

А. А. Любомудров

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА**



А. А. Любомудров

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА**



Москва
ФИЗМАТЛИТ
2017

ББК 22.38

Л 934

УДК 623.4 (075) : 532.5 : 539.3 : 539.5

ЛЮБОМУДРОВ А. А. Теоретические основы физических процессов ядерного взрыва — М.: Физматлит, 2017. — 320 с. ISBN 978-5-94052-250-8.

Излагаются теоретические основы процессов, протекающих при ядерном взрыве. Рассматриваются начальные процессы ядерного взрыва, ударная волна, волны сжатия в грунте и приводятся методы расчета механических нагрузок на объекты поражения. Дается характеристика теплового излучения ядерных взрывов на различных высотах и приводятся методы расчета теплового и термомеханического действия взрыва. Рассматривается нейтронное и гамма-излучение ядерного взрыва, вызываемые ими повреждения материалов и ионизационные эффекты. Приводятся данные по радиационной стойкости интегральных микросхем иностранного производства. Описываются механизмы генерирования электромагнитных импульсов ядерных взрывов, произведенных в приземных слоях атмосферы и на больших высотах. Рассчитываются токи и потенциалы, наведенные электромагнитным импульсом в типовых электрических цепях. Приводятся данные по стойкости элементной базы радиоэлектронных схем к действию электромагнитного импульса.

Книга написана на уровне, доступном для понимания читателя, знакомого с курсами высшей математики и общей физики в объеме высшего технического учебного заведения.

Для студентов, аспирантов, преподавателей, инженеров и научных работников соответствующих специальностей.

Ил. 117. Табл. 32. Библ. 30 назв.

ISBN 978-5-94052-250-8



9 785940 522508

© Любомудров А. А., 2017

© Физматлит (оформление), 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	9
ВВЕДЕНИЕ	10
ГЛАВА 1	
НАЧАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА	19
1.1. Энерговыведение при ядерном взрыве.....	19
1.2. Плазменная область ядерного взрыва.....	23
1.3. Нейтроны, испускаемые при взрыве ядерного боеприпаса.....	29
1.4. Гамма-излучение, испускаемое при взрыве ядерного боеприпаса.....	45
1.5. Тепловая волна ядерного взрыва.....	49
1.6. Закон движения фронта тепловой волны. Использование метода размерностей для решения физических задач.....	54
1.7. Разлет газообразных продуктов ядерного взрыва.....	59
ГЛАВА 2	
УДАРНЫЕ ВОЛНЫ И ВОЛНЫ СЖАТИЯ ПРИ ЯДЕРНОМ ВЗРЫВЕ	62
2.1. Ядерный взрыв в воздухе.....	62
2.2. Ударные волны в газах.....	66
2.3. Общая характеристика ударной волны ядерного взрыва в однородной безграничной атмосфере.....	73
2.4. Сильная ударная волна.....	75
2.5. Закон подобия для сферических ударных волн.....	79
2.6. Ударная волна наземного и воздушного ядерных взрывов.....	83
2.7. Особенности ударных волн и волн сжатия в твердых средах.....	94
2.8. Ударные волны в пористых средах.....	100
2.9. Упругие волны в твердых средах.....	104
2.10. Ядерный взрыв в грунте.....	110
2.11. Ядерный взрыв в воде.....	114

ГЛАВА 3

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ
МЕХАНИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 121**

- 3.1. Обтекание тел ударной волной 121
3.2. Силы, действующие на тело при обтекании его ударной волной 123
3.3. Соударение тел 128
3.4. Модели деформируемых тел 136
3.5. Нагрузки на внутренние узлы конструкции
при действии ударной волны 142

ГЛАВА 4

ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 162

- 4.1. Общая характеристика теплового излучения ядерного взрыва 162
4.2. Световое излучение воздушного ядерного взрыва 166
4.3. Рентгеновское излучение высотного ядерного взрыва 172

ГЛАВА 5

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И РАСЧЕТНЫЕ МОДЕЛИ
ТЕПЛОвого ДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 176**

- 5.1. Общая характеристика теплового действия ядерного взрыва 176
5.2. Поглощение энергии теплового излучения в веществе 178
5.3. Постановка задачи о нагреве тел излучением 181
5.4. Методы решения задач о нагреве тел 184
5.5. Температурные напряжения, возникающие
в твердом теле при действии излучения 192
5.6. Импульс давления, возникающий при испарении вещества
под действием излучения 197

ГЛАВА 6

ПРОНИКАЮЩАЯ РАДИАЦИЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 200

- 6.1. Физические величины, характеризующие проникающую радиацию
ядерного взрыва 200
6.2. Поле нейтронного излучения ядерного взрыва 206
6.3. Поле гамма-излучения ядерного взрыва 212
6.4. Ионизационные эффекты при действии
проникающей радиации 225
6.5. Радиационные повреждения в материалах при действии
проникающей радиации 233
6.6. Действие проникающей радиации ядерного взрыва на радио-
электронную аппаратуру и методы повышения радиационной
стойкости 236

ГЛАВА 7

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ИМПУЛЬС ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 243

- 7.1. Электромагнитные поля и волны 243
- 7.2. Физика генерирования электромагнитного импульса ядерного взрыва 249
- 7.3. Характеристики электромагнитного импульса ядерного взрыва 256
- 7.4. Электромагнитный импульс в полости 262
- 7.5. Токи, наведенные в проводниках при движении заряженных частиц .. 266
- 7.6. Электромагнитный импульс, генерируемый системой 268
- 7.7. Напряжения и токи в электрических цепях при действии электромагнитного импульса 270
- 7.8. Действие электромагнитного импульса ядерного взрыва на радиоэлектронную аппаратуру и методы защиты 275

ГЛАВА 8

ОСТАТОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА 282

- 8.1. Облако ядерного взрыва 282
- 8.2. Воронка ядерного взрыва 287
- 8.3. Пылевые образования при ядерном взрыве 289
- 8.4. Капельно-жидкая влага в облаке ядерного взрыва 291
- 8.5. Радиоактивное загрязнение при ядерном взрыве 293
- 8.6. Ионизация атмосферы при ядерном взрыве 297
- 8.7. Влияние ядерных взрывов на распространение радиоволн 307
- 8.8. Распространение электромагнитных волн в ионизированной среде 310

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 317**ЛИТЕРАТУРА 318**