

**ИОННО-МОЛЕКУЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ ПАМЯТИ. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ,
ДЕТЕКТОРЫ, ПЕРЕДАТЧИКИ И НАКОПИТЕЛИ ИНФОРМАЦИИ**

И.Г. ГЕРАСИМОВ*, А.А. ЯШИН**

**Донецкий национальный технический университет, ул. Артёма, 58, г. Донецк, Украина, 83001*

***Медицинский институт, Тульский государственный университет,
ул. Болдина, 128, Тула, Россия, 300012*

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены такие важные моменты разрабатываемой модели памяти, как базовые элементы функциональной схемы ионно-молекулярной модели: потенциальные источники, передатчики, детекторы, накопители информации, используя радиофизическую аналогию. Показано, что нейроны являются структурными элементами памяти, а также рассмотрен вопрос о роли наличных и новых белков в организации памяти, поскольку не вызывает сомнения, что в процессе поступления и накопления информации происходит активация синтеза белка. Даны определения источника, детектора, передатчика и накопителя информации в их биологической, биофизической интерпретации. То есть речь идет о многоэлементной информационной системе. Понятно, что с позиции построения концептуальной модели памяти, как изначально постулируемой, открывается широкое поле для дискуссий, причем, чем ниже расположен тот или иной элемент на иерархическом древе памяти, тем сложнее становится однозначно определить его. Но всякая новая теория, тем более востребованная, неизменно проходит через этот этап. Приведена детализированная схема соподчинения элементов системы поступления информации на ионные и молекулярные носители памяти. В завершении статьи рассмотрен существенный вопрос: возможно ли хранение всей полученной информации, ограниченное лишь временем функционирования (существования) организма? На основе анализа литературных источников и в контексте разрабатываемой авторами ионно-молекулярной модели памяти ответ на вопрос может быть следующим: принципиальная возможность такого хранения информации если и существует, то очевидно, только в том случае, когда нет никаких структурных изменений в библиотеке памяти.

Ключевые слова: источник, детектор, передатчик, накопитель, нейрон, информационная система, белок, уровень РНК, реминисценция.

**ION-MOLECULAR MEMORY MODEL. POTENTIAL SOURCES, DETECTORS, TRANSMITTERS
AND MASS STORAGE MEDIA**

I.G. GERASIMOV*, A.A. YASHIN**

**Donetsk National Technical University, st. Artem, 58, Donetsk, Ukraine, 83001*

***Medical Institute, Tula State University, st. Boldin, 128, Tula, Russia, 3000142*

Abstract. This paper deals with the important issues of the developed model of memory, namely: basic elements of functional scheme of ion-molecular model: potential sources, transmitters, detectors, mass storage media by means of radio-physical analogy. It was established that neurons are structural elements of memory. The question of the role of cash and new proteins in the organization of memory was considered. Without a doubt, that in the process of transfer and accumulation of information is the activation of protein synthesis. Definitions of the source, detector, transmitter and drive information in their biological, biophysical interpretations were given. It is about a multi-element information system. It is clear that from the position of the conceptual model of memory, as originally postulated, opens a wide field for discussion. The below is an element of the hierarchical tree of memory, the more difficult it becomes positively identify him. But any new theory invariably goes through this stage. Detailed scheme of subordination elements of the system of receiving information on ionic and molecular carriers of memory was presented. In the end of this paper a substantial question was considered: is it possible to store all the received information, limited only by the time of functioning (existence) of the body? On the basis of the analysis of literary sources and in the context of developing the authors of ion-molecular memory model answer to the question can be the following: the concept of the possibility of such information storage if there is, obviously, only in that case when there are no structural changes in the library memory.

Key words: source, detector, transmitter, drive, neuron, information system, protein, RNA level, reminiscence.

Библиографическая ссылка:

Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Потенциальные источники, детекторы, передатчики и накопители информации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 5-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4701.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

Введение. В предыдущей статье серии [1, 2], посвященной заглавной теме, обсуждаются материальные носители доставки и хранения информации, которые могли бы обеспечивать процессы, связанные с памятью в головном мозге человека. В данной работе эти элементы рассматриваются более подробно. Напомним, что речь идет о ионных и молекулярных структурах памяти.

