 89—96  
 — — — вариационные методы 230, 232—235  
 — — —  $P_N$ -приближение 68, 100—131  
 Односкоростное уравнение переноса 51—54  
 — — — сопряженное 203, 204  
 — — — с анизотропным рассеянием 79—84  
 — — — — — разделение переменных 84  
 — — — — — разложение по сферическим гармоникам 76, 77  
 — — — — — в бесконечной среде 54—71  
 — — — — — метод Кейза 54  
 — — — — — метод преобразования Фурье 62—67  
 — — — — — метод разделения переменных 54—62  
 — — — — — разложение по сферическим гармоникам 67—71  
 — — — — — в конечной среде 71—79  
 — — — — — задача Милна 73, 74

— — — — — разложение по сферическим гармоникам 76, 77  
 — — — расчет ячейки 126—131  
 — — — численные методы решения 101—131  
 — — — — — конечно-разностные уравнения. См. Конечно-разностные уравнения  
 — — — — — в диффузионной теории 117—123  
 — — — — — в  $P_N$ -приближении 111  
 — — — — — в  $P_1$ -приближении: 107—111  
 — — —  $P_N$ -приближение 68, 69, 102, 111  
 — — — — граничные условия 76, 77, 103, 112  
 — — — — двойное 123—126  
 — — —  $P_1$ -приближение 69, 102, 103  
 — — — — граничные условия 77, 103, 104, 112  
 — — — — конечно-разностные уравнения 105—111  
 — — — — и диффузионное приближение 70, 71, 81, 85  
 — — — — в произвольной геометрии 113—116  
 — — — — в одномерной геометрии 116, 117  
 — — — — в плоской геометрии 102, 105—111  
 — — — — в сферической геометрии 112  
 Оператор положительный 148, 154, 176  
 — переноса 33—35, 37, 198, 201—203, 207—210, 388  
 — — сопряженный 199, 201—203, 207—210  
 — — почти самосопряженный 204, 230, 258  
 — — спектр 35  
 — — для тепловых нейтронов 258—260  
 Оптическая длина пути 22, 288  
 Передаточная функция 384—389  
 — — амплитуда 386  
 — — применения 407, 408  
 — — с обратными связями 390—393  
 — — определение 403—409  
 — — фазовый угол 386  
 — — и реакторные шумы 406, 407  
 — — резонансная частота 395  
 — — пространственная зависимость 387—389  
 — — нулевой мощности 384, 385  
 Переноса уравнение 7, 14—46  
 — — сопряженное. См. Сопряженное уравнение  
 — —  $V_N$ -приближение 157—159  
 — — граничные условия 16—18  
 — — и критичность 32, 33  
 — — — строгий анализ 35—37  
 — — с запаздывающими нейтронами 309—371  
 — — вывод 14—16

- — однородное 19, 32, 37
- — неоднородное 19, 37
- — интегральная форма 20—25, 28—30
- — — сопряженное 205
- — — для тепловых нейтронов 288—290
- — интегро-дифференциальное 20
- — ограничения 30—32
- — линейность 19, 20
- — и закон сохранения нейтронов 18, 19, 26—28
- — односкоростное. См. Односкоростное уравнение переноса
- — решения существование 37
- — — методы 40—46
- — — для тепловых нейтронов 256—258
- — независимые переменные 134, 135
- оператор. См. Оператор
- «Пич-Боттом» реактор 455, 456
- — температурный коэффициент реактивности 461—468
- Плоского источника (или потока) приближение 353, 356, 357
- Портера—Томаса распределение 326
- Постоянная спада. См. Собственное значение  $\alpha$ .
- Постоянных сечений приближение. См. Односкоростное приближение
- Поток нейтронов 9
- — граничные условия 16—18
- — в расчетах ячейки 128
- — непрерывный 16
- — разрыв 123—125
- — в методе дискретных ординат. См. Дискретных ординат метод
- — разложение 131, 132
- — — по сферическим гармоникам (или полиномам Лежандра) 67, 80, 101, 113, 114, 128, 137, 163, 187
- — условия на поверхности раздела 16, 17
- Почти самосопряженный оператор, односкоростной 205, 230
- — — тепловой 258
- Практическая ширина резонанса 338
- Приближение мгновенного скачка 381—383
- Приведенная постоянная Планка 8
- — длина волны 7
- Принцип детального равновесия 257, 260, 267
- Принцип эквивалентности 356
- Присоединенные функции Лежандра 475
- Пробные функции 229—231, 236, 240
- — сопряженные 229—231, 240
- — разрывные 236—239
- Прогонки метод 109
- Программы расчета реактора 159—161, 191, 193, 458, 459
- — выгорания 447—459
- — резонансных сечений 337, 456—457
- Проигрыша коэффициент в ячейке 130
- Промежуточная функция рассеяния 268, 270—274
- — — кристалла с кубической структурой 274
- — — изотропного гармонического осциллятора 270—274
- — — одноатомного газа 270
- Разложение по гармоникам 420, 421
- — — синтез 421—423, 425, 426
- Разрывности условие 58, 64
- Распада каналы 326
- Распределенный и точечный источники 62
- Рассеяние, амплитуда 254
- анизотропное 41—42, 79—84, 173, 174
- в бериллии 253, 254, 286
- на водороде 255, 273—274
- на системе связанных атомов 250—252, 266—269
- Брэгга 253
- когерентное 253—255, 266—270
- сечения, эффекты химических связей 250—255
- — связанного и свободного атома 252—255
- — когерентного и некогерентного 254, 255, 266—269
- — упругого 136, 137
- — водородом (протонами) 273, 274
- — резонансного 312, 324
- — — расчет 312, 324
- — — уширение Доплера 321
- — — в неразрешенной области 332
- в кристаллах с кубической структурой 274—276, 278
- упругое 11—13, 41, 42, 136, 162
- связанных и свободных ядер 250—255
- упругого функция 136
- — — разложение по сферическим гармоникам (или полиномам Лежандра) 41, 79, 80, 101, 135—137, 174, 187
- — — обобщенная 266
- — — промежуточная 268—276
- — — — приближение Гаусса 277, 278
- — — — изотропного гармонического осциллятора 270—274
- — — одноатомного газа 262, 263
- в графите 279—283
- в тяжелой воде 286
- некогерентное 252—255, 266—269
- — приближение 269
- неупругое 11, 13, 42, 250, 275
- ядро. См. Функция рассеяния
- закон 260—269
- — в системах связанных ядер 269—287
- — экспериментальное определение 278, 279
- — свободного атома 260—266

