

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИССИПАЦИИ И ВНЕШНИХ СИЛ НА ДИНАМИКУ МОЛЕКУЛЫ ДНК

Киселева Т.А., Закирьянов Ф.К.,

Башкирский государственный университет,
физический ф-т, каф. теоретической физики,
Россия, 450005, г. Уфа, ул. З. Валиди, 32,
Тел.: +7(347)273-67-23,
E-mail: farni@rambler.ru

Моделирование динамики ДНК требует учета взаимодействия молекулы с окружающей средой. Это приводит к необходимости добавления в рассматриваемые модели слагаемых, описывающих диссипацию и внешние воздействия. Нами рассмотрена однородная симметричная Y-модель молекулы ДНК [1], уравнение динамики которой с учетом диссипации и внешних сил имеет вид:

$$\varphi_{tt} - \varphi_{xx} + \sin \varphi = \alpha \sin 2\varphi - \beta \varphi_t + f(x, t),$$

где φ – угол поворота оснований вокруг сахаро-фосфатных цепочек, α – параметр, описывающий взаимодействие комплементарных пар оснований, β – коэффициент диссипации, $f(x, t)$ – внешняя сила.

Исследовались четыре вида внешних сил: периодическое воздействие, приложенное к точке; точечное, ограниченное во времени постоянное воздействие; периодическое воздействие с постоянной амплитудой, приложенное ко всей молекуле ДНК; периодическое воздействие, приложенное ко всей молекуле, с амплитудой, меняющейся по периодическому закону. Эти силы моделируют взаимодействие ДНК с белками, столкновения с молекулами растворителя и действие внешних высокочастотных полей.

С помощью обобщенного метода Ван-дер-Поля [2] были получены решения в виде пар 2π -кинк-антикинк, а также различные колебательные режимы бризеров. Первый тип решений предлагается интерпретировать как образование открытого состояния в процессе транскрипции ДНК, а второй – как зарождение и развитие «денатурационных глазков» (denaturation bubbles). Для последних показано, что возникнув, они могут достаточно быстро затухать, но при определенных соотношениях параметров модели наличие внешней силы приводит к развитию затухающих решений в пару 2π -кинк-антикинк. Показано также, что чем больше коэффициент диссипации β , тем меньше скорость раскрытия пар оснований.

Литература.

1. Якушевич Л.В. Нелинейная физика ДНК. – М., Ижевск: РХД, 2007.
2. Шамсутдинов М.А., Ломакина И.Ю., Назаров В.Н. и др. Ферро- и антиферромагнитодинамика. Нелинейные колебания, волны и солитоны. – М: Наука, 2009.