Элементы системы поступления информации на соответствующие носители. В процессе получения информации можно формализовать четыре основных элемента: источник информации, ее детектор, передатчик и накопитель. Определим элементы информационной системы (схема):

- источник – внешний или внутренний генератор сигналов, которые могут быть принципиально восприняты и определенным образом обработаны в разноразмерных структурах головного мозга;
- детектор – приемник и своеобразный фильтр (по сути, аналитическая система), выделяющий информационную составляющую в потоке сигналов, которые поступают при внешних и внутренних воздействиях;
- передатчик – переносчик детектированной информации в библиотеку памяти, причем в их качестве могут выступать биологические структуры разного уровня от клеточных до молекулярных, образующие эстафетные команды;
- накопитель – хранитель информации, совокупность которых формирует собственно библиотеку памяти.

По поводу источника(ов) информации много распространяться не приходится. Ими могут быть любые материальные тела, способные к физическим воздействиям любого же рода, а также нематериальные в бытовом понимании – источники звуков (речь, музыка), запахов и вкусов (горечь слов по рту), тактильных (ветер, солнце, в смысле его лучи) и визуальных (те же солнечные лучи) ощущений.

Что же касается трех остальных элементов информационной системы, то с позиции построения концептуальной модели памяти, здесь открывается широкое поле для дискуссий, причем, чем ниже расположен тот или иной элемент на иерархическом дереве памяти, тем проблематичней становится однозначно определить его.

СХЕМА. ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ПОСТУПЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ИОННЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ НОСИТЕЛИ

ИСТОЧНИК (воздействие).

ДЕТЕКТОР ПЕРВЫЙ – нейрон, он же перекодировщик-анализатор (первый и, возможно, единственный), селектор и носитель (первый приемник и передатчик, явно первый, но не единственный).

ВТОРОЙ – белок, он же анализатор и селектор.

ПЕРЕДАТЧИК ПЕРВЫЙ – нейрон,

ВТОРОЙ – белок, содержащий H^+ , параметры активности которого образуют спектр (он же второй приемник и второй передатчик).

ТРЕТИЙ – ионы водорода (поле H^+).

НАКОПИТЕЛЬ ПЕРВЫЙ – белок, ионы водорода которого участвуют в формировании поля H^+ с параметрами спектра активности, кодирующими информацию,

ВТОРОЙ – ионы водорода (поле H^+).

Примечание 1. Передатчики, как и детекторы, являются одновременно анализаторами.

Примечание 2. Вероятно, белки, о которых речь, находятся в клетках глии.

Примечание 3. Информация хранится на четырех уровнях (сверху вниз): тканевой (мозг), клеточный (клетки глии?), молекулярный (белковые буферы), электронно-ионный (ионы водорода и сопряженные с ними электроны).

Нейроны как структурные элементы памяти. Как мы убедились, не мозг целиком, а лишь отдельные его структуры оказываются ответственны за формирование памяти [2]. Более того, мы могли видеть, что клетки мозга в этом отношении также специализированы и, в частности, нейроны, по-разному реагируя на внешнее (эндогенное) или внутреннее (экзогенное) воздействие, могут быть ответственны за формирование разных видов памяти [1] и выступать в качестве первых селекторов и анализаторов информации. Как представляется в настоящее время, функционирование нейронов – необходимо для процессов памяти. При этом нейроны образуют своеобразные сети, объединяясь в ансамбли [3], и такого рода структуры оказываются весьма консервативными [4] и вероятностными (статистически организованными) [3]. Иными словами, судя по экспериментальным данным, переструктурирование однажды образованной нейронной сети в последующем, хотя и происходит, но однажды образованные межнейронные связи не исчезают и «если нейрон специализировался, то это на всю жизнь» [4]. Таким образом, в структуре данной нейронной сети имеется возможность гибких перестроек, связанных с поступлением новой информации, но на основе старой, однажды образованной структуры. Участие же разных нейронов в памяти разных видов может ограничиваться на уровне

Библиографическая ссылка:

Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Потенциальные источники, детекторы, передатчики и накопители информации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 5-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4701.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

формирования информационных каналов, по которым осуществляется доставка информации в отделы библиотеки памяти, ответственные за разные ее виды.