- — общий 266—268
- — некогерентное приближение 269
- — приближение одноатомного газа 260—262
- в жидкостях 276, 277
- на одноатомном газе 260—262
- корреляционные функции 267—269
- потенциальное 312, 313
- резонансное 312, 315
- приводящее к возрастанию энергии 150, 154, 161
- в воде 283—286
- в гидриде циркония 273, 286
- Рациональное приближение 91, 354—357
- Реактивность 379
- изменения и теория возмущений 223, 224, 226—228
- определение, метод импульсного источника 430—436
- собственное значение. См. Собственное значение  $k$
- и период реактора 379—381
- температурные коэффициенты 461—468
- Реактор, расчеты 159—161, 191—195, 454—460
- — программы. См. Программы
- динамика 368—416, 420—468
- быстрый. См. Быстрые реакторы
- газоохлаждаемый графитовый 454—468
- кинетика 368—416
- — уравнения 373—375
- — — — — линеаризованные 383, 384
- — импульсного реактора 431
- — и ксеноновые колебания 437—442
- шумы 406
- осцилляторный метод 403, 404
- период 379
- — и запаздывающие нейтроны 369—371
- — и реактивность 371—381
- Резонансное поглощение в гетерогенных системах 351—361
- — — — — метод вероятностей столкновений 351—354
- — — — — соотношения эквивалентности 354—357
- — — — — приближение узкого резонанса 336—344, 354, 356, 358
- — — — — приближение бесконечной массы 344, 345, 356, 358
- — в гомогенных системах 334—351
- — — — — приближение промежуточного резонанса 345—347
- — вероятность 339—342
- — формула Брейта—Вигнера. См. Брейта—Вигнера формула
- сечения 309—325
- — эффективные 334, 338, 342
- — в системах на быстрых нейтронах 363
- — с перекрывающимися резонансами 349
- — уширение Доплера. См. Доплера уширение
- — вероятность избежать 335, 359—342, 460
- — температурный коэффициент, связанный с эффектом Доплера, 462, 464, 468
- поток в гетерогенных системах 352—354
- — — — — гомогенных системах 335—337, 344, 346, 347
- групповые константы 347, 348, 358, 458
- интеграл в гетерогенных системах 358—359
- — — — — расчетные и экспериментальные значения 361—363
- — — — — расчет 357
- — — — — температурная зависимость 359, 362
- — в гомогенных системах 334, 335, 338
- — — — — расчет 357
- — приближение промежуточного резонанса 345—347
- — расстояние между уровнями 329, 330
- — при низких энергиях 324, 325
- — перекрывание резонансов 322—324
- — параметры неразрешенных резонансов 325—334
- — фактор проницаемости 314, 327
- — ширина резонанса 311, 315
- — — — — распределение 326—329
- — — — — практическая 338
- — — — — приведенная 314, 326, 327
- Релаксации длина 56. См. также Диффузия длина
- — асимптотическая 56, 57, 71, 82—84
- — тепловых нейтронов 293, 294
- Ричардсона метод 121
- Ромбовидная сетка 183, 186
- Самосопряженный оператор 198
- Свободная поверхность 17
- — граничные условия 17, 103, 104, 200
- Сечения, точность и коррекция 194, 195, 224—226
- — перехода 141
- — эффективные. См. Резонансное сечение
- групповые 188—191, 192—195
- резонансного рассеяния 141—190
- транспортные 81
- Системы на быстрых нейтронах, расчеты с помощью  $S_N$ -приближения 191—195
- Скалярное произведение 198
- Собственные значения  $k$  37—40
- — — — — расчет 161, 162
- — — — — и метод дискретных ординат 192—194
- — — — — в системах на быстрых нейтронах 192—194
- — — — — итерации. См. Итерации внешние

