

1. Что такое динамическая система?

Ответ: Это система произвольной природы, сформулированная в терминах математической модели.

Динамическая система - это математическая модель, которая описывает эволюцию системы во времени. Она представляет собой совокупность состояний и правил, которые определяют, как система изменяется с течением времени. В рамках динамической системы, состояние системы описывается одним или несколькими параметрами, которые могут меняться со временем. Правила эволюции определяют, как эти параметры изменяются во времени в зависимости от исходных условий и заданных правил взаимодействия. Динамические системы используются для моделирования различных явлений и процессов в естественных и физических науках, инженерии, экономике, социологии и других областях. Они позволяют изучать долгосрочное поведение системы, предсказывать ее будущее состояние и анализировать стабильность и изменчивость системы.

2. Что такое непрерывная динамическая система?

Ответ: Это ДС, соответствующая математической модели в форме дифференциальных уравнений.

Непрерывная динамическая система - это математическая модель, которая описывает эволюцию системы во времени, где время является непрерывной переменной. Математически непрерывная динамическая система может быть описана с помощью дифференциального или интегрального уравнения. Анализ непрерывных динамических систем основывается на методах математического анализа, таких как теория дифференциальных уравнений, интегральные уравнения и функциональный анализ.

3. Что такое дискретная динамическая система?

Ответ: Это ДС, соответствующая математической модели в форме рекуррентных/итерационных соотношений.

Дискретная динамическая система - это математическая модель, которая описывает эволюцию системы во времени, где время представлено в дискретной форме. В такой системе состояние системы изменяется только в определенные моменты времени, а не непрерывно.

Дискретные динамические системы могут быть представлены различными способами, но наиболее распространенным является использование разностных уравнений или рекуррентных соотношений. В разностных уравнениях каждое последующее состояние системы зависит от предыдущего состояния и определенных правил обновления. Например, рекуррентное соотношение может быть записано в виде $x(n+1) = f(x(n))$, где $x(n)$ - состояние системы в момент времени n , $x(n+1)$ - состояние системы в следующий момент времени $n+1$, а f - функция, определяющая правила эволюции системы. Они широко используются для исследования эволюции систем с дискретными состояниями или процессами, которые обновляются в фиксированные моменты времени.

4. Что такое фазовое пространство динамической системы?

Ответ: это пространство математических/динамических параметров, целостно описывающих динамику системы.

Фазовое пространство динамической системы - это абстрактное математическое пространство, в котором каждая точка представляет собой состояние системы в определенный момент времени. Каждое состояние системы определяется набором переменных, описывающих ее состояние в данный момент.

Фазовое пространство позволяет наглядно представить и анализировать поведение динамической системы в течение времени. Каждая точка в фазовом пространстве представляет определенное состояние системы, и траектория движения системы описывается фазовой кривой.

Фазовое пространство может иметь разную размерность (быть одномерным, двумерным, трехмерным или иметь более высокую размерность) в зависимости от количества переменных, используемых для описания состояния системы. Оно может быть визуализировано с помощью фазовых портретов или сечений Пуанкаре.

Анализ фазового пространства позволяет изучать свойства и поведение системы, такие как устойчивость, периодичность, регулярность и/или хаотичность поведения системы.

5. Что такое аттрактор?

Ответ: Это особая точка или группа точек, которые притягивают к себе соседние точки фазовых траекторий в процессе роста независимого аргумента (в прямом времени).

Аттрактор - это подмножество фазового пространства динамической системы, к которому траектории системы стремятся при достаточно долгом времени или бесконечности (точка, кривая, двумерная или многомерная область). Он представляет собой некую устойчивую конфигурацию или состояние системы, к которой сходятся ближайшие фазовые траектории.

Аттракторы могут иметь различные формы и свойства в зависимости от природы и динамики системы. Они могут быть точками (пространственными), линиями (например, циклами или предельными циклами), плоскостями, многомерными многообразиями, хаотическими объектами или даже динамическими системами самого высокого порядка.

