

МНОГОВАРИАНТНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ, СОПУТСТВУЮЩАЯ ЗРЕНИЮ

А.К. Гуц

В рамках квантовой механики дается математическая модель процесса реакции глаза на одиночные кванты света. Рассматривается картина реакции глаза с точки зрения эвереттовской интерпретации квантовой механики.

Мы видим реальность, окружающую нас, посредством зрения. Глаз способен различать отдельные кванты света, отдельные фотоны [1, с.427]. Нас интересует, нельзя ли на основе экспериментальных данных о том, как мозг воспринимает кванты света в сочетании с эвереттовской интерпретацией квантовой механики, увидеть, как те же самые кванты воспринимаются мозгом в параллельной вселенной Эверетта?

1. Сигналы в ответ на одиночные кванты света

Для регистрации реакции глаза на одиночные кванты света регистрировались мембранные токи в наружных сегментах палочек. Специальный электрод с тонким кончиком подсасывается к наружному сегменту палочки, выступающему из кусочка сетчатки. Узконаправленный пучок света освещает строго одну фоторецепторную клетку [1, с. 427]. «Чтобы измерить сигналы в ответ на одиночные кванты света, Бейлор с коллегами регистрировали токи от отдельных палочек в сетчатках жабы, обезьяны и человека (рис.1). Эти опыты представляют собой уникальный пример эксперимента, в котором показано, как такой сложный процесс, как восприятие слабых вспышек света, может коррелировать с изменениями, происходящими на уровне отдельных молекул.

Процедура по изоляции фрагмента сетчатки от животного либо трупного материала должна для этих экспериментов производиться в темноте. Для измерения тока наружный сегмент палочки засасывается в тонкую пипетку (см. рис.1). Как и ожидалось, эти эксперименты показывают, что в темноте ток постоянно течет внутрь наружного сегмента. Вспышки света приводят к закрытию каналов в наружном сегменте, вызывая уменьшение «темнового» тока. На рис.2 показаны ответы наружного сегмента на очень слабые вспышки света,

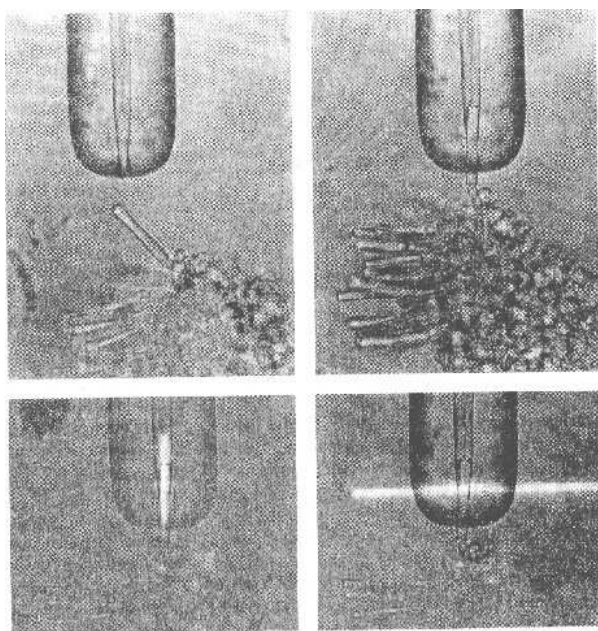


Рис. 1. Метод регистрации мембранных токов в наружных сегментах палочек. Специальный электрод с тонким кончиком подсасывается к наружному сегменту палочки, выступающему из кусочка сетчатки. Узконаправленный пучок света освещает строго одну фоторецепторную клетку [1, с. 427]

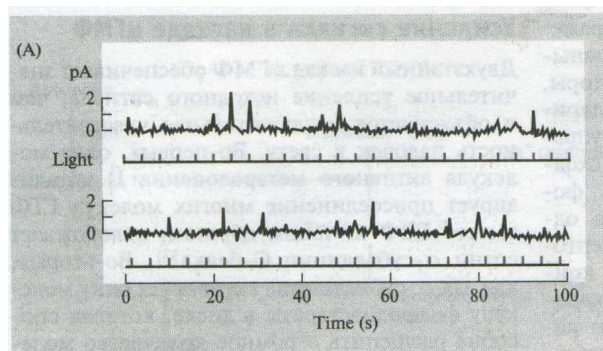


Рис. 2. Сигналы, записанные при помощи всасывающего электрода в области наружного сегмента палочки обезьяны. Ответы на слабые вспышки света (показанные нижней линией с подписью «Light»), показано две записи. Наблюдается флуктуация тока квантового характера. Миниатюрные пики соответствуют активации зрительных пигментов отдельными фотонами. Довольно часто фотоизомеризация не возникает [1, с. 428]

соответствующие 1-2 квантам. Амплитуда токов невелика и пропорциональна числу поглощенных квантов. Иногда вспышка вызывает одиночный ответ, иногда – двойной, а иногда – вообще никакой реакции» [1, с. 428-429].

Повторяя эксперимент и набирая статистику, можно найти плотность функции распределения $\phi(z)$, где z – величина, характеризующая отклонение самописца, регистрирующего сигнал.

Примем, что $z = 0$ отвечает наиболее вероятному отклику самописца Z .

