

**А.К. Гуц**

*Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского,  
г. Омск*

## **ЭФФЕКТ СТИРАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В МИКРОТРУБОЧКАХ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Хамерофф и Пенроуз [1] предложили квантовую модель сознания, основанную на наблюдении, что молекула белка тубулина, из которого строятся микротрубочки в нейронах головного мозга, может представлять собой ячейку для хранения кубита, т. е. квантового аналога классической единицы информации – бита.

Это связано с тем, что тубулины – это молекулы-димеры, т. е. они могут существовать в двух пространственных конфигурациях (конформациях) –  $\alpha$ -тубулина и  $\beta$ -тубулина. Для того чтобы произошло «переключение» из одной конформации в другую, достаточно чтобы единственный электрон «переехал с места на место». Электрон в молекуле тубулина за очень короткое время порядка  $10^{-12} - 10^{-15}$  сек [2; 3] туннелирует через потенциальный барьер и меняет состояние тубулина – одна конформация переходит в другую. Одну конформацию принимаем за квантовый бит 0, а другую за 1. В обозначениях квантовой механики – это состояния кубита  $|0\rangle$  и  $|1\rangle$ . Димер превращается в 1-битовый регистр.

Любой компьютер при стирании информации должен выделять энергию не меньшую, чем  $kT \ln 2$  (примерно  $3 \times 10^{-21}$  Дж при комнатной температуре) на каждый стертый или потерянный иным способом бит информации [4, с. 34]. Стирание информации в микротрубочке означает, что состояние  $|0\rangle$  оставляется без изменения, состояние  $|1\rangle$  заменяется на  $|0\rangle$ . Все молекулы тубулина при стирании приводятся в состояние  $|0\rangle$ .

Всего в головном мозге человека имеются  $10^{11}$  нейронов. Каждый нейрон содержит  $10^7$  димеров тубулина, образующих микротрубочки. Поэтому количество димеров в головном мозге равно  $10^7 \times 10^{11} = 10^{18}$ . В случае смерти человека, если в каждом из

димеров стирается хотя бы по одному биту, то выделяется энергия, равная  $\sim 10^{-21} \times 10^{18} = 10^{-3}$  Дж. Стирание происходит за счет перегонки электрона и приведение димера к одному состоянию, скажем к  $\alpha$ -тубулину. Это может занимать  $10^{-12}$  сек. Выделение энергии за крайне малый отрезок времени называется взрывом.

Как видим, полное стирание информации в микротрубочках нейронов – это взрыв. Его мощность равна  $10^{-3}/10^{-12} = 10^9$  Дж/сек. Такова мощность взрыва 1 кг тринитротолуола.

Но при смерти человека взрыва, уничтожающего все вокруг, никто не наблюдал. Согласно принципу Ландауэра: «Любой процесс, который стирает бит в одном месте, должен перенести то же самое количество информации в какое-то другое место» [5, с. 94]. Куда же переходит информация из микротрубочек в момент смерти человека? Каким образом она сохраняется и в какой форме ее можно обнаружить?

Пусть нам дана система  $S$ , состоящая из: 1) наблюдателя, а точнее его сознания, которому приписана волновая функция  $|\psi^0\rangle$ , и 2) совокупности микротрубочек нейронов головного мозга вышеупомянутого наблюдателя. Тогда состояние наблюдателя, память которого содержит представления событий  $A, B, \dots, C$ , записываем в виде

$$|\psi_{[A,B,\dots,C]}^0\rangle.$$

Наблюдение физической величины  $A$ , которая представляет собой полный перечень  $a_i$  битов, зафиксированных при измерении состояния микротрубочек во всех нейронах головного мозга, характеризуем собственной волновой функцией  $|\phi_i\rangle$ . В системе  $S$  рассмотрим в качестве начального состояния сознания наблюдателя функцию  $|\psi^0[\dots]\rangle$ . Осознание наблюдателем момента, равно – информации, закодированной набором битов  $a_i$ , состоит в протекании некоторого процесса, который в указанном промежутке времени  $[0, T]$  преобразует состояние

$$|\psi^{S+0}\rangle = |\phi_i\rangle \otimes |\psi_{[\dots]}^0\rangle \quad (1)$$