Следовательно, нейроны могут претендовать исключительно на роль детекторов (первых) информации, а также быть первым звеном, с которого начинается ее перенос, т. е. первым передатчиком информации [4]. Собственно, уже на уровне этого первого передатчика происходит перекодирование информации. На таком основании удастся дифференцировать передатчики информации до ее поступления в библиотеку памяти и после поступления в библиотеку, где информация вновь перекодируется и далее переносится в новом виде [1]. Первые (приемники и передатчики информации) представлены нейронами, а в отношении вторых (передатчики) мы пока не можем сказать ничего определенного, разве что исключив из претендентов на их роль нейроны.

Наличные и новые белки. Не вызывает сомнения, что в процессе поступления информации происходит активация синтеза белка (увеличение уровня РНК при этом показано неоднократно). В результате, естественно, продуцируется белок. Без потери общности будем говорить о только белке, имея в виду, что полипептид является структурным элементом белка и может предшествовать его формированию или наследовать ему. Вопрос о том, имелся ли такой белок ранее или это новый, отсутствовавший ранее, белок, поставлен давно [5]. Разумеется, после детекции полученной информации появляется необходимость в ее передатчике, в качестве которого и может выступать синтезируемый белок или полипептид. Очевидно, передатчик информации не строго специфический для данного информационного события, но может быть специфичным для того или иного вида информации. То есть, синтез принципиально нового белка не происходит. Такие же или очень близкие по структуре белки, если и отсутствуют в данный конкретный момент, то их синтез – событие тривиальное. Однако накапливать передатчики «про запас», очевидно, энергетически невыгодно, поскольку они востребованы ситуационно. Поэтому передатчик, по-видимому, является короткоживущим элементом и только в том смысле, что он синтезируется по требованию и, вероятно, его конформационная структура специфична его можно назвать новым [5-7].

Что же касается накопителя информации, то совершенно очевидно, ее хранение происходит на уже готовых, имеющихся структурах, в том числе, белковых. Как мы уже отмечали [2], синтез новых белков или любых других биомолекул, необходимых для формирования памяти, привел бы к увеличению веса мозга, что в этом смысле не наблюдается на практике. Зависимость массы мозга от возраста человека имеет экстремальный характер и по разным данным имеет максимум в возрасте 15-30 лет [8-11], после чего уменьшается опять же, согласно разным авторам, начиная с 30-60 лет [9, 11, 12], несмотря на очевидное протекание процессов, обеспечивающих память, и после 30 лет. Следовательно, повторимся, в мозге имеются готовые структурные элементы – накопители информации, в качестве которых вполне могут выступать белки сформированного в результате роста и развития головного мозга. Единственное, что следует добавить, – синтез накопителей информации все же принципиально не исключен, но он должен осуществляться по необходимости для восполнения физической убыли наличных белков. Указанное положение – не возможность, а необходимость, поскольку, если бы это было не так, то естественная убыль белков и других биомолекул в процессе жизнедеятельности и функционирования мозга привела бы к принципиальному уменьшению его веса. Однако, уменьшение массы мозга происходит только по достижении, как минимум, 30-летнего рубежа, если не существенно позже (см. выше), и не является критическим.

По всей видимости, белки осуществляют детекцию информации на более высоком, нежели нейроны, уровне то есть являются детекторами второго порядка. Говорить о детекторах более высоких порядков [4] до тех пор, пока они не определены на втором уровне, бессодержательно.

Таким образом, белки (очевидно, это белки клеток глии) являются вторыми передатчиками информации, полученной от нейронов, а также накопителями этой информации. Естественно, речь идет о двух принципиально разных группах белков. Первые синтезируются по требованию и короткоживущие, вторые – имеются в наличии в достаточном (или даже избыточном) количестве, и синтезируются по мере их физической убыли и долгоживущие.

Возможно ли хранение всей полученной информации, ограниченное лишь временем существования организма? Поставленный далеко не праздный. Если такая возможность существует, то, по крайней мере, в перспективе открываются возможности извлечения всей, информации, когда-либо полученной организмом в течение предшествующей жизни. На сей счет имеются два диаметрально противоположных мнения [13, 14] и более их быть не может: да, такая возможность есть; нет, такой возможности нет.

