

[12] Б е р н а ц к и й Д.П., В л а с о в Ю.А., П а в л о в В.Г. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 13. С. 806-808.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
19 июня 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 16
08; 09

26 августа 1989 г.

РОЛЬ КОГЕРЕНТНЫХ ВОЛН В ОБРАЗНОМ ВОСПРИЯТИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

М.Б. Г о л а н т, П.В. П о р у ч и к о в

В работах [1, 2] была показана возможная роль генерируемых клетками когерентных акусто-электрических волн (приблизительно в миллион раз более коротких, чем электромагнитные) как высокоинформативного средства получения данных о процессах, связанных с нарушениями нормального функционирования этих клеток.

Однако скорость и объем обрабатываемой информации в значительной мере зависят от способа ее восприятия и обработки. С этой точки зрения, как известно, наиболее эффективными являются образное восприятие и обработка информации в сложных организмах. Для иллюстрации этого положения обычно приводят восприятие зрительного образа. Например, глаза человека имеют около 250 миллионов приемников, которые одновременно воспринимают различные элементы наблюдаемого объекта, фиксируя в мозгу образ, подобный образу этого объекта [3], что создает исключительные удобства для мысленного манипулирования с образом как единым целым и приводит к огромной экономии затрат как памяти, так и средств обработки, необходимых для манипулирования. Результат обработки информации реализуется затем в действиях, осуществляемых на уровне органов (рук, ног, мышц и т. п.). Однако мозг человека, включающий всего около 10^9 - 10^{10} клеток, не может осуществить моделирование процессов, совершающихся в организме на клеточном уровне, т. к. число клеток в организме составляет 10^{14} - 10^{15} . Поэтому управление процессами на клеточном уровне может осуществляться, в первую очередь, системами самих клеток. И на сегодняшний день сохраняют значение представления Р. Вихрова о том, что любая патология связана с патологией клетки.

Естественно возникает вопрос, а являются ли образными восприятие и обработка информации о нарушениях, осуществляемые в клетках с помощью когерентных волн КВЧ диапазона частот? Стрессовая реакция организма в целом (неспецифический ответ организма на изменение режима существования) с точки зрения фаз приспособления к изменениям подобна реакциям клетки на неблагоприят-

ятные изменения [4], что позволяет думать о сходстве в организации управления.

Действительно, дальнейшее развитие представлений, изложенных в [1, 2], кратко описанное, в частности, в [5], позволило предположить, что органические изменения клетки, приводящие к нарушению формы клеточных мембран, связаны с возбуждением в последних стоячих когерентных акусто-электрических волн, наиболее интенсивных в областях нарушения. Частота колебаний определяется характером нарушений. Теоретические исследования показали,¹ что под влиянием поля этих волн, частично излучаемых в окружающее пространство и трансформирующихся в электромагнитные волны, диполи белковых молекул, совершающие колебания на частотах, близких к частотам возбужденных в мембране волн, притягиваются к мембране. Воздействующие на белковые молекулы силы притяжения пропорциональны $\sin^2 \omega t \cos\left(\frac{2\pi l}{\Lambda}\right)$ (где Λ – длина акусто-электрической волны, l – текущая координата вдоль поверхности мембраны) и носят периодический характер (период Λ , а не $\Lambda/2$, как в стоячих волнах). Эти силы достаточно малы, так что формирование приближающегося к мембране потока белковых молекул происходит за счет постепенного накопления направленных смещений на фоне броуновского движения.

Непосредственно у поверхности мембраны на диполи белковых молекул воздействует сила, определяемая взаимодействием поля поляризации, напряженность которого велика и составляет 10^7 В/м, с постоянной составляющей дипольного момента молекул. В результате мембране передается кинетическая энергия белковых молекул (в среднем кТ). Под действием ударов белковых молекул искажение формы мембран может устраняться.

Адгезированные мембраной белковые молекулы совершают колебания, поддерживаемые за счет энергии метаболизма в клетке и, будучи синхронизованы колебаниями в мембране, могут передать эту энергию переменному полю возбужденных в ней акусто-электрических волн, восполняя тем самым затраты энергии на управление движущимися потоком белковых молекул [6].

В описанном процессе четко разделяются процесс управления (преимущественно направление потока белковых молекул на искаженный участок мембраны с помощью слабых переменных составляющих поля акусто-электрических волн и полей электромагнитных колебаний, в которые акусто-электрические волны трансформируются при излучении) и энергетический процесс устранения деформаций, в ходе которого белковые молекулы отдают мембране в области ее искажения среднюю кинетическую энергию своего теплового движения. Процесс устранения патологических деформаций по существу является процессом „самоизлечения“ клеток.

¹ Исследования были осуществлены М.Б. Голантом и Н.А. Савостьяновой.