- — в многогрупповой теории 152—154
- — — — — конечно-разностные уравнения 151, 152
- — — — — итерационный процесс 153, 154
- — — и теория возмущений 213, 220
- — — — — положительные главные 147
- — — — — в системах на тепловых нейтронах 459, 460
- Собственные функции  $k$  38, 39, 146
- Собственное значение  $\alpha$  33—39, 295, 296
- — — — — и запаздывающие нейтроны 427—430
- — — — — в диффузионном приближении 146—148, 298—300
- — — — — и эффективный коэффициент размножения. См. Собственное значение  $k$ :
- — — — — существование 37, 292, 293
- — — — — в многогрупповой теории 145—155
- — — — — и теория возмущений 215—219
- — — — — задачи 32—40
- — — — — решение 162, 163, 194
- — — — — в многогрупповом приближении 145—155
- — — — — и термализация нейтронов 290—304
- — — — — типы
- — — — — и реактивность. См. Собственное значение  $k$
- Собственное значение интенсивности размножения. См. Собственное значение  $\alpha$
- Собственные функции 33—39
- — 38, 39, 146
- — полнота 37—421
- — существование 37, 292, 293
- — разложение 210, 421
- — в многогрупповом приближении 145—155
- — в задачах термализации 296
- Согласованное  $P_N$ -приближение 190, 192
- Сопряженная функция 253, 255
- — конечно-разностные уравнения 271, 272
- — граничные условия 255
- — с учетом запаздывающих нейтронов 429, 430
- — и ценность нейтронов 201, 202, 205—207, 211
- — физический смысл 201
- — и кинетика реакторов 372—375
- — нестационарная 208—210
- — и вариационные методы. См. Вариационные методы
- Сохранения закон в методе дискретных ординат 179, 180
- Спектральная плотность 405
- радиус 121
- Спектр частот. См. Фононы
- Столкновения вероятность 89—97
- — и резонансное поглощение 351—354, 356, 357
- — тепловых нейтронов 288—290
- Сферические функции 476, 477
- — и полиномы Лежандра 67
- Температурный коэффициент 343, 350, 362
- — расчеты 458, 459, 461—468
- Теория возмущений 215—228
- — и полная интенсивность размножения  $\alpha$  215—218, 223—228
- — применения 223—228
- — и критические системы 219—221
- Тепловые реакторы. См. также «Колдер—Холл», «Пич—Боттом» реакторы
- — расчеты 454—468
- — — методы 456, 457
- — температурные коэффициенты 458, 459, 461—468
- — длина релаксации 291, 293—295
- Термализация нейтронов 249—308
- Ток нейтронов 10
- «Топси» сборка 192—194
- Топливо выгорание. См. Выгорание топлива
- загрузка 448, 449
- коэффициент самоэкранировки 457
- температурный коэффициент 461—468
- Точечный и распределенный источники 61, 62
- Точечная модель реактора 375
- Точечный реактор 372—384
- — с обратной связью 389—403
- — уравнения кинетики 376
- — — — — линеаризованные 383, 384
- — нулевой мощности 378, 379
- Тяжелая вода, рассеяние 286
- Узкого резонанса приближение ( $NR$ -приближение) 336—339, 358
- Упругое рассеяние. См. Рассеяние
- Уравнение обратных часов 380
- Условие на поверхности раздела 16, 17, 105
- Условие скачка 58, 64
- Усредненные по потоку интегралы 228—231
- Устойчивость реактора, условия 393—396
- — и частота возмущения реактивности 396—398
- — на мгновенных и запаздывающих нейтронах 401, 402
- — и временное запаздывание в обратной связи 400, 401
- — нелинейная 402, 403
- — и ксеноновые колебания 437—442
- Фактор проницаемости 314
- Ферми возраст 165
- Ферми псевдопотенциал 266, 267
- Фика закон 70, 103, 104
- — зависящий от энергии 139, 143
- Функция ошибок 473
- Фотоны 251
- разложение 272, 273

— спектр 280  
Форм-функция 372, 375—378, 424—426  
— адиабатическое приближение 377  
— квазистатическое приближение 377

