

УДК 539

Онуфрієнко В.М.¹, Засовенко А.В.², Онуфрієнко О.В.³

¹ д-р фіз.-мат. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. юрид. наук, доц., докторант ДРІДУ НАДУ

МОДЕЛЮВАННЯ БУФЕРНОСТІ ЗВ'ЯЗАНИХ ФРАКТАЛЬНИХ АВТОГЕНЕРАТОРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Розгляд феномену буферності актуалізується у зв'язку з моделюванням процесів пам'яті та створенням запам'ятовуючих комірок. Проектування стабільних автогенераторів пов'язане з необхідністю боротьби з буферністю як з паразитним фактором. Інтерес до вивчення зазначеного феномену пов'язаний з необхідністю теоретичного розгляду основних моделей відтворення явищ у просторі і часі.

Далі розглядаються фізико-математичні аспекти виникнення і опису феномену буферності коливальних процесів у моделях автогенераторів з елементами фрактального типу. Вимірюванням протяжності фрактальної частини контуру, що проектується на відрізок осі, визначається зв'язок між кількістю елементів покриття та їх розміром і що описується функціональним рівнянням у α – характеристиках Коші, а довжина ланки ламаної лінії визначається за допомогою засобів інтегро-диференціального дробового числення з диферінтегралом $\left({}_aID_x^{\alpha(x)}f \right)(x)$.

Як фрактальний об'єкт в задачах розглядається шар, що утворений 2^α - полями (для граничного значення $\alpha=1$, маємо класичний диполь) з моментом

$$ID^\alpha \tilde{p}(\vec{r}, t) = \tilde{z}_0 p ID_r^{\alpha_1} \delta(\vec{r} - \vec{r}') ID_t^{\alpha_2} \delta(t - t'),$$

де $\delta(u - u')$ - дельта-функція Дірака

$$ID_u^\beta \delta(u - u') = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(\beta)} \frac{1}{(u - u')^{1-\beta}}, & a < u' < u; \\ 0, & u < u'. \end{cases} \quad (1)$$

З (1) ми пов'язуємо означення функції Гріна $G^{(\alpha)}(\vec{r}, \vec{r}'; t, t')$ та α – характеристик компонент електричного і магнітного векторів напруженості. Стоко-джерельна функція Гріна $G^{(\alpha)}(\vec{r}, \vec{r}'; t, t')$ складається із просторової $D_r^{\alpha_1} \delta(\vec{r} - \vec{r}')$ та часової $D_t^{\alpha_2} \delta(t - t')$ частин, чим ураховано геометричну і часову фрактальність фізично реалізованих елементів.

Для дослідження буферності у випадку фрактально конфігурованої по координаті x , $0 \leq x \leq 1$, лінії довжиною l , розглядаємо у вигляді (u та i – нормовані складові напруги й сили струму в лінії):

$$\frac{\partial^\alpha u}{\partial t^\alpha} = -\frac{\partial^{1+\beta} i}{\partial x^{1+\beta}}, \quad \frac{\partial^\alpha i}{\partial t^\alpha} = -\frac{\partial^\beta u}{\partial x^\beta} - ri, \quad (2)$$

$$i|_{x=0} = rk_1(u - u^3/3)|_{x=0}, \quad k_2 \frac{\partial^\beta i}{\partial x^\beta} |_{x=1} + i|_{x=1} = 0.$$

Фізичні характеристики фрактального автогенератора: $r = lR\sqrt{C/L}$, $k_2 = C_0/(Cl)$, k_1 – коефіцієнт підсилення, α , β – скейлінгові показники фрактальності відповідно у часі і просторі.

У математичному плані виникає лінійна система диферінтегральних рівнянь (2) з нелінійністю в одній з граничних умов у лінії з просторовим скейлінгом.

Дослідженням впливу скейлінгу на явище буферності виявлено, що варіюванням параметрів можна гарантувати існування в системі Вітта будь якого скінченного числа стійких циклів, а положення точок біфуркаційного переходу від нестійкого до стійкого циклу залежать від величини α та β ; цей факт стимулює подальші теоретичні дослідження ередитарних і гістерезисних процесів у системі.

Чисельне моделювання α -характеристик за допомогою засобів MatLab демонструє можливість вивчення перебігу зазначених буферних процесів у схемі фрактального транзистора [2], що для нефрактальної моделі збігаються з відомими даними експериментальними і теоретичними даними.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Онуфрієнко В. М. Електромагнітні приповерхневі властивості фрактально структурованих металів / В. М. Онуфрієнко // Вісник ДНУ. – 2008. – Т. 16. – № 2/1. – С. 150–157.
2. Onufrienko V. M. Capacitance-voltage differintegral characteristics of fractal field-effect device / V. M. Onufrienko // Journal of Physics and Electronics. – 2020. – Vol. 28(2). – P. 57–62.