С точки зрения ответа на поставленный вопрос описанный процесс интерпретируется следующим образом. Распределение амплитуды и частоты когерентных волн, возбужденных в мембране, отражает характер имеющихся в ней нарушений, т. е., иными словами, именно образ нарушений формы мембраны, закодированный в частоте и распределении амплитуды поля, оказывает влияние на процессы в объеме клетки (включая сюда и энергетические процессы), обеспечивая устранение нарушений и поддержание гомеостаза.

Представление об описанном процессе, на наш взгляд, имеет значение не только в теоретическом плане. Оно может иметь и существенные практические следствия. Поскольку частоты возбуждаемых в мембране колебаний определяются в основном характером искажений ее формы, одинаковые искажения разных участков мембраны будут иметь следствием возбуждение одних и тех же частот. Но характер нарушений функционирования клетки (характер „заболевания“) зависит от ориентации искажения относительно расположения клеточных органоидов. Иными словами, одни и те же частоты колебаний могут содействовать устранению различных нарушений. Богатство образного восприятия информации о внутриклеточных изменениях и управления воздействиями на них определяется его (восприятия) частотно-координатным характером.

Воздействие на клетку внешним излучением эффективно в той мере, в которой оно соответствует собственному когерентному излучению, генерируемому клетками при соответствующих нарушениях.

Поскольку патология организма в целом, как уже упоминалось, связана с клеточной патологией, одни и те же частоты могут оказаться полезными при лечении самых различных заболеваний. И действительно, в ходе уже первых работ было обнаружено, что спектр биологического действия колебаний определенной частоты очень широк, и если определенному характеру нарушений соответствует определенный спектр генерируемых частот, то обратного заключения сделать нельзя: определенному спектру частот воздействий (т. е. только одному из факторов кодирования) может отвечать возможность лечения различных нарушений.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Девятков Н.Д., Голант М.Б. // Письма в ЖТФ. 1982. Т. 8. В. 1. С. 39-41.
- [2] Девятков Н.Д., Голант М.Б. // Письма в ЖТФ. 1986. Т. 12. В. 5. С. 288-291.
- [3] Купер А.А., Шепард А.М. // В мире науки. 1986. № 2. С. 58-65.
- [4] Браун А.Д., Моженок Т.П. Неспецифический адаптивный синдром. Л.: Наука, 1987. 231 с.
- [5] Голант М.Б. В сб.: Проблемы физической электроники. Л.: ЛПИ им. М.И. Калинина и ФТИ АН СССР им. А.Ф. Иоффе, 1988. С. 52-69.

Поступило в Редакцию
15 декабря 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 16 26 августа 1989 г.
05.1

ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ В ТОНКИХ МИШЕНЯХ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПРОТОНАМИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

С.Г. Л е б е д е в

Радиационные нарушения структуры твердых тел, облучаемых протонами высоких энергий $T > 100$ МэВ, определяются вкладами как упругих (электромагнитных и ядерных), так и неупругих взаимодействий первичных протонов с атомами мишени. Ядра отдачи, приобретающие энергию за счет ядерных взаимодействий протонов, создают более протяженные каскады атом-атомных столкновений по сравнению с каскадами от первично выбитых атомов (ПВА) в кулоновских взаимодействиях и вносят основной вклад в образование дефектов [1].

Известно, что часть энергии $\gamma(T)$ ядра отдачи расходуется на электронное возбуждение, а другая часть $\nu(T)$ на образование точечных радиационных дефектов в упругих взаимодействиях ядра отдачи с атомами мишени. В настоящее время для вычисления каскадной функции $\nu(T)$ широко используется NRT-стандарт [2]. Для оценки скорости генерации точечных радиационных дефектов необходимо знать эффективное сечение образования дефектов σ_d и число дефектов $n_d = \nu(T)/(2E_d)$, созданных ПВА в каскаде последующих атом-атомных столкновений (E_d - минимальная энергия, необходимая для образования устойчивой пары дефектов Френкеля). Тогда скорость генерации дефектов в мишени выражается в виде:

$$K_d = [(\sigma_d n_d)_{el} + (\sigma_d n_d)_{inel}] \bar{\varphi}, \quad (1)$$

где $(\sigma_d n_d)_{el}$ ($inel$) - число смещений, создаваемое в упругих (неупругих) взаимодействиях соответственно, $\bar{\varphi}$ - средняя плотность тока протонов на мишени.

Толщина мишени может быть меньше среднего пробега ядер отдачи R . Например, при облучении протонами с энергией в интервале 0.3-6 ГэВ углеродной мишени образуются ядра отдачи C^{11} со средней энергией $\bar{T}_я = 0.5$ МэВ [3]. Их пробег в углероде составляет $R \approx 1.3$ мкм, поэтому при толщине мишени $L < R$ следует ожидать, что некоторая доля ядер отдачи может вылетать из мишени