

НЕЛИНЕЙНЫЕ КОНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ В МОЛЕКУЛЕ ДНК

Закирьянов Ф.К., Семенова Т.А.

Башкирский государственный университет,
Россия, 450005, г. Уфа, ул. З. Валиди, 32, +7(347) 273 67 23, farni@rambler.ru

В работе рассматривается модель двухцепочечной ДНК, основной вклад в динамику которой вносят вращения оснований вокруг сахаро-фосфатных цепочек. Динамику рассматриваемой модели можно описать системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\varphi}_1 - \varphi_1'' + \sin \varphi_1 - \alpha \sin(\varphi_1 - \varphi_2) &= 0, \\ \ddot{\varphi}_2 - \varphi_2'' + \sin \varphi_2 + \alpha \sin(\varphi_1 - \varphi_2) &= 0 \end{aligned} \right\}.$$

В частном случае $\varphi_1 = -\varphi_2$ с учетом диссипации получаем уравнение:

$$\varphi_{tt} - \varphi_{xx} + \sin \varphi = \alpha \sin 2\varphi - \beta \varphi_t.$$

Для нахождения аналитических решений используется *обобщенный метод Вандер-Поля* [1], разработанный ранее для нелинейного уравнения синус-Гордона и успешно применённый в задачах ферромагнитодинамики, что позволяет найти решения в виде бризеров и солитон-антисолитонных пар. Решение этого уравнения ищем в виде:

$$\varphi = 4 \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{1-\Omega}{\Omega+\varepsilon^2}} \cdot \frac{1}{\operatorname{ch}(x\sqrt{1-\Omega})} \right), \quad \varphi_t = -2\varepsilon \sin \frac{\varphi}{2}, \quad \varepsilon = -\sqrt{\Omega} \operatorname{ctg} \chi,$$

где $\chi = \sqrt{\Omega} t + \chi_0$; $\chi_0 = \operatorname{const}$; $-\varepsilon^2 < \Omega < 1$.

При наличии возмущения $\alpha \sin 2\varphi - \beta \varphi_t$, стремящегося к нулю на бесконечности, полагаем параметры решения $\Omega = \Omega(t)$, $\varepsilon = \varepsilon(t)$ неизвестными функциями времени. Причем Ω считаем медленно изменяющейся с течением времени. Следуя [1], получаем систему уравнений для определения эволюции параметров Ω и ε со временем.

Получены решения в виде *бризеров* и пар *кинк-антикинк*, описывающие соответственно начальные процессы тепловой денатурации молекулы ДНК и образование открытого состояния в процессе транскрипции. Проанализированы решения в зависимости от коэффициента диссипации β и константы связи цепочек α .

Литература

1. Шамсутдинов М.А., Ломакина И.Ю. и др. Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны. – Уфа: Гилем, 2007. 368 с.