

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МАТЕМАТИКА И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ:**  
**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ**  
**СБОРНИК ТРУДОВ**  
**ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Барнаул, 24-26 ноября, 2015



Барнаул

---

Издательство  
Алтайского государственного  
университета  
2015

УДК 51(08)  
ББК 22.1я431  
М 34

*Главный редактор – доктор физ.-мат. наук, профессор Е.Д. Родионов*

М 34      Математика и ее приложения: фундаментальные проблемы науки и техники : сборник трудов всероссийской конференции, Барнаул, 24-26 ноября, 2015. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2015. – 446 с.

ISBN 978-5-7904-2003-0

Выпуск содержит материалы докладов, представленных на всероссийской конференции «Математика и ее приложения: фундаментальные проблемы науки и техники».

Статьи могут быть интересны специалистам, работающим в области науки и техники, аспирантам, студентам.

Проведение конференции и издание сборника трудов стало возможным благодаря финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-01-20686г).

УДК 51(08)  
ББК 22.1я431

ISBN 978-5-7904-2003-0

© Оформление. Издательство Алтайского государственного университета, 2015

2. Программные продукты для математического моделирования и прогнозирования береговых процессов волновой природы / в кн. Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ. Труды международной конференции "Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акваториях водоемов Новосибирск 20-25 июля 2009 г. / Леонтьев И.О., Марусин К.В., Кошелев К.Б., Шибких А.А.; Под ред. А.Ш. Хабидов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – С.24-31.
3. Марусин К.В., Журавлева В.В., Грищенко Д.В. Методы прогнозирования переработки побережья водохранилищ // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования : сб. научных статей международной конференции, Барнаул, 11-14 ноября, 2014. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. – С.364-372.
4. Качугин Е.Г. Рекомендации по изучению переработки берегов водохранилищ / Всесоюзный институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО). – М: Госгеолтехиздат, 1959. – 89 с.
5. Журавлева В.В., Дьякова Т.В. Исследование повторяемости ветров на Новосибирском водохранилище // Известия АГУ. – 2012. – №1/2(73). – С.82-83.
6. Журавлева В.В., Дьякова Т.В. Анализ морфодинамики береговой линии Новосибирского водохранилища // МАК-2014: сб. трудов семнадцатой регион. конф. по математике. – Барнаул: Изд-во АлтГУ. – 2014. – С.115-117.
7. Журавлева В.В., Дьякова Т.В. Исследование динамики потока наносов на береговой линии Новосибирского водохранилища // Известия АГУ. – 2014. – №1/2(81). – С.101-107.

## Стирание и восстановление информации, записанной в микротрубочках нейронов

Гуц А.К.

*Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского  
aguts@mail.ru*

Хамерофф и Пенроуз [1], [2] 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, то есть квантового аналога классической единицы информации – бита.

Это связано с тем, что тубулины – это молекулы-димеры, которые 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 [3] туннелирует через потенциальный барьер и меняет состояние тубулина – одна конформация переходит в другую<sup>1</sup>. 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.

До измерения невозможно сказать, в каком состоянии, в какой конформации находится димер. Его квантовое состояние записывается в виде

$$|q\rangle = c_1|0\rangle + c_2|1\rangle,$$

<sup>1</sup>В [2] дано время изменения конформации  $10^{-9} - 10^{-11}$  сек

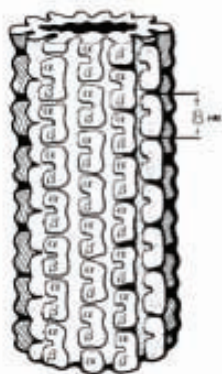


Рисунок 1. Микротрубочка,  $\alpha$ -,  $\beta$ -тубулины (мономер), образующие димер тубулина

или

$$|\text{Э}\rangle = c_1 |\text{Д}\rangle + c_2 |\text{Э}\rangle$$

После измерения, принцип которого подлежит выяснению и при котором волновая функция кубита-димера коллапсирует либо к состоянию  $|0\rangle$ , и можем сказать, что объем информации, содержащейся в димере равен 0 битов, либо к состоянию  $|1\rangle$ , и объем, содержащейся в димере информации равен 1 биту.

