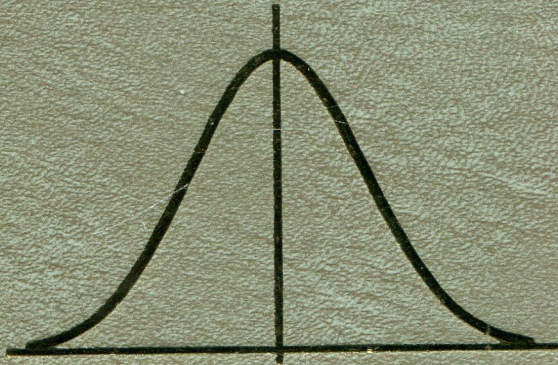


**В.Ф. Балакирев**

**В.В. Крымский**

**Н.А. Шабурова**

# **НАНОИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**



В.Ф. Балакирев, В.В. Крымский,  
Н.А. Шабурова

# НАНОИМПУЛЬСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Под редакцией академика РАН  
*Л.А. Смирнова*



Екатеринбург  
2012

УДК 539.186: 537, 621.74(07)

**Наноимпульсные технологии** / В.Ф. Балакирев, В.В. Крымский, Н.А. Шабурова / Под ред. академика РАН Л.А. Смирнова. Екатеринбург, 2012. 124 с.

Рассматриваются вопросы воздействия наносекундных электромагнитных импульсов (НЭМИ) большой мощности на свойства водных растворов и расплавы металлов. Характер воздействия связан с большими импульсными токами и импульсными полями. В водных растворах происходит очистка воды от ионов тяжелых металлов. Воздействие НЭМИ на расплавы цветных металлов значительно изменяет их свойства в жидком и твердом состояниях. Изменяются кристаллизационные параметры, увеличивается жидкотекучесть, изменяются физико-механические характеристики. В некоторых металлах происходит одновременное увеличение прочности и пластичности. Аналогичные эффекты наблюдаются при облучении сталей.

Значительное место в книге занимают результаты воздействия НЭМИ на радиоактивные среды: растворы, расплавы, грунты. В растворах радиоактивного стронция наблюдается значительное снижение удельной активности. В растворах с плутонием наблюдается его выпадение в осадок. В радиоактивных расплавах наблюдается снижение альфа и бета активностей.

Книга предназначена для научных работников, аспирантов и студентов старших курсов университетов.

Книга издана в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

УДК 539.186: 537, 621.74(07)

© В.Ф. Балакирев, В.В. Крымский,  
Н.А. Шабурова, 2012



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....	5
1.1. Наносекундные электромагнитные импульсы .....	5
1.2. Генераторы импульсов .....	6
1.3. Излучатели импульсов .....	8
Глава 2. ОБЛУЧЕНИЕ ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ .....	12
2.1. Облучение дистиллированной воды .....	12
2.2. Облучение водных растворов .....	15
2.2.1. Облучение природной воды .....	15
2.2.2. Облучение модельных растворов .....	17
2.2.3. Облучение сточных вод .....	20
2.3. Теоретические положения .....	21
2.3.1. Радиоллиз водных растворов .....	21
2.3.2. Радиационная модель .....	27
Глава 3. ОБРАБОТКА РАСПЛАВОВ МЕТАЛЛОВ НАНОСЕКУНДНЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ .....	28
3.1. Основные положения .....	28
3.2. Практика обработки НЭМИ расплавов цветных и черных металлов..	32
3.2.1. Обработка алюминия и его сплавов .....	33
3.2.2. Обработка сплава системы Al-Si .....	33
3.2.3. Обработка сплава системы Al-Cu .....	38
3.2.4. Обработка сплава Al-Pb .....	41
3.2.5. Обработка чистого свинца и его легкоплавких сплавов .....	46
3.2.6. Обработка меди и сплавов на ее основе .....	50
3.2.7. Обработка цинка .....	54
3.2.8. Обработка сталей 20Л и 20ГЛ .....	57
3.3. Общие закономерности влияния обработки НЭМИ на расплавы .....	62
3.4. Модель воздействия НЭМИ на металлические расплавы .....	63
3.4.1. Общие теоретические положения .....	64
3.4.2. Определение глубины скин-слоя для импульсного электромагнитного поля .....	72
3.4.3. Оценка эффективности ЭМАП в жидких металлах .....	78
Глава 4. ОБЛУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ СРЕД .....	80
4.1. Традиционные способы воздействия на ЖРО .....	80
4.1.1. Физические методы .....	80
4.1.2. Физико-химические методы .....	81
4.1.3. Химические методы .....	81
4.2. Новые способы воздействия на ЖРО .....	82
4.2.1. Электрохимический способ .....	82
4.2.2. Комбинированные с электрохимическим способы .....	83
4.2.3. Гидроволновая технология очистки .....	87
4.3. Облучение НЭМИ радиоактивных растворов .....	87
4.3.1. Растворы с радионуклидом <sup>90</sup> Sr .....	88

4.3.2. Растворы с радионуклидом $^{137}\text{Cs}$ .....	90
4.3.3. Растворы с радионуклидом $^{238}\text{Pu}$ .....	91
4.3.4. Растворы с радионуклидом $^{239}\text{Pu}$ .....	92
4.3.5. Растворы с радионуклидом $^{241}\text{Am}$ .....	93
4.3.6. Растворы с радионуклидами урано-ториевого ряда .....	94
4.4. Облучение НЭМИ расплавов металлов с радионуклидами .....	97
4.5. Облучение НЭМИ радиоактивных грунтов .....	104
4.6. Теоретические положения.....	106
4.6.1. Теоретический анализ кавитационных явлений .....	107
4.6.2. Оценка свойств модели и экспериментальных данных .....	110
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>114</b>