Графики, приведенные на рис.4, показывают, что функция распределения

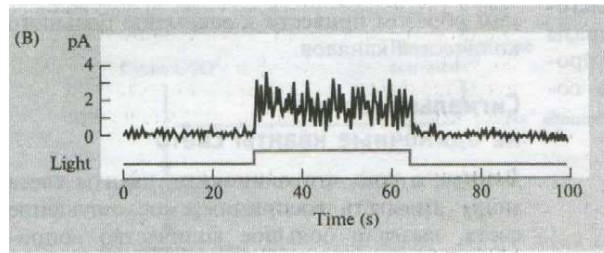


Рис. 3. Постоянное, более сильное освещение (нижний график) приводит к серии сигналов [1, с. 428]

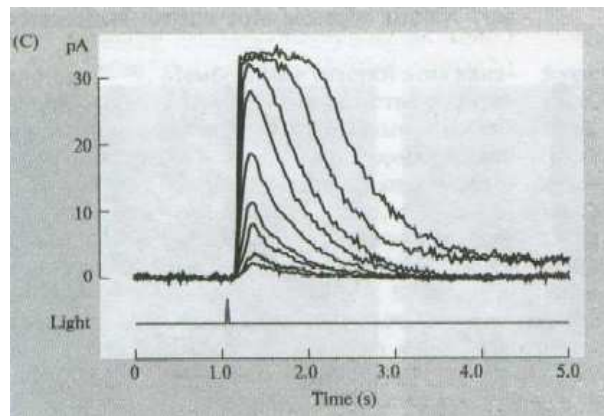


Рис. 4. Сигналы, вызванные вспышками разной интенсивности

$\phi^2(z)$ одна и та же для квантов любой интенсивности.

2. Квантовомеханическое описание системы «квант света - реакция самописца»

Обозначаем величину интенсивности кванта света через s и предполагаем, что система «квант света (s) - реакция самописца (z)» описывается уравнением Шредингера

$$\frac{d\Psi}{dt} = (H_{qv} + H_Z + V_I)\Psi \quad (1)$$

с начальным данным

$$\Psi(z, s, 0) = \phi(z)\chi(s). \quad (2)$$

Считая, что время взаимодействия, т.е. отклика (реакции) глаза на квант света столь мало, что в течение этого времени действием членов $H_{qv} + H_Z$ гамильтониана можно пренебречь [2], [3, с. 169], и принимая

$$V_I = -iz\hbar\frac{\partial}{\partial s},$$

находим решение нашей задачи

$$\Psi(z, s, t) = \phi(z)\chi(s - zt). \quad (3)$$

Перепишем это выражение в виде [2]

$$\Psi(z, s, t) = \int \left(\frac{1}{N_{s'}} \right) \xi_{s'}(z, t) \delta(s - s') ds', \quad (4)$$

где

$$\xi_{s'}(z, t) = N_{s'} \phi(z) \chi(s' - zt)$$

и

$$\left(\frac{1}{N_{s'}} \right)^2 = \int \phi^*(z) \phi(z) \chi^*(s' - zt) \chi(s' - zt) dz.$$

Выражение (4) – это суперпозиция (с коэффициентами $\frac{1}{N_{s'}}$) состояний

$$\Psi_{s'} = \xi_{s'}(z, t) \delta(s - s')$$

системы. Каждый элемент суперпозиции $\Psi_{s'}$ описывает состояние, в котором квант света имеет интенсивность $s = s'$, а соотнесенное состояние подсистемы «реакция самописца (z)» задается функцией $\xi_{s'}(z, t)$.

Если $\chi(s)$ является достаточно острой (около $\delta(s - s_0)$), то $\xi_{s'}(z, t)$ подобна $\delta(z - (s' - s_0)/t)$ и, следовательно, $z = (s' - s_0)/t$.

При $t \rightarrow \infty$ $z \rightarrow 0$, т.е. с течением времени самописец будет показывать наиболее вероятное значение своего отклонения. Такой вывод вполне приемлем.

Но в таком случае при фиксированном $t = T$ и формула

$$\Psi(z, s, T) = \int \left(\frac{1}{N_{s'}} \right) \xi_{s'}(z, T) \delta(s - s') ds' \quad (5)$$

говорит, как отметил Эверетт, о разветвлении вселенной, при котором в каждой вселенной квант света имеет *различную* интенсивность s' , а наблюдатель фиксирует отклонение самописца на величину $z = (s' - s_0)/T$.

Представим $\Psi(z, s, T)$ в виде

$$\Psi(z, s, T) = \int \phi(z') \delta(z - z') \chi(s - z'T) dz',$$

т.е. как суперпозицию состояний $\psi_{z'} = \delta(z - z') \chi(s - z'T)$ с коэффициентами $\phi(z')$. Каждый из членов $\psi_{z'}$ суперпозиции описывает состояние системы, а точнее вселенную, в котором самописец показывает отклонение $z = z'$, а квант света имеет интенсивность $s = z'T$. Число $|\phi(z')|^2$ – это количество вселенных, в которых $z = z', s = z'T$. Полная определенность, никаких вероятностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николис Дж., Мартин А.Р., Валлас Б.Дж., Фукс П.А. От нейрона к мозгу. М.: УРСС, 2003.
2. Everett H. "Relative state" formulation of quantum mechanics // Reviews of Modern Physics. 1957. V. 29. P. 454–462.
3. Менский М.Б. Квантовые измерения и декогеренция. М.: ФМ, 2001.