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. 24].

Стирание информации в микротрубочке означает, что состояние  $|0\rangle$  оставляется без изменения, а 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. Взрыв – это не только количество выделенной энергии, но и его мощность, то есть количество энергии, поделенное на время, за которое эта энергия выделяется. Мощность взрыва – это его главный параметр; он характеризует объем и размеры разрушений, являющиеся последствием взрыва. Как видим, полное стирание информации в микротрубочках нейронов – это взрыв. Его мощность равна  $10^{-3}/10^{-12} = 10^9$  Дж/сек. Такая мощность равна мощности взрыва 1 кг тринитротолуола.

При взрыве 1 кг тротила выделяется энергия  $4,19 \times 10^6$  Дж за  $10^{-3}$  сек. От такого взрыва человек может погибнуть, если находится на расстоянии до 3 метров от эпицентра взрыва. Он будет более-менее в безопасности только на расстоянии 15 метров. Такие разрушения должны возникнуть, если будет осуществлено стирание информации во всех микротрубочках нейронов.

Вспомним, что организм человека содержит  $10^{14}$  клеток, и практически все они содержат микротрубочки. Если в каждой клетке имеется не менее, чем  $10^7$  димеров, то организм состоит из  $10^{21}$  димеров. Полное стирание информации в них за время в 1000 раз меньшее, чем в оценке принятой выше, то есть за  $10^{-9}$  сек дает взрыв мощностью

$\sim (10^{-21} \times 10^{21})/10^{-9} = 10^9$  Дж/сек! Что равно, как мы помним, мощности взрыва 1 кг тринитротолуола.

Но при смерти человека взрыва, уничтожающего все вокруг, никто не наблюдал. Следовательно, безвозвратное стирание информации в клетках в случае смерти человека – явление крайне незначительное, и эта информация сохраняется в полном соответствии с законом сохранения информации, более известном как второе начало термодинамики. 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].

Подтверждаются слова Хамероффа: «Когда сердце перестает биться, а кровь перестает течь по сосудам, микротрубки теряют свое квантовое состояние. Однако квантовая информация, которая в них находится, не разрушается. Она не может быть уничтожена, поэтому распространяется и рассеивается по Вселенной».

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

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

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

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

в новое состояние

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

где  $a_i$  характеризует состояние  $|\phi_i\rangle$ , то есть 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

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

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 окончанию 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 (поскольку ряд (2) перебирает все варианты значений  $a_i$ ) 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, как видно из формулы (2), ветвится! Его двойники осознают «собственную» информацию  $a_i$ , записанную в их мозге.

Поскольку мы воспользовались эвереттовской интерпретацией квантовой механики, то не можем сказать, где следует искать наблюдателя, личность которого повторяет личность наблюдателя, пережившего процедуру стирания информации в микротрубочках нейронов. Увы, эвереттовская интерпретация предъясняет нам не вещи, а всего лишь волновые функции этих вещей.

### Библиографический список

1. Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. – Ижевск: ИКИ, 2005.
2. Hameroff S. Quantum coherence in microtubules: A neural basis for emergent consciousness? // Journal of Consciousness Studies. – 1994. – V. 1. – P. 91–118.
3. Слядников Е.Е. Микроскопическая модель информационной биомакромолекулы // Письма в ЖТФ. – 2006. – Т. 32, вып. 8. – С. 52–59.
4. Беннетт 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. – 256 с.

## Динамика жидкой сферической оболочки при понижении давления внешней среды<sup>1</sup>

Закурдаева А.В.

Алтайский государственный университет

Институт теплофизики СО РАН им. С.С. Кутателадзе

alla2300@bk.ru

Задачи формирования микробаллонов и микросфер непосредственно связаны с изучением таких материалов, как сфероласт или сенсibilизаторы эмульсионных взрывчатых веществ. Данной области исследований посвящен ряд научных работ [1], [2], [3], [4].

Данная работа посвящена исследованию динамики сферической оболочки вязкой несжимаемой жидкости, содержащей внутри себя пузырьков газа. Газ представляет собой

<sup>1</sup>Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-08-00163).