

К.Э. Плохотников

МЕТОД И ИСКУССТВО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Курс лекций

2-е издание, стереотипное

Москва
Издательство «ФЛИНТА»
2017

УДК 519.8(042.4)
ББК 22.12я73
ПЗ9

Плохотников К.Э.

ПЗ9 Метод и искусство математического моделирования [Электронный ресурс]: курс лекций / К.Э. Плохотников. — 2-е изд., стер. — М. : ФЛИНТА, 2017. — 519 с. ISBN 978-5-9765-1541-3

В основу курса положены ответы на вопросы: что такое (математическая) модель? как она возможна? и некоторые другие вопросы. В курсе изложена общая методология метода математического моделирования, а также ряд фактурных моделей из различных областей научной деятельности. В курсе устанавливается соответствие методологических детерминантов моделирования и конкретики затронутых предметных областей. В полной мере формализовать процесс генерации моделей не удастся. Математические модели, представленные в курсе можно поделить на два больших класса: модели из естественнонаучных областей и общественных наук. К естественнонаучным относятся модели: пространственных миграций планктонных организмов, морфогенеза, термогеометрической динамики конечного кристалла, электромагнитного коллектора, турбулентности, общей циркуляции атмосферы, дискретного пространства времени и квантовой электродинамики. К математическим моделям общественных наук относятся: нормативная модель глобальной истории, модель политики с позиции силы, психофизическая модель.

Для студентов старших курсов и аспирантов, специализирующихся в естественнонаучных областях. Он также может оказаться полезным преподавателям в таких областях, как моделирование, уравнения математической физики, вычислительные методы, компьютерные науки, информационные технологии.

УДК 519.8(042.4)
ББК 22.12я73

ISBN 978-5-9765-1541-3

© Плохотников К.Э., 2017

© Издательство «ФЛИНТА», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КУРСА ЛЕКЦИЙ “МЕТОД И ИСКУССТВО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ”	7
Лекция №1	11
МЕТОДОЛОГИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	11
§1. Историческая ретроспектива	11
§2. Формальное определение математического моделирования	14
§3. Неформальное толкование математического моделирования	22
Лекция №2	32
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МИГРАЦИЙ ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	32
§1. Введение	32
§2. Динамика преследования-убегания для двух особей: одного хищника и одной жертвы	35
§3. Кинетические уравнения и гидродинамическое приближение в описании биоценоза.....	37
§4. Преследование-убегание на примере двух видов	40
§5. Преследование-убегание, диффузия и источники	47
§6. “Энергетический” биоценоз.....	54
§7. Заключение	61
Лекция №3	62
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МОРФОГЕНЕЗА	62
§1. Введение	62
§2. Рост отдельной ткани.....	64
§3. Баланс вещества в пределах растущей ткани	67
§4. Одномерное приближение.....	68
§5. Рост одномерной ткани. Вычислительный эксперимент	75
§6. Моделирование роста трех связанных одномерных тканей.....	82
§7. Заключение	88
Лекция №4	89
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ КОНЕЧНОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ОБРАЗЦА	89
§1. Введение	89
§2. Как возможен конечный кристалл при нулевой температуре?	91
§3. Двухвременной формализм	97
§4. Окрестность нулевой температуры	103
§5. Вычислительный эксперимент на примере моделирования реконструкции поверхности (100)Pt	107
§6. Вычислительный эксперимент на примере моделирования реконструкции поверхности (100)W	116
§6. Заключение	129
Лекция №5	131

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОЛЛЕКТОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ.....131

§1. Введение	131
§2. Постановка задачи.....	133
§3. Приемник шума	135
§4. Численное решение уравнений приемника шума	136
§5. Коллектор электромагнитной энергии.....	141
§6. Численное решение уравнений коллектора	142
§7. Источники энергии, отличающиеся от белого шума	146
§8. Заключение	149

Лекция №6 151

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУРБУЛЕНТНОГО ДВИЖЕНИЯ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ.....151