Ценность нейтронов 201. См. также Сопряженная функция

Цент, единица реактивности 223

Швингера функционал 231

Шумы реактора 406

Эйлера уравнения, вариационная теория 239—246

Эйнштейна модель кристалла 271

Экспериментальный кипящий реактор (EBWR) 408, 409

Экспериментальный реактор размножитель (EBR), 407, 408

Эксперименты на быстром импульсном реакторе 411—413

— с импульсными источниками нейтронов 430—436

Экстраполяции длина 74, 75, 77

Энергетические группы 140

Эрмита оператор 198

Эффективный коэффициент размножения 37—39

— — — сомножители 460

— — — расчет 161, 162

— — — собственные функции. См. Собственные функции  $k$

— — — собственные значения. См. Собственные значения  $k$

— — — температурный коэффициент 461—468

Эффективный резонансный интеграл. См. Резонансный интеграл

Эффективные сечения. См. Сечения

Ячейка, расчеты 126—131, 457—460

— граничные условия 127

— — эффективные сечения 130, 457, 458, 463, 464

— — разложение в ряд по сферическим гармоникам 128—131



# Оглавление

Предисловие . . . . .	5
<b>ГЛАВА 1. УРАВНЕНИЕ ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ</b>	
<b>1.1. Вывод уравнения переноса нейтронов . . . . .</b>	<b>7</b>
1.1.1. Введение . . . . .	7
1.1.2. Определения и обозначения . . . . .	7
1.1.3. Вывод уравнения переноса . . . . .	14
1.1.4. Граничные условия . . . . .	16
1.1.5. Законы сохранения . . . . .	18
1.1.6. Линейность уравнения переноса. Функция Грина . . . . .	19
<b>1.2. Интегральное уравнение переноса нейтронов . . . . .</b>	<b>20</b>
1.2.1. Введение . . . . .	20
1.2.2. Вывод интегрального уравнения . . . . .	21
1.2.3. Изотропные источники и рассеяние . . . . .	23
1.2.4. Анизотропное рассеяние . . . . .	24
<b>1.3. Уравнение переноса для некоторых геометрий . . . . .</b>	<b>25</b>
1.3.1. Плоская и сферическая геометрии . . . . .	25
1.3.2. Дивергентная форма для криволинейных геометрий . . . . .	26
1.3.3. Специальные формы интегрального уравнения . . . . .	28
<b>1.4. Ограничения уравнения переноса . . . . .</b>	<b>30</b>
1.4.1. Введение . . . . .	30
1.4.2. Нейтрон как точечная частица . . . . .	30
1.4.3. Ожидаемое (или вероятное) значение . . . . .	30
1.4.4. Запаздывающие нейтроны . . . . .	32
<b>1.5. Общие свойства решения нестационарного уравнения переноса . . . . .</b>	<b>32</b>
1.5.1. Условие критичности. Общее рассмотрение . . . . .	32
1.5.2. Спектр оператора переноса и критичность . . . . .	33
1.5.3. Результаты строгого анализа условия критичности . . . . .	35
1.5.4. Существование стационарных решений . . . . .	37
1.5.5. Эффективный коэффициент размножения $k$ . . . . .	37
1.5.6. Сравнение собственных значений $k$ и $\alpha$ . . . . .	39
<b>1.6. Введение к методам решения уравнения переноса . . . . .</b>	<b>40</b>
1.6.1. Потребность в приближениях . . . . .	40
1.6.2. Изменение сечений с энергией . . . . .	40
1.6.3. Анизотропия испускания нейтронов . . . . .	41
1.6.4. Многогрупповые методы . . . . .	42
1.6.5. Метод Монте-Карло . . . . .	44
<b>1.7. Приложение . . . . .</b>	<b>46</b>
1.7.1. Системы координат . . . . .	46

Упражнения . . . . .	48
Список литературы . . . . .	49

**ГЛАВА 2. ОДНОСКОРОСТНАЯ ТЕОРИЯ ПЕРЕНОСА**

<b>2.1. Односкоростное уравнение переноса . . . . .</b>	<b>51</b>
2.1.1. Введение . . . . .	51
2.1.2. Вывод односкоростного уравнения переноса . . . . .	52
2.1.3. Бесконечная плоская геометрия . . . . .	52
2.1.4. Использование функции Грина . . . . .	54
<b>2.2. Решение односкоростного уравнения переноса методом разделения переменных . . . . .</b>	<b>54</b>
2.2.1. Введение . . . . .	54
2.2.2. Бесконечная среда без источников. Асимптотические решения . . . . .	55
2.2.3. Бесконечная среда. Континуум сингулярных решений . . . . .	57
2.2.4. Полнота и ортогональность элементарных решений . . . . .	58
2.2.5. Бесконечная среда с плоским источником . . . . .	60
2.2.6. Точечный и распределенный источники . . . . .	61
<b>2.3. Решение односкоростного уравнения переноса методом преобразования Фурье . . . . .</b>	<b>62</b>
2.3.1. Введение . . . . .	62
2.3.2. Изотропный источник в бесконечной среде . . . . .	62
2.3.3. Асимптотическое и переходное решения . . . . .	63
2.3.4. Плоский анизотропный источник в бесконечной среде . . . . .	66
<b>2.4. Решение односкоростного уравнения переноса методом сферических гармоник . . . . .</b>	<b>67</b>
2.4.1. Введение . . . . .	67
2.4.2. Плоский изотропный источник в бесконечной среде . . . . .	68
2.4.3. Диффузионное приближение и длина диффузии . . . . .	70
<b>2.5. Односкоростное уравнение переноса в конечной среде . . . . .</b>	<b>71</b>
2.5.1. Введение . . . . .	71
2.5.2. Задача Милна . . . . .	73
2.5.3. Критическая пластина . . . . .	74
2.5.4. Граничные условия в методе сферических гармоник . . . . .	76
2.5.5. Примыкающие полупространства . . . . .	77
2.5.6. Сферическая геометрия . . . . .	78
<b>2.6. Анизотропное рассеяние . . . . .</b>	<b>79</b>
2.6.1. Плоская геометрия. Метод сферических гармоник . . . . .	79
2.6.2. Диффузионное приближение и транспортное сечение . . . . .	81
2.6.3. Асимптотическая длина релаксации . . . . .	82
2.6.4. Общее решение с помощью разделения переменных . . . . .	84
<b>2.7. Соотношения взаимности . . . . .</b>	<b>84</b>
2.7.1. Вывод общего соотношения . . . . .	84
2.7.2. Применения соотношения взаимности . . . . .	86
<b>2.8. Вероятности столкновения . . . . .</b>	<b>89</b>
2.8.1. Введение . . . . .	89
2.8.2. Вероятность избежать столкновения. Метод хорд . . . . .	90
2.8.3. Поправка Данкова . . . . .	94
Упражнения . . . . .	97
Список литературы . . . . .	97

