

Программа курса лекций:

«Современные методы теоретического моделирования многомасштабных и статистически нестационарных процессов»

Описание курса

Основной целью настоящего курса служит познакомить студентов практически со всем арсеналом законов и методов теоретического моделирования сложных систем. Студенты должны получить необходимые навыки решения существующих задач на различных уровнях их моделирования (или абстракции). Решающую роль при этом играет успешное соединение усилий строгой математики, точного выбора модели, оценочных расчетов и обработки данных. Предполагается рассмотреть широкий круг физических явлений (включая технические приложения и биологические системы) и показать, как используются на практике методы вычислительной математики, теоретической физики, теории вероятности и математической статистики. Начиная с анализа линейных механических систем вблизи положения равновесия, слабо-нелинейных моделей и методов теории возмущений, мы продолжаем его на системы, управляемые большим числом параметров (асимптотические разложения), топологические перестройки (особенности и катастрофы, или сильные изменения в малых масштабах), математическое подобие и скейлинг (инвариантность к группе масштабных преобразований), а также на теорию групп. Будет обозначена связь между стохастическим и детерминированным подходами к их описанию. Наряду с учебниками и монографиями в курс необходимо включены и материалы исследовательских работ. Для самостоятельных занятий предусмотрены пакеты «Mathematica» и «MatLab».

Основные направления курса:

общие лекции по математике и приложениям.

Программа курса:

1. Научный метод, оценочные параметры, основные модели;
2. Система вблизи положения равновесия и методы теории возмущений;
3. Асимптотические разложения;
4. Стохастический и детерминированный подходы;
5. Особенности;
6. Подобие и скейлинг;
7. Нелинейная динамика и хаос;
8. Симметрия и теория групп;
9. Предсказательные возможности теоретической модели: сложность модели, погрешность и дисперсия;

10. Обработка данных: анализ случайных и стохастических рядов, экспоненциальный, степенной и широкополосный спектры, малоразмерные и бесконечномерные системы, кластеризация и перемежаемость;
11. Дополнительные главы (по возможности): мультифракталы, не-броуновская динамика, не-Марковские процессы, характеристики экспериментальных и численных данных.

Основные учебники:

Дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Механика. — Издание 5-е, стереотипное. — М.: Физматлит, 2004. — 224 с. — («Теоретическая физика», том I). — ISBN 5-9221-0055-6
2. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Теория поля. — Издание 8-е, стереотипное. — М.: Физматлит, 2012. — 536 с. — («Теоретическая физика», том II). — ISBN 5-9221-0056-4
3. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Квантовая механика (нерелятивистская теория). — Издание 6-е, исправленное. — М.: Физматлит, 2004. — 800 с. — («Теоретическая физика», том III). — ISBN 5-9221-0530-2
4. Берестецкий В. Б., Лифшиц Е. М., Питаевский Л. П. Теоретическая физика. — Издание 4-е, исправленное. — М.: Физматлит, 2002. — Т. IV. Квантовая электродинамика. — 720 с. — ISBN 5-9221-0058-0
5. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Статистическая физика. Часть 1: Учебное пособие для вузов. — М.: Физматлит, 2010. — 616 с. — 1 000 экз. — ISBN 5-9221-0054-0
6. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. — Издание 5-е. — 2006. — Т. VI. Гидродинамика. — 736 с.
7. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. — Издание 5-е, стереотипное. — 2007. — Т. VII. Теория упругости. — 264 с.
8. Ландау, Л. Д., Лифшиц, Е. М. Электродинамика сплошных сред. — Издание 4-е, стереотипное.. — М.: Физматлит, 2003. — 656 с. — («Теоретическая физика», том VIII). — ISBN 5-9221-0123-4
9. Лифшиц, Е. М., Питаевский, Л. П. Статистическая физика. Часть 2. Теория конденсированного состояния. — М.: Физматлит, 2004. — 496 с. — («Теоретическая физика», том IX).
10. Лифшиц, Е. М., Питаевский, Л. П. Физическая кинетика. — изд. 2. — М.: Физматлит, 2007. — 536 с. — («Теоретическая физика», том X). — 3 000 экз. — ISBN 978-5-9221-0125-7
11. Арнольд В.И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. – Ижевск: Ижевская республиканская типография. 2000. – 400с.
12. Шубников А.В., Копцик В.А. Симметрия в науке и искусстве. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004, 560с.