

На малюнку 1 в системі - Ω - крок розбиття значень $u(n)$, $L = L(n) = [L \min(n), L \max(n)]$ – інтервал значень розв’язків в системі на підінтервали з довжиною Ω , n - крок за часом (або інша змінна, що відповідає еволюції).

Тоді $N(n) = \frac{L(n)}{\Omega}$ -кількість таких під інтервалів. Тоді можна ввести означення оцінки аналога розподілу ймовірності

ОЗНАЧЕННЯ Аналог розподілу ймовірності в системах з сильною антиципацією є величина

$$Q(i) = \lim_{n \rightarrow \infty, \Omega \rightarrow 0} N(i, n), i = 1, \dots, N(n) \quad (1)$$

$N(i, n)$ - кількість гілок що попадають в інтервал значень i

2 Можливі постановки дослідницьких задач

Загальна постановка та перевірка означення (1) складна. Тому треба починати зі спрощених задач з відомими законами еволюції $u(n+1) = F(u(n), u(n+1))$, $u \in U$. U - фазовий простір відображення.

А. Еволюційні рівняння з сильною антиципацією.

Б. Модульна арифметика $mod_k(u)$. Простіший випадок $K=2$. Можна досліджувати і інші закони динаміки, та випадок $K > 2$.

В. Обернена задача - по розподілу ймовірностей вирішити задачу – знайти динамічні системи які призводить до заданого розподілу.

Д. Ту ж саму схему можна застосувати і до інших систем з багатозначністю. Так можливі аналогії з процесами з розгалуженням в теорії ймовірностей. Наприклад, знайти процес з сильною антиципацією, структура розгалуження якого співпадає з розгалуженням в теорії ймовірностей.

Е. Можна розглядати й інші процеси та моделі з можливою багатозначністю. Так можна поставити задачу модифікації досліджень О. Шарковського та О. Романенко задаючи крайові умови для гіперболічних систем в багатозначному випадку. Тоді при певних умовах можуть виникати релаксаційні коливання на різних гілках в виникає задача про суперпозицію релаксаційних коливань і її властивості.

Ф. Одне модельне рівняння в якості одного з базових для дослідження багатозначності є нелінійне рівняння Хопфа. Але найбільш цікавим рівнянням, що пов’язане з нерівноважною гідродинамікою є гіперболічне рівняння типу Бюргерса другого порядку за часом. При умові швидкість течії + флуктуації швидкості менше локальної характерної швидкості звуку поведінка схожа на поведінку звичайного параболічного рівняння Бюргерса. Але зовсім інша поведінка у протилежному випадку. Тоді течія виступає як підсилювач флуктуацій і можна ставити задачі про їх розподіли перетворенні в залежності від течії.

Список літератури

1. Alexander Makarenko SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PRINCIPLES OF SOCIAL SYSTEMS MODELING. Generis. 2020. 173 p. ISBN: 978-9975-153-81-9
2. Макаренко О.С. Антиципація. Моделі, розв’язки та перспективи застосування: монографія. ТИМПАНИ / ННК ІПСА НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2025(готується до друку)
3. A. Makarenko Chimeras-States in the Distributed Systems in the Case of Multi-Valued Solutions. To the Statement of Possible Research Problems, EQUATIOS, 2023. Vol. 3, No. 1, P. 123–129.