**ГЛАВА 3. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ ОДНОСКОРОСТНЫХ ЗАДАЧ:  
 $P_N$ -ПРИБЛИЖЕНИЕ**

<b>3.1. Разложение потока по полиномам Лежандра для плоской геометрии . . . . .</b>	<b>100</b>
3.1.1. Введение . . . . .	100
3.1.2. Плоская геометрия: разложение в ряд по сферическим гармоникам	101
3.1.3. $P_N$ -приближение . . . . .	102
3.1.4. $P_1$ -приближение . . . . .	102
3.1.5. Граничные условия и условия на поверхности раздела . . . . .	103
<b>3.2. Конечно-разностные уравнения в плоской геометрии . . . . .</b>	<b>105</b>
3.2.1. Конечно-разностные уравнения в $P_1$ -приближении . . . . .	105
3.2.2. Ошибки приближения в конечно-разностных уравнениях . . . . .	106
3.2.3. Решение конечно-разностных уравнений $P_1$ -приближения . . . . .	107
3.2.4. Конечно-разностные уравнения в диффузионном приближении . . . . .	110
3.2.5. Решение уравнений $P_1$ -приближения . . . . .	111
<b>3.3. Разложение потока в сферической и произвольной геометриях . . . . .</b>	<b>111</b>
3.3.1. Разложение в сферической геометрии . . . . .	111
3.3.2. Граничные условия в сферической геометрии . . . . .	112
3.3.3. Конечно-разностные уравнения в сферической геометрии . . . . .	113
3.3.4. Разложение в произвольной геометрии . . . . .	113
3.3.5. $P_1$ -приближение в произвольной геометрии . . . . .	114
3.3.6. $P_1$ -приближение в одномерных геометриях . . . . .	116
<b>3.4. Диффузионное уравнение в двухмерной геометрии . . . . .</b>	<b>117</b>
3.4.1. Конечно-разностные уравнения в двухмерной геометрии . . . . .	117
3.4.2. Двухмерные конечно-разностные уравнения в матричной форме . . . . .	119
3.4.3. Решение матричных уравнений итерационным методом . . . . .	119
3.4.4. Улучшенные итерационные методы . . . . .	121
3.4.5. Конечно-разностные уравнения для более общих случаев . . . . .	122
<b>3.5. Двойное <math>P_N</math>-приближение . . . . .</b>	<b>123</b>
3.5.1. Разрыв потока нейтронов на поверхности . . . . .	123
3.5.2. Метод Ивона . . . . .	125
<b>3.6. Расчеты ячеек реактора . . . . .</b>	<b>126</b>
3.6.1. Приближение Вигнера — Зейца . . . . .	126
3.6.2. Метод сферических гармоник для цилиндрических ячеек . . . . .	128
3.6.3. Использование результатов расчета ячейки . . . . .	130
<b>3.7. Заключение . . . . .</b>	<b>131</b>
3.7.1. Другие методы решения уравнения переноса . . . . .	131
<b>3.8. Приложение . . . . .</b>	<b>132</b>
Упражнения . . . . .	132
Список литературы . . . . .	133

**ГЛАВА 4. РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА  
МНОГОГРУППОВЫМИ МЕТОДАМИ**

<b>4.1. Введение . . . . .</b>	<b>134</b>
4.1.1. Описание многогруппового метода . . . . .	134
4.1.2. Замечания по другим методам решения . . . . .	134
4.1.3. Независимые переменные . . . . .	134
<b>4.2. Уравнения метода сферических гармоник в плоской геометрии . . . . .</b>	<b>135</b>
4.2.1. Введение . . . . .	135

