

ФИЗИКА КРИТИЧЕСКИХ И НЕЛИНЕЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ

1. Цель освоения дисциплины

Сформировать систему знаний в области физики критических и нелинейных явлений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика критических и нелинейных явлений» относится к вариативной части блока дисциплин и является дисциплиной по выбору.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для прохождения практики «Производственная практика (преддипломная практика)».

3. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способен внедрять в образовательный процесс полученные результаты собственных исследований или наиболее значимые результаты по направлениям, близким к научным интересам магистранта (ПКР-5).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать

- основные положения теоретической механики;
- методы анализа фазовых портретов на фазовой плоскости;
- методы анализа бифуркаций нелинейных систем;
- методы анализа устойчивости движения;
- основные понятия теории катастроф;
- основные понятия теории динамического хаоса;
- современные тенденции анализа нелинейных явлений;

уметь

- использовать различные формулировки общих законов механики для решения практических задач;
- строить фазовые портреты на прямой и плоскости;
- проводить качественный анализ динамики нелинейных систем;
- проводить анализ устойчивости движения;
- проводить анализ бифуркаций положений равновесия (катастроф);
- проводить численный анализ хаотических режимов;
- строить математические модели нелинейных систем на основе фундаментальных законов природы;

владеть

- приемами практического использования уравнений механики;
- приемами практического построения фазовых портретов линейных динамических систем;
- приемами практического построения фазовых портретов нелинейных динамических систем;
- приемами численного анализа устойчивости движения;
- приемами численного анализа катастроф;
- приемами численного анализа хаотических режимов;
- приемами практического использования нелинейных математических моделей.

4. Общая трудоёмкость дисциплины и её распределение

количество зачётных единиц – 2,
общая трудоёмкость дисциплины в часах – 72 ч. (в т. ч. аудиторных часов – 16 ч., СРС – 52 ч.),
распределение по семестрам – 3,
форма и место отчётности – .

5. Краткое содержание дисциплины

Уравнения механики.

Различные формулировки общих законов механики: уравнения Ньютона, Лагранжа и Гамильтона. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Кинетическая и потенциальная энергия. Консервативные и диссипативные системы.

Линейная динамика на фазовой плоскости.

Динамические системы в конечномерном фазовом пространстве. Фазовые точки, фазовые траектории и интегральные кривые. Линейные динамические системы на фазовой плоскости, имеющие стационарную точку. Типы фазовых портретов: центр, седло (консервативные системы), узел, фокус (диссипативные системы). Сепаратрисы седла. Тип стационарной точки: устойчивая (аттрактор), неустойчивая (репеллер).

Нелинейная динамика на фазовой плоскости.

Линеаризация уравнений движения в малых окрестностях стационарных точек, условия нарушения устойчивости стационарной точки. Бифуркация Андронова-Хопфа рождения предельного цикла. Метод медленно меняющейся амплитуды и метод усреднения.

Бифуркация одновременного рождения (исчезновения) устойчивого и неустойчивого циклов. «Мягкий» и «жесткий» режимы рождения колебаний. Гистерезис.

Устойчивость движения.

Устойчивость и асимптотическая устойчивость движения (по Ляпунову). Орбитальная устойчивость. Неустойчивость. Сближающиеся и разбегающиеся фазовые траектории. Седловые траектории. Максимальный показатель и полный спектр показателей Ляпунова. Определение консервативной и диссипативной систем. Частные случаи: гармонический осциллятор, гамильтоновы уравнения (теорема Лиувилля), осциллятор Ван дер Поля. Теорема Пуанкаре-Бендиксона, индексы Пуанкаре и топология фазовой плоскости.

Структурная устойчивость.

Топологические перестройки фазового портрета. Стационарные состояния систем, описываемых потенциалом. Грубые и негрубые системы. Катастрофа сборки. Грубые и негрубые семейства динамических систем с различным числом управляющих параметров. Диффеоморфизмы. Обзор понятий и методов теории катастроф.

Хаотическая динамика.

Турбулентные течения в жидкостях и газах. Модель Лоренца: диссипативность, ограниченность области движения, стационарные точки. Результаты численного моделирования: последовательность бифуркаций. Странный аттрактор, его геометрическая форма и самоподобная (фрактальная) структура.

Физика нелинейных систем.

Обзор современного состояния физики нелинейных явлений.

6. Разработчик

Маглеванный Илья Иванович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики и физики ФГБОУ ВО "ВГСПУ".