§1. Введение	151
§2. Исследование потенциала взаимодействия	156
§3. Вывод и решение основного кинетического уравнения.....	161
§4. Исследование вопроса об измеряемости.....	168
§5. Пример расчета турбулентного течения жидкости в трубе.....	174
§6. Заключение	182

Лекция №7 184

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ.....184

§1. Введение	184
§2. Вывод основных уравнений	185
§3. Трехмерная модель движения атмосферы.....	199
§4. Меридиональная модель движения атмосферы.....	211
§5. Заключение	225

Лекция №8 227

ДИСКРЕТНОЕ ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА227

§1. Введение	227
§2. Одномерные пространства	235
§3. Многомерные пространства	237
§4. Скалярное вещественное поле	243
§5. Электромагнитное поле.....	249
§6. Спинорное поле.....	250
§7. Взаимодействие электромагнитного и спинорного полей.....	253
§8. Примеры расчета некоторых эффектов.....	256
§9. Заключение	262

Лекция №9 264

КОНЕЧНОЕ ДИСКРЕТНОЕ ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА264

§1. Введение	264
§2. Различные примеры пространств	266
§3. Взаимодействие электромагнитного и спинорного полей.....	269
§4. Одномерная модель	272
§5. Код поля-пространства-времени	276

§6. Заключение	278
Лекция №10	281
НОРМАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ГЛОБАЛЬНОЙ ИСТОРИИ	281
§1. Введение	281
§2. Политические характеристики актора.....	285
§3. Выбор доктрины	291
§4. Ресурсные ограничения.....	295
§5. Моделирование истории.....	297
§6. Этика акторов	302
§7. Выбор	310
§8. Заключение	317
Лекция №11	319
ПУТЬ СИЛЫ. РОЛЬ НАУКИ В ЭСХАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ	319
§1. Введение	319
§2. Что движет нами?.....	319
§3. Что нам мешает осуществить Выбор?	322
§4. Что помогает нам в Пути?	323
§5. Саркофаг	326
Лекция №12	329
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИЛЫ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ.....	329
§1. Введение	329
§2. Параметризация выбора отдельного патом (геопатома)	330
§3. Струна силы отдельного патом	333
§4. Струна силы ансамбля патомов	342
§5. Динамика струны силы ансамбля патомов.....	345
§6. Заключение	351
Лекция №13	353
ПСИФИЗИКА: К ТЕОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА С	
УСТРОЙСТВОМ	353
§1. Предыстория и введение в модель	353
§2. Устройство. Предварительное определение	361
§3. Устройство. Завершающее определение	370
§4. Псиатом	376
Лекция №14	390
ПСИФИЗИКА: К ТЕОРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТОРА С	
УСТРОЙСТВОМ. II	390
§1. Оператор. Предварительное определение.....	390
§2. Оператор. Завершающее определение.....	404
§3. Заключение	430
Лекция №15	435
ПСИХОДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	435
§1. Введение	435
§2. Властно-волевая инфраструктура политической конфигурации	436
§3. Сценарии максимизации силы в ансамбле патомов	447

§4. Заключение	451
Лекция №16	454
ОТ ПСИХОФИЗИКИ К ПСИ-ПАРАДИГМЕ. О ДЕМАРКАЦИОННОЙ ЛИНИИ МЕЖДУ НАУКОЙ И ПАРАНАУКОЙ.....	454
§1. Введение	454
§2. Психофизика.....	455
§3. Пси-парадигма	456
§4. Паранаука	458
§5. Псифизика. Модель взаимодействия оператора с устройством	460
§6. Заключение	465
Лекция №17	467
ОСНОВЫ ПСИХОРЕЗОНАНСНОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ: ПСИАТОМ, ПСИКНОПКА, ПСИКОМПЬЮТЕР	467
§1. Футурология человеко-компьютерных интерфейсов.....	467
§2. Психомпьютер.....	477
§3. Психнопка.....	478
§4. Псиатом. Первое материальное воплощение	486
§5. Псиатом. Второе материальное воплощение	497
§6. Заключение	508
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	510