

## О НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКЕ ОСЦИЛЛИРУЮЩИХ КИНКОВ В МИКРОТРУБОЧКАХ

Батова А.С., Бугай А.Н., Устинов Н.В.

Объединенный институт ядерных исследований, Россия, 141980, Дубна, ул. Жолио-Кюри, 6, тел. 216-2119, [anna-sergeevna00@yandex.ru](mailto:anna-sergeevna00@yandex.ru)

Микротрубочки (МТ) – ключевой структурный элемент цитоскелета клеток, участвующий в их делении, внутриклеточном транспорте и ряде других процессов. МТ состоят из длинных цепочек димеров тубулина, способных к конформационным изменениям, которые инициируют генерацию нелинейных волн, включая солитоны. Считается, что такие волны могут участвовать в передаче сигналов [1].

Существуют различные модели, описывающие динамику димеров в МТ. Здесь используется продольная модель [2], рассматриваемая в рамках континуального приближения. Возникающее при этом модельное уравнение движения димеров имеет хорошо известное решение в виде кинка [3].

Целью настоящей работы является изучение нелинейной динамики МТ в случае, когда смещения димеров включают как низкочастотную, так и высокочастотную составляющие. Для этого с помощью приближения медленно меняющихся огибающих [4] получена система нелинейных уравнений в частных производных для низкочастотной и высокочастотной составляющих смещений димеров. Найдено решение этой системы, содержащее произвольные функции, которое, в свою очередь, позволяет получить приближённое решение уравнения движения димеров в продольной модели. Это приближённое решение имеет форму осциллирующего кинка, т.е. кинка с высокочастотным заполнением.

Проведено сравнение эволюции осциллирующих кинков с результатами численного интегрирования исходного уравнения модели. Выделено несколько видов динамики, которые определяются параметрами найденного приближенного решения.

Работа выполнена в рамках Соглашения о сотрудничестве между Объединенным институтом ядерных исследований (ОИЯИ), Дубна, Российская Федерация, и Министерством образования и науки Республики Сербия.

### Литература

1. *Zdravković S., Chevizovich D.* Nonlinear Dynamics of Nanobiophysics. – Springer, 2022. 368 pp.
2. *Zdravković S., Satarić M.V., Zeković S.* Nonlinear dynamics of microtubules – a longitudinal model // *Europhysics Letters* **102**, № 3, 2013. P. 38002.
3. *Satarić M.V., Tuszyński J.A., Žakula R.B.* Kinklike excitations as an energy-transfer mechanism in microtubules // *Physical Review E* **48**, №. 1, 1993. P. 589-597.
4. *Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С.* Оптика фемтосекундных лазерных импульсов. – Наука, 1988. 312 стр.