В принципе, для положительного ответа на поставленный вопрос необходимо выполнение, по крайней мере, двух условий: 1) любая информация, поступающая из внешнего мира, воспринимается мозгом, хотя бы как неосознанная, и 2) (более важное) воспринятая информация хранится в накопителях, которые разрушаются лишь вследствие гибели организма и не изменяются в течение жизни (последнее

Библиографическая ссылка:

Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Потенциальные источники, детекторы, передатчики и накопители информации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 5-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4701.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

неизбежно приведет к искажению информации). По понятным причинам, механические и иные повреждения мозга при этом не рассматриваются.

Обсудим последовательно оба условия.

Считают, что информация, проходящая через нерелевантные каналы, не запоминается [15]. Релевантный канал – это такой, который может отреагировать на данный вид информации. При этом остается непонятно, есть ли возможность в таком случае воспользоваться другим каналом, который окажется релевантным. В контексте [15], релевантный канал – тот, который находится под контролем внимания. Но такой контроль может быть и неосознанным [16], чему множество примеров.

Почти очевидно, что осознанность получаемой информации заключается в её анализе в момент получения, или сразу после, или существенно позднее, но в любом случае при желании (и напряжении) можно проследить за таким анализом. Информация, получаемая неосознанно, вероятно, тоже анализируется, но, во-первых, никакое желание (и напряжение) не позволяет это зафиксировать (иначе она тут же перейдет в разряд осознанной) и, во-вторых, такой анализ, наверняка иного рода. (Впрочем, в ином роде, чем мы это осознаем, плюс ко всему анализируется и осознанная информация.) Весьма вероятно, что полученная, сохраненная осознанно информация состоит из двух компонент: осознанной и неосознанной. Последняя, может быть, ничем не отличается от неосознанно получаемой (не путать с полученной) информации, то есть информации, получаемой осознанно, сопутствует информация, получаемая неосознанно, тогда как получению последней не сопутствует первая.

Следовательно, вероятность того, что воспринимается и может быть сохранена любая информация от внешних (и внутренних) источников, весьма велика.

Однако, даже при наличии такой возможности, ключевым в хранении всей полученной информации оказывается второй момент: способность накопителей информации существовать сколь угодно долго с единственным ограничением – сроком жизни организма – без изменений их структуры и записанной на них информации.

Здесь все гораздо проще. Как отмечают, при любых изменениях материального носителя информации, приводящих к изменению структуры его и, значит, сообщения, информация исчезает частично или полностью в соответствии с размерами происшедших изменений, не превращаясь ни в вещество, ни в энергию, ни в другую информацию, а просто-напросто бесследно исчезает [17, 18]. С последним не вполне можно согласиться, иначе откуда бы возникали ошибки и опечатки при воспроизведении хранимой информации. Очень простой и, как кажется, веский пример – таблица умножения: даже хорошо ее знающий иногда может ошибиться. Поскольку информация хранится на материальных носителях, которыми, по всей видимости, являются белковые молекулы, то очевидно, что накопители информации подвержены, по меньшей мере, структурным изменениям по причине изменений ионного состава среды и прочих химических и физико-химических ее свойств. При этом трудно предположить идеальное соответствие информации на переструктурированном накопителе информации исходной. Кроме того, всегда существует возможность изменения химической структуры биополимеров при изменении условий внутренней среды, защитные механизмы от чего пока что не обнаружены (репарация поврежденных ДНК – несколько иной аспект, поскольку этот процесс реализуется при копировании нуклеиновой кислоты).

Вообще же возможность потери информации (забывания) принципиально существует, о чем давно и хорошо известно даже из научной литературы [14, 19-22], но обсуждение такой возможности отложим до более детальной проработки проблемы. Кроме того, известно, хотя в научной литературе на это обратили внимание не так давно, что иногда со временем память улучшается, и такое явление получило название «реминисценция». Данный феномен будем обсуждать также в дальнейшем, но он, определенно, может реализоваться лишь в исключительных случаях, когда 1) каким-то образом восстановится исходная, ранее искаженная, структура, на которой записана информация, что маловероятно, либо 2) открывается ранее заблокированный доступ к этой информации, что более вероятно.

Таким образом, принципиальная возможность «вечного» (ограниченного лишь