4.2.2. Разложение функции рассеяния . . . . .	135
4.2.3. Уравнение метода сферических гармоник . . . . .	137
4.2.4. $P_1$ -приближение и диффузионное приближение . . . . .	138
<b>4.3. Многогрупповые уравнения <math>P_N</math>-приближения . . . . .</b>	<b>140</b>
4.3.1. Энергетические группы и групповые константы . . . . .	140
4.3.2. Многогрупповые уравнения $P_1$ -приближения . . . . .	142
4.3.3. Задача с простым источником . . . . .	144
<b>4.4. Задачи на собственное значение в многогрупповом приближении . . . . .</b>	<b>145</b>
4.4.1. Реактивность как собственное значение . . . . .	145
4.4.2. Собственное значение интенсивности размножения . . . . .	146
4.4.3. Собственные значения и собственные функции в многогрупповом диффузионном приближении . . . . .	146
4.4.4. Решение задачи на собственное значение . . . . .	148
4.4.5. Конечно-разностные уравнения для многогрупповой задачи на собственное значение . . . . .	151
4.4.6. Анализ многогрупповой задачи на собственное значение в диффузионном приближении: внешние итерации . . . . .	152
4.4.7. Внешние итерации в многогрупповом $P_1$ -приближении . . . . .	154
4.4.8. Общие замечания по задаче на собственное значение . . . . .	154
<b>4.5. Определение многогрупповых сечений . . . . .</b>	<b>155</b>
4.5.1. Микроскопические сечения . . . . .	155
4.5.2. Оценка внутригрупповых потоков . . . . .	156
4.5.3. $B_N$ -приближение . . . . .	157
4.5.4. Перекрывающиеся энергетические группы . . . . .	159
<b>4.6. Описание многогруппового расчета . . . . .</b>	<b>159</b>
4.6.1. Реакторные программы . . . . .	159
4.6.2. Решение задачи на собственное значение . . . . .	161
<b>4.7. Приложение. Соотношение между диффузионно-возрастным, <math>P_1</math>-и другими приближениями . . . . .</b>	<b>162</b>
4.7.1. Летаргия . . . . .	162
4.7.2. Упругое рассеяние в терминах летаргии . . . . .	162
4.7.3. $P_1$ -приближение в терминах летаргии . . . . .	163
4.7.4. Диффузионно-возрастное приближение . . . . .	164
4.7.5. Многогрупповое диффузионно-возрастное приближение . . . . .	165
Упражнения . . . . .	166
Список литературы . . . . .	166
<b>ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ДИСКРЕТНЫХ ОРДИНАТ И <math>S_N</math>-МЕТОД</b>	
<b>5.1. Введение . . . . .</b>	<b>168</b>
5.1.1. Особенности методов дискретных ординат . . . . .	168
5.1.2. Плоская и криволинейная геометрии . . . . .	168
<b>5.2. Метод дискретных ординат для односкоростных задач в плоской геометрии . . . . .</b>	<b>169</b>
5.2.1. Изотропное рассеяние . . . . .	169
5.2.2. Методы дискретных ординат и сферических гармоник . . . . .	171
5.2.3. Параметры гауссовых квадратур . . . . .	172
5.2.4. Двойное $P_N$ -приближение в методе дискретных ординат . . . . .	173
5.2.5. Анизотропное рассеяние . . . . .	173
5.2.6. Решение уравнений метода дискретных ординат . . . . .	174
5.2.7. Результаты расчетов методом дискретных ординат . . . . .	176

<b>5.3. Метод дискретных ординат для односкоростных задач в криволинейных геометриях</b> . . . . .	178
5.3.1. Введение . . . . .	178
5.3.2. Закон сохранения . . . . .	179
5.3.3. Вывод конечно-разностных уравнений . . . . .	180
5.3.4. Решение конечно-разностного уравнения . . . . .	182
5.3.5. Метод дискретных ординат в произвольной геометрии . . . . .	185
<b>5.4. Многогрупповые задачи</b> . . . . .	187
5.4.1. Разложение сечений рассеяния в ряд по сферическим гармоникам . . . . .	187
5.4.2. Определение групповых констант . . . . .	188
5.4.3. Многогрупповые расчеты методом дискретных ординат . . . . .	191
5.4.4. Применение метода дискретных ординат к изучению систем на быстрых нейтронах . . . . .	191
Упражнения . . . . .	196
Список литературы . . . . .	196

**ГЛАВА 6. СОПРЯЖЕННОЕ УРАВНЕНИЕ,  
ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ И ВАРИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ**

<b>6.1. Сопряженная функция и ее применение</b> . . . . .	198
6.1.1. Введение . . . . .	198
6.1.2. Оператор переноса нейтронов . . . . .	199
6.1.3. Сопряженный оператор переноса нейтронов . . . . .	199
6.1.4. Сопряженная функция и ценность нейтронов . . . . .	201
6.1.5. Сопряженные функции Грина . . . . .	203
6.1.6. Односкоростное сопряженное уравнение . . . . .	203
6.1.7. Односкоростное соотношение взаимности . . . . .	204
6.1.8. Сопряженное интегральное уравнение . . . . .	205
6.1.9. Прямой вывод уравнения для ценности нейтронов . . . . .	205
6.1.10. Спектр сопряженного оператора и критичность . . . . .	207
6.1.11. Интерпретация нестационарной сопряженной функции . . . . .	208
6.1.12. Разложение нестационарных решений . . . . .	210
<b>6.2. Сопряженные операторы в приближенных методах</b> . . . . .	212
6.2.1. Введение . . . . .	212
6.2.2. Односкоростные $P_1$ -, $S_N$ - и диффузионное приближения . . . . .	212
6.2.3. Многогрупповые $P_1$ - и диффузионное приближения . . . . .	214
<b>6.3. Теория возмущений</b> . . . . .	215
6.3.1. Применения теории возмущений . . . . .	215
6.3.2. Возмущение полной интенсивности размножения $\alpha$ . . . . .	215
6.3.3. Возмущение эффективного коэффициента размножения . . . . .	218
6.3.4. Возмущение критической системы . . . . .	219
6.3.5. Возмущения в многогрупповом диффузионном приближении . . . . .	221
6.3.6. Применение теории возмущений . . . . .	223
<b>6.4. Вариационные методы</b> . . . . .	228
6.4.1. Применение вариационных методов . . . . .	228
6.4.2. Оценка усредненных по потоку интегралов . . . . .	228
6.4.3. Определение собственных значений . . . . .	231
6.4.4. Применение вариационных методов к односкоростным задачам . . . . .	232
6.4.5. Задача о вероятности поглощения нейтронов . . . . .	235
6.4.6. Разрывные пробные функции . . . . .	236