Аттракторы играют важную роль в изучении и понимании динамики систем. Они используются для анализа устойчивости и сходимости, определения периодических режимов, определения стационарных состояний или предсказания будущей эволюции системы.

6. Что такое сепаратрисы фазового пространства?

Ответ: сепаратрисами называют фазовые траектории/множества, разделяющие собой зоны различного качественного поведения фазового портрета.

Сепаратрисы фазового пространства - это кривые или поверхности, которые разделяют различные области фазового пространства, на которых происходят различные типы движения динамической системы. Они представляют собой границы или разделители между различными состояниями или аттракторами системы.

Сепаратрисы могут быть устойчивыми (представляют собой границы, которые притягивают траектории к определенной области фазового пространства) или

неустойчивыми (представляют собой границы, которые отталкивают траектории). Динамически они могут быть связаны с периодическими (включая период, равный бесконечности) регулярными или хаотическими режимами движения системы.

Анализ сепаратрис позволяет выделить важные области и структуры фазового пространства, изучать устойчивость и неустойчивость системы, а также предсказывать ее поведение при изменениях параметров, начальных условиях и действии внешних возмущений. Анализ сепаратрис особенно важен в рамках изучения динамических систем с хаосом.

7. Что такое гетероклиническая траектория?

Ответ: это фазовая траектория, выходящая из одной седловой точки и возвращающаяся в другую седловую точку.

Гетероклиническая траектория - это специальный тип фазовых траекторий в фазовом пространстве динамической системы, которая соединяет разные множества (устойчивые и/или неустойчивые) разных седловых точек.

Гетероклинические траектории могут иметь различные формы и свойства в зависимости от конкретной динамической системы. Они могут быть одномерными кривыми, многомерными поверхностями или даже сложными структурами с самопересечениями.

Гетероклинические траектории играют важную роль в различных областях математики, механики и динамики систем, включая теорию хаоса. Они могут дать информацию о переходах между разными режимами поведения или смене аттракторов в системе.

8. Что такое предельный цикл?

Ответ: это единственная в определенной окрестности фазового пространства замкнутая фазовая траектория.

Предельный цикл - это замкнутая траектория динамической системы в некотором регионе фазового пространства, которая соответствует бесконечно повторяемым процессам во времени (например, представляет собой периодическое движение системы, в котором состояние системы возвращается к тому же значению через фиксированный промежуток времени). При этом соседние фазовые траектории системы не являются замкнутыми.

Предельный цикл может быть одномерным (то есть представлять собой траекторию на линии), двумерным (например, циклом на плоскости) или иметь еще большую размерность в зависимости от количества переменных, описывающих состояние системы. Он может иметь различные формы, такие как окружность, эллипс или иная замкнутая кривая.

Предельные циклы имеют важное значение в изучении динамики систем, особенно в теории хаоса. Они могут быть устойчивыми, когда траектории системы сближаются с ними, неустойчивыми, когда траектории отдаляются от них, а также полуустойчивыми. Предельные циклы могут возникать в различных типах систем, включая механические системы, электрические колебательные контуры, биологические модели и пр.

9. Что такое ляпуновская размерность?

Ответ: это оценка метрической размерности фазового объекта, определяющаяся по значениям показателей Ляпунова.

Ляпуновская размерность - это мера сложности или размерности аттрактора/фазовой траектории динамической системы. Она является важной

характеристикой, позволяющей оценить общие свойства устойчивости и хаотичности системы. Математически ляпуновская размерность определяется с помощью спектра показателей Ляпунова, который отражает рост или убывание возмущений вдоль траектории системы во времени. Ляпуновская размерность имеет применение в различных дисциплинах, включая механику, физику, химию, биологию и экономику. Она помогает понять и исследовать характеристики сложных систем и предсказывать их поведение в различных условиях.

10. Что имеется в виду, когда говорят об «эффекте бабочки»?

Ответ: имеется в виду существенная неустойчивость и существенное изменение динамического поведения системы в зависимости от создания малых отклонений в начальных условиях.