в новое состояние

$$|\tilde{\psi}^{S+0}\rangle = |\phi_i\rangle \otimes |\psi_{[\dots, a_i]}^0\rangle,$$

где  $a_i$  характеризует состояние  $|\phi_i\rangle$ , т. е. отражает регистрацию собственного значения  $a_i$  величины  $A$ . Под преобразованием мы

понимаем нахождение решения  $|\psi\rangle(t)$  уравнения Шрёдингера

$$i\hbar \frac{d}{dt} |\psi\rangle(t) = \hat{H} |\psi\rangle(t)$$

с начальным данным (1) при  $t = 0$  и с  $|\tilde{\psi}^{S+0}\rangle = |\psi\rangle(T)$ . Мы описали идеальный случай, когда система остается в собственном состоянии  $|\phi_i\rangle$ . В общем случае, если начальное состояние системы является несобственным, а общим состоянием  $\sum_i a_i |\phi_i\rangle$ , конечное состояние будет иметь вид

$$|\tilde{\psi}^{S+0}\rangle = \sum_i a_i |\phi_i\rangle \otimes |\psi_{[\dots, a_i]}^0\rangle. \quad (2)$$

В случае описания процесса стирания информации в микротрубочках головного мозга нужно подобрать гамильтониан  $\hat{H}$  так, чтобы он характеризовал процесс стирания:  $\hat{H} = \hat{H}_{\text{стир.}}$ . С точки зрения теории квантовых вычислений действия мозга, а точнее, процесс осознания – это квантовое вычисление, задаваемое уравнением Шрёдингера, а гамильтониан – это вполне определенный гейт, которому в классической теории вычислительных машин соответствует некоторая схема, состоящая из логических элементов.

Анализируя формулу (2), мы видим, что по окончании процесса стирания информации она дает бесконечную полную совокупность альтернативных состояний сознания наблюдателя и соответствующую запись информации в микротрубочках нейронов головного мозга  $|\phi_i\rangle \otimes |\psi_{[\dots, a_i]}^0\rangle$ , среди которых **обязательно** имеется элемент самосознания и соответствующая запись информации в микротрубочках нейронов  $|\phi_{i_0}\rangle \otimes |\psi_{[\dots, a_{i_0}]}^0\rangle$ , которые имелись у наблюдателя до того, как информация в его мозге подверглась стиранию (наблюдатель умер).

Естественно предположить, что уникальность личности состоит в том, что *только она* могла иметь информацию  $a_{i_0}$  в своем мозгу. Новое появление в реальности элемента  $|\phi_{i_0}\rangle \otimes |\psi_{[\dots, a_{i_0}]}^0\rangle$  после процесса стирания – это проявление закона Ландауэра: информация сохранилась, а в свете вышесказанного следует говорить о восстановлении личности наблюдателя после стирания информации в его мозгу. При этом наблюдатель ветвится! Его двойники осознают «собственную» информацию  $a_i$ , записанную в их мозге.

## Литература

1. *Пенроуз Р.* Тени разума: в поисках науки о сознании. Ижевск: ИКИ, 2005.
2. *Слядников Е.Е.* Микроскопическая модель информационной биомолекулы // Письма в ЖТФ. 2006. Т. 32. Вып. 8. С. 52–59.
3. *Слядников Е.Е., Измайлов И.В., Поызнер Б.Н., Соснин Э.А.* Микроскопическая модель конформационных степеней свободы микротрубочки цитоскелета и ее структурный аналог в оптике // Вычислительные технологии. 2006. Т. 11, № 5. С. 91–105.
4. *Веннетт Ч.* Логическая обратимость вычислений // Квантовый компьютер и квантовые вычисления. Ижевск: Изд-во РХД, 1991. С. 33–52.
5. *Ллойд С.* Программируя Вселенную. Квантовый компьютер и будущее науки. М.: Альпина нон-фикшн, 2013.