6.4.7. Функционал $J$ в виде функции Лагранжа . . . . .	239
6.4.8. Вариационное представление многогрупповых уравнений . . . . .	240
6.4.9. Самосогласованное определение групповых констант . . . . .	243
6.4.10. Другие применения вариационных методов . . . . .	245
Упражнения . . . . .	247
Список литературы . . . . .	247
 <b>ГЛАВА 7. ТЕРМАЛИЗАЦИЯ НЕЙТРОНОВ</b>	
<b>7.1. Общее рассмотрение . . . . .</b>	<b>249</b>
7.1.1. Введение . . . . .	249
7.1.2. Тепловое движение рассеивающих ядер . . . . .	250
7.1.3. Химическая связь . . . . .	250
7.1.4. Эффекты интерференции: когерентное и некогерентное рассеяние . . . . .	252
<b>7.2. Общие закономерности термализации нейтронов . . . . .</b>	<b>255</b>
7.2.1. Распределение Максвелла . . . . .	255
7.2.2. Уравнение переноса для тепловых нейтронов . . . . .	256
7.2.3. Соотношение взаимности для тепловых нейтронов . . . . .	258
<b>7.3. Законы рассеяния нейтронов . . . . .</b>	<b>260</b>
7.3.1. Рассеяние на одноатомном газе . . . . .	260
7.3.2. Функция рассеяния для одноатомного газа . . . . .	262
7.3.3. Функция передачи энергии для одноатомного газа . . . . .	263
7.3.4. Общий закон рассеяния . . . . .	266
7.3.5. Некогерентное приближение . . . . .	269
<b>7.4. Рассеяние в системах связанных атомов . . . . .</b>	<b>269</b>
7.4.1. Результаты квантовомеханических расчетов . . . . .	269
7.4.2. Промежуточная функция рассеяния для одноатомного газа . . . . .	270
7.4.3. Изотропный гармонический осциллятор . . . . .	270
7.4.4. Рассеяние нейтронов реальными кристаллическими твердыми телами: кристаллы с кубической структурой . . . . .	274
7.4.5. Жидкости: модель диффундирующего атома . . . . .	276
7.4.6. Приближение Гаусса . . . . .	277
7.4.7. Экспериментальное определение законов рассеяния . . . . .	278
7.4.8. Применения к реальным замедлителям . . . . .	279
<b>7.5. Термализация и перенос нейтронов . . . . .</b>	<b>287</b>
7.5.1. Введение . . . . .	287
7.5.2. Метод вероятностей столкновений . . . . .	288
<b>7.6. Задачи на собственные значения и термализация нейтронов . . . . .</b>	<b>290</b>
7.6.1. Введение . . . . .	290
7.6.2. Типы задач на собственные значения . . . . .	290
7.6.3. Существование собственных значений . . . . .	292
7.6.4. Расчет собственных значений и собственных функций . . . . .	296
7.6.5. Собственные значения в диффузионном приближении . . . . .	298
7.6.6. Отклонения от максвелловского распределения . . . . .	300
<b>7.7. Приложение . . . . .</b>	<b>304</b>
7.7.1. Источник тепловых нейтронов за счет замедления . . . . .	304
Упражнения . . . . .	305
Список литературы . . . . .	305

## ГЛАВА 8. РЕЗОНАНСНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ

<b>8.1. Резонансные сечения</b> . . . . .	309
8.1.1. Введение . . . . .	309
8.1.2. Формула Брейта — Вигнера для изолированного резонанса . . . . .	311
8.1.3. Экспериментальное определение резонансных параметров . . . . .	315
8.1.4. Доплеровское уширение . . . . .	318
8.1.5. Перекрытие и интерференция резонансов . . . . .	322
8.1.6. Резонансное поглощение при низких энергиях . . . . .	324
<b>8.2. Параметры неразрешенных резонансов</b> . . . . .	325
8.2.1. Введение . . . . .	325
8.2.2. Каналы распада и распределение ширин уровней . . . . .	326
8.2.3. Расстояния между максимумами резонансов (или уровнями) . . . . .	329
8.2.4. Средние резонансные параметры . . . . .	330
<b>8.3. Резонансное поглощение в гомогенных системах</b> . . . . .	334
8.3.1. Эффективный резонансный интеграл . . . . .	334
8.3.2. Расчет потока нейтронов . . . . .	335
8.3.3. Приближение узкого резонанса ( <i>NR</i> -приближение) . . . . .	336
8.3.4. Вероятность поглощения в <i>NR</i> -приближении . . . . .	339
8.3.5. Доплеровское уширение в <i>NR</i> -приближении . . . . .	342
8.3.6. Приближение «бесконечной массы» ( <i>NRIM</i> -приближение) . . . . .	344
8.3.7. Приближение промежуточного резонанса . . . . .	345
8.3.8. Резонансы и многогрупповые константы . . . . .	347
8.3.9. Сильноперекрывающиеся резонансы. . . . .	348
<b>8.4. Резонансное поглощение в гетерогенных системах</b> . . . . .	351
8.4.1. Метод вероятностей столкновений . . . . .	351
8.4.2. Соотношения эквивалентности . . . . .	354
8.4.3. Численный расчет резонансных интегралов . . . . .	357
8.4.4. Приближенная зависимость от геометрии . . . . .	358
8.4.5. Эффект Доплера в быстрых реакторах . . . . .	360
<b>8.5. Сравнение теории и эксперимента</b> . . . . .	361
8.5.1. Тепловые реакторы . . . . .	361
8.5.2. Быстрые реакторы . . . . .	363
Упражнения . . . . .	364
Список литературы . . . . .	364