Эффект бабочки, также известный как чувствительная зависимость от начальных условий, является понятием из теории хаоса. Он предполагает, что в некоторых динамических системах малое изменение в начальных условиях может привести к значительным и непредсказуемым результатам в долгосрочной перспективе. Понятие "эффект бабочки" символизирует гипотетическую ситуацию, где даже незначительное движение крыльев бабочки в Бразилии может привести к цепной реакции в атмосфере, которая в конечном итоге может вызвать шторм в Техасе. Это иллюстрирует концепцию, что кажущееся незначительными изменения в начальных условиях могут вызывать последующие значительные изменения в динамике системы со временем.

Эффект бабочки демонстрирует, что неконтролируемые и малые изменения могут приводить к нелинейным эффектам в системе, где предсказание будущего поведения становится сложным или невозможным. Этот концепт имеет значительное значение в различных областях, таких как математика, механика, теория динамических систем, метеорология, финансы, экономика и климатология.

11. Что такое сечение Пуанкаре?

Ответ: это отображение, ставящее в соответствие фазовой траектории множество ее точек, соответствующее определенному условию (например, периоду фазовой траектории, либо периоду некоторого возмущения, либо точки прокола некоторой гиперповерхности фазовой траекторией).

Сечение Пуанкаре - это метод анализа динамических систем, разработанный французским математиком Анри Пуанкаре. Этот метод позволяет изучать долгосрочную эволюцию системы, фокусируясь только на некоторых отдельных моментах времени.

Суть сечения Пуанкаре заключается в том, чтобы задать условие/плоскость и регистрировать отдельные пересечения фазовой траекторий системы с этой плоскостью. Каждое пересечение, или точка, на сечении представляет собой фиксированное состояние системы.

С помощью сечения Пуанкаре можно изучать структуру и динамические свойства системы, такие как аттракторы, периодические режимы, хаос и переходы между ними. Анализ сечения Пуанкаре позволяет определить устойчивые и неустойчивые траектории, определить границы и форму аттракторов и выявить периодические, аperiodические регулярные и/или хаотические фазовые траектории системы.

12. Что такое размерность фазового пространства?
Ответ: это количество фазовых переменных системы целостно описывающих ее динамику.
13. Что такое фазовая точка?
Ответ: это вектор состояния системы, вычисленный при каком-то конкретном значении аргумента/аргументов.
14. Что такое особая точка фазового пространства?
Ответ: это фазовая точка, которая остается неизменной при изменении аргумента (точка покоя, равновесия).
15. Что такое репеллер?
Ответ: Это особая точка или группа точек, которые отталкивают от себя соседние точки фазовых траекторий в процессе уменьшения независимого аргумента (в обратном времени).
16. Чем является устойчивый узел (аттрактором или репеллером)?
Ответ: устойчивый узел является аттрактором.
17. Чем является неустойчивый узел (аттрактором или репеллером)?
Ответ: неустойчивый узел является репеллером.
18. Чем является устойчивый фокус (аттрактором или репеллером)?
Ответ: устойчивый фокус является аттрактором.
19. Чем является неустойчивый фокус (аттрактором или репеллером)?
Ответ: неустойчивый фокус является репеллером.
20. Чем является особая точка типа «центр» (аттрактором или репеллером)?
Ответ: особая точка типа «центр» не является ни репеллером, ни аттрактором.
21. Чему обычно соответствуют сепаратрисы?
Ответ: сепаратрисы обычно соответствуют множествам седловой точки.
22. Что такое гомоклиническая траектория?
Ответ: это сепаратрисная траектория, выходящая и возвращающаяся в одну и ту же седловую точку.
23. Что такое устойчивый предельный цикл?
Ответ: это единственная в определенной окрестности фазового пространства замкнутая фазовая траектория, притягивающая к себе все остальные траектории внутри и вовне своей зоны.
24. Что такое неустойчивый предельный цикл?
Ответ: это единственная в определенной окрестности фазового пространства замкнутая фазовая траектория, отталкивающая от себя все остальные траектории внутри и вовне своей зоны.
25. Что такое полуустойчивый предельный цикл?
Ответ: это единственная в определенной окрестности фазового пространства замкнутая фазовая траектория, притягивающая к себе все остальные траектории внутри и отталкивающие вовне своей зоны (либо наоборот).
26. Что называют регулярным аттрактором?
Ответ: это аттрактор целой метрической размерности.
27. Что такое фрактальный аттрактор?
Ответ: это аттрактор с фрактальной размерностью.
28. Что такое фрактал?
Ответ: это геометрический объект в фазовом пространстве с дробной метрической размерностью.
29. Что такое неустойчивая фазовая траектория с точки зрения величин показателей Ляпунова?
Ответ: это траектория, которой соответствуют положительные значения показателей Ляпунова.

