

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»

Л. В. Матвеев

АНОМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ ПЕРЕНОСА В СИЛЬНО НЕОДНОРОДНЫХ СРЕДАХ

Учебное пособие

Москва
МФТИ
2022

УДК 539.2(075)
ББК 22.311я73
М33

Рецензенты:

Кафедра «Технологий дистанционного зондирования» Факультета
космических исследований МГУ им. М. В. Ломоносова
(зав. кафедрой доктор технических наук *Е. А. Луян*)

Доктор физико-математических наук, профессор *П. С. Кондратенко*

Матвеев, Леонид Владимирович

М33 Аномальные режимы переноса в сильно неоднородных средах :
учеб. пособие / Л. В. Матвеев. – Москва : МФТИ, 2022. – 90 с.; ил.
ISBN 978-5-7417-0807-1

Изложены основы теории неклассических процессов переноса примеси в сильно неоднородных и резко контрастных средах. Закономерности этих процессов важны для самых различных разделов знаний, в том числе, и в особенности, для проведения оценок надежности захоронений радиоактивных отходов в геологических формациях.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Прикладные математика и физика» по специальности *Проблема современной энергетики и экологическая безопасность*.

УДК 539.2(075)
ББК 22.311я73

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Московского физико-технического института (национального исследовательского университета)

ISBN 978-5-7417-0807-1

© Матвеев Л. В., 2022
© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Классические режимы переноса в однородных средах. Основные понятия и определения.....	6
1.1. Случайные блуждания одной частицы.....	6
1.2. Поведение ансамбля частиц.....	7
1.3. Пример аномального режима переноса в однородной среде.....	11
2. Регулярно-неоднородные среды.....	13
2.1. Диффузия в слое, окруженном слабо проницаемой матрицей.....	13
2.2. Диффузия в регулярно неоднородных средах, содержащих системы трещин.....	21
3. Адвекция.....	28
3.1. Адвекция в слое, окруженном слабопроницаемой матрицей.....	28
3.2. Адвекция в слоистой среде.....	33
4. Сильно контрастные фрактальные среды.....	39
4.1. Определение, свойства и примеры фракталов.....	39
4.2. Перколяционные среды.....	45
5. Диффузия на фрактале.....	58
5.1. Определение d_w методом расчета среднего времени.....	59
5.2. Расчет d_w с помощью соотношения Эйнштейна.....	61
6. Перенос в перколяционных средах.....	64
6.1. Диффузия по перколяционному кластеру.....	64
6.2. Перенос по перколяционному кластеру на масштабах больше корреляционного радиуса.....	65
6.3. Адвекция в перколяционных средах.....	67
7. Статистически однородные резко контрастные среды.....	74
7.1. Постановка задачи переноса.....	74
7.2. Расчет асимптотик функции памяти.....	76
7.3. Описание режимов переноса.....	79
8. Перенос примеси в слоистой среде нестационарным течением.....	81
9. Модель случайных блужданий в непрерывном времени.....	84
Заключение.....	87
Литература.....	89