## ГЛАВА 9. ДИНАМИКА РЕАКТОРА: ТОЧЕЧНАЯ МОДЕЛЬ РЕАКТОРА И ПОДОБНЫЕ ЕЙ МОДЕЛИ

<b>9.1. Введение</b> . . . . .	368
9.1.1. Нестационарные задачи . . . . .	368
9.1.2. Уравнение переноса с запаздывающими нейтронами . . . . .	369
9.1.3. Влияние обратных связей . . . . .	371
<b>9.2. Точечный реактор</b> . . . . .	372
9.2.1. Амплитудный фактор и форм-функция . . . . .	372
9.2.2. Уравнения кинетики реактора . . . . .	373
9.2.3. Форм-функция . . . . .	375
9.2.4. Точечный реактор нулевой мощности . . . . .	378
9.2.5. Соотношение между асимптотическим периодом и реактивностью . . . . .	379
9.2.6. Численные решения уравнений точечного реактора и приближение нулевого времени жизни мгновенных нейтронов . . . . .	381

9.2.7. Линеаризованные уравнения кинетики . . . . .	383
<b>9.3. Передаточные функции . . . . .</b>	<b>384</b>
9.3.1. Передаточная функция реактора нулевой мощности . . . . .	384
9.3.2. Синусоидальные возмущения реактивности . . . . .	385
9.3.3. Пространственная зависимость передаточных функций . . . . .	387
<b>9.4. Точечный реактор с обратной связью . . . . .</b>	<b>389</b>
9.4.1. Введение . . . . .	389
9.4.2. Передаточная функция с обратными связями . . . . .	390
9.4.3. Условия устойчивости . . . . .	393
9.4.4. Ограничения мощности для устойчивости . . . . .	394
9.4.5. Устойчивость и частота возмущения реактивности . . . . .	396
9.4.6. Простые модели обратных связей . . . . .	398
9.4.7. Другие источники неустойчивости . . . . .	400
9.4.8. Относительная роль запаздывающих и мгновенных нейтронов . . . . .	401
9.4.9. Обратные связи в нелинейной точечной модели реактора . . . . .	402
<b>9.5. Определение и использование передаточных функций . . . . .</b>	<b>403</b>
9.5.1. Введение . . . . .	403
9.5.2. Осцилляторный метод . . . . .	403
9.5.3. Корреляционные методы . . . . .	404
9.5.4. Метод реакторных шумов . . . . .	406
9.5.5. Применение передаточных функций . . . . .	407
<b>9.6. Большие нейтронные вспышки . . . . .</b>	<b>409</b>
9.6.1. Модель Фукса — Хансена . . . . .	409
9.6.2. Импульсный быстрый реактор . . . . .	411
9.6.3. Анализ аварий быстрых реакторов . . . . .	413
<b>9.7. Приложение . . . . .</b>	<b>416</b>
Упражнения . . . . .	417
Список литературы . . . . .	417

**ГЛАВА 10. ДИНАМИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ  
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

<b>10.1. Пространственно-временные задачи переноса нейтронов . . . . .</b>	<b>420</b>
10.1.1. Математические методы . . . . .	420
10.1.2. Синтез по пробным функциям . . . . .	421
10.1.3. Пример с сильным изменением формы потока нейтронов . . . . .	423
10.1.4. Собственные функции $\alpha$ и запаздывающие нейтроны . . . . .	427
10.1.5. Задача об импульсном источнике нейтронов . . . . .	430
10.1.6. Другие пространственно-временные задачи . . . . .	436
10.1.7. Ксеноновые колебания . . . . .	437
<b>10.2. Задачи об изменении изотопного состава топлива реактора . . . . .</b>	<b>442</b>
10.2.1. Введение . . . . .	442
10.2.2. Уравнения выгорания . . . . .	444
10.2.3. Методы решения уравнений выгорания . . . . .	445
10.2.4. Результаты расчетов изменения изотопного состава ядерных реакто- ров . . . . .	447
10.2.5. Коэффициент воспроизводства (или конверсии) . . . . .	449
10.2.6. Выгорающие поглотители . . . . .	450
10.2.7. Выравнивание пространственного распределения потока нейтронов- с помощью выгорающих поглотителей . . . . .	452



<b>10.3</b>	<b>Расчеты тепловых реакторов с газовым теплоносителем и графитовым замедлителем . . . . .</b>	<b>454</b>
10.3.1.	Введение . . . . .	454
10.3.2.	Использованные методы расчета . . . . .	456
10.3.3.	Результаты расчетов ячеек реакторов . . . . .	457
10.3.4.	Эффективный коэффициент размножения и его составляющие . . . . .	460
10.3.5.	Температурные коэффициенты реактивности . . . . .	461
10.3.6.	Результаты расчетов температурных коэффициентов реактивности для реактора «Колдер-Холл» . . . . .	463
10.3.7.	Результаты расчетов температурных коэффициентов реактивности для реактора «Пич-Боттом» . . . . .	466
Упражнения	. . . . .	468
Список литературы	. . . . .	470
Приложение. Некоторые специальные математические функции	. . . . .	472
Список литературы	. . . . .	477
Предметный указатель	. . . . .	478