30. Что такое устойчивая фазовая траектория с точки зрения величин показателей Ляпунова?
Ответ: это траектория, которой соответствуют отрицательные значения показателей Ляпунова.
31. Что такое размерность Каплана-Йорка?
Ответ: эта фрактальная размерность, оценка которой осуществлена по формуле К-Й на основе показателей Ляпунова.
32. Что означает дробная размерность Каплана-Йорка?
Ответ: это означает, что фазовый объект имеет фрактальную природу.
33. Что такое регулярный аттрактор?
Ответ: это аттрактор с целой метрической размерностью
34. Что такое странный аттрактор?
Ответ: это аттрактор с дробной (фрактальной) размерностью.
35. Что такое хаотический аттрактор?
Ответ: это аттрактор, которому соответствуют положительные показатели Ляпунова.
36. Что такое странный хаотический аттрактор?
Ответ: это аттрактор, которому соответствуют положительные показатели Ляпунова и дробная фрактальная размерность.
37. Что такое странный нехаотический аттрактор?
Ответ: это аттрактор, которому соответствуют отрицательные показатели Ляпунова и дробная фрактальная размерность.
38. Что такое регулярный хаотический аттрактор?
Ответ: это аттрактор, которому соответствуют положительные показатели Ляпунова и целая метрическая размерность.
39. Что такое регулярный нехаотический аттрактор?
Ответ: это аттрактор, которому соответствуют отрицательные показатели Ляпунова и целая метрическая размерность.
40. Какой странный хаотический аттрактор был открыт впервые?
Ответ: аттрактор Лоренца.
41. Аттрактор Рёсслера является каким аттрактором?
Ответ: это странный хаотический аттрактор.
42. Аттрактор Лози каким аттрактором является?
Ответ: это странный хаотический аттрактор.
43. Аттрактор Арнольда каким аттрактором является?
Ответ: это регулярный (нестранный) хаотический аттрактор.
44. Какой объект впервые породил название «детерминированный хаос»?
Ответ: это странный хаотический аттрактор Лоренца.
45. Это такое гетероклинический хаос?
Ответ: это сеть бесконечно-кратных пересечений расщепленных устойчивых и неустойчивых многообразий гетероклинических траекторий между собой.
46. Это такое гомоклинический хаос?
Ответ: это сеть бесконечно-кратных пересечений расщепленных устойчивых и неустойчивых многообразий гомоклинических траекторий между собой.
47. Как выглядит сечение Пуанкаре от периодической траектории, построенное на основе соответствия ее собственному периоду?
Ответ: это будет одна (повторяющая себя) фазовая точка.
48. Как будет выглядеть сечение Пуанкаре от регулярной фазовой траектории?
Ответ: это окажется некая замкнутая или незамкнутая линия на «секущей» плоскости.

49. Как будет выглядеть сечение Пуанкаре от хаотической нерегулярной фазовой траектории?

Ответ: это окажется целая зона фазового пространства, беспорядочно заполненная отдельными точками, создающими «хаотический туман \\
хаотический слой».

50. Какая из систем является хаотической: невозмущенный математический маятник / невозмущенный физический маятник / человеческое сердцебиение?

Ответ: человеческое сердцебиение.