

**ФРАКТАЛЫ
В ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКЕ**

РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР -
ВНИИЭФ

Фракталы в прикладной физике

Fractals in Applied Physics

Под общей редакцией
А.Е. Дубинова

General editorship by
A.E. Dubinov

Арзамас-16
1995

ББК 22.33

Ф - 82

УДК: 537.876.23

Фракталы в прикладной физике/ Под общей редакцией А.Е. Дубинова. - ВНИИЭФ, Арзамас-16, 1995. - 216 с.: ил. - ISBN 5-85165-064-8

Сборник научных трудов ведущих специалистов Всероссийского научно-исследовательского института экспериментальной физики (ВНИИЭФ) содержит оригинальные теоретические и экспериментальные работы из различных областей прикладной физики: динамики разрушения, кинетики процессов роста, теории турбулентности, физики плазмы. Несмотря на кажущееся разнообразие рассмотренных в них проблем, их объединяет общий подход, основанный на сравнительно новых идеях фрактальной геометрии, описывающей объекты с размерностью дробного порядка.

Сборник предназначен для широкого круга научных работников, студентов и аспирантов.

Collection of scientific works of leading VNIIEF specialists contains unique theoretic and experimental papers connected with different areas of applied physics, such as: destruction dynamics, growth kinetics, theory of turbulence, plasma physics. In spite of their apparent variety, the problems presented are bound with each other by a common approach, based on comparatively new ideas of fractal geometry, describing objects with dimensions of fractional order.

The book is prepared for a wide circle of scientists, students and post-graduate students.

© Российский федеральный ядерный
центр - ВНИИЭФ, 1995

ISBN 5-85165-064-8

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как зарождается хаос и как происходит формирование высокоорганизованной структуры материи - фундаментальные вопросы естествознания. Новые горизонты этой проблемы открылись с началом проникновения идей фрактальной геометрии в различные разделы физики.

Уже с первых шагов развития науки о фракталах начался стремительный прорыв в понимании сложных явлений природы, ранее не поддававшихся математическому описанию. Среди них следует отметить - явление турбулентности, образование кластеров, рост трещин при нагружении.

В науке часто бывает так, что многие фундаментальные идеи одновременно и независимо друг от друга высказывались несколькими авторами. Наиболее показательным в этой связи оказался период, когда Бенуа Мандельброт опубликовал на английском языке свою первую работу о фракталах (1977 г.). Одновременно выходит в свет монография П. де Жена, будущего Нобелевского лауреата, где впервые используются идеи скейлинга в описании кинетики роста и динамики полимолекулярных образований. Приблизительно в это же время находит признание метод ренорм-группы при описании критических явлений (фазовых переходов) К. Вильсона (Нобелевская премия, 1982 г.). В 1978 году М. Фейгенбаум сообщает о своем открытии универсального характера поведения динамических систем при переходе к хаосу, где самоподобие играет основную роль. Однако первым, кто понял общность всех этих явлений, был все же Мандельброт.

За всем этим стоит математический аппарат, разработанный к концу 1920-х годов такими известными математиками, как Хаусдорф, Безикович, Урысон.

В настоящее время поток научных публикаций, связанных с фракталами, растет лавинообразно. За рубежом стали выходить научные журналы, в которых рубрика "Фракталы и их применение" входит в основную тематику.

В Российском федеральном ядерном центре - ВНИИЭФ отдельными группами исследователей также ведутся работы, связанные с применением фрактальной геометрии к различным областям физики. Оригинальные результаты этих работ, большей частью не публиковавшиеся ранее, стали основой содержания сборника.

Сборник предназначен для широкого круга научных работников, студентов и аспирантов. Для тех, кто с понятием фракталов встречается впервые, ниже приведен список литературы, в которой можно найти необходимые начальные сведения.

1. Урысон П.С. Труды по топологии и другим областям математики. Т. 1, 2. М. - Л.: Гостехтеоретиздат, 1951.
2. П. де Жен. Идеи скейлинга в физике полимеров. М.: Мир, 1982.
3. Заславский Г.М., Сагдеев Р.З., Усиков Д.А., Черников А.А. Слабый хаос и квазирегулярные структуры. М.: Наука, 1991.
4. Тоффоли Т., Марголюс Н. Машины клеточных автоматов. М.: Мир, 1991.
5. Федер Е. Фракталы. М.: Мир, 1991.
6. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров. М.: Наука, 1991.

Дубинов А.Е.

Предисловие	3
1. А. Е. Дубинов, В.Д. Селемир. Обобщенные волновые уравнения для описания динамики электромагнитных волн в стационарных фрактальных средах	5
2. Э.Э Лин. Качественные диффузионные модели взрывного образования кластеров с квантовыми свойствами	20
3. В.Е. Ватрунин, А.Е. Дубинов, В.Д. Селемир, Н.В. Степанов. Анализ сложности СВЧ приборов с виртуальным катодом как динамических объектов	47
4. Б.Л. Глушак, И.Р. Трунин, С.А. Новиков, А.И. Рузанов. Численное моделирование откольного разрушения металлов	59
5. Е.К. Бонюшкин, Н.И. Завада, Л.А. Платонова, Н.И. Сельченкова, А.Я. Учаев. Фрактальная природа процесса динамического разрушения	123
6. Н.Н. Дегтяренко, Г.М. Елисеев. О фрактальности и сплайн-спектре сечений поглощения фотонов в плазме	175

Сборник научных трудов

ФРАКТАЛЫ В ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКЕ

Редактор В.М.Тагирова

Корректор Е.А.Коваленко

Компьютерная подготовка оригинал-макета С.Н.Фроловой

Подписано в печать 18.01.95 Формат 60x84/16 Печать офсетная
Усл.печ.л. 12,5 Уч.-изд.л. 13,4 Тираж 1000 экз. Зак.тип. 427-95

Отпечатано в типографии ВНИИЭФ
г.Арзамас-16 Нижегородской обл.

ЛР N 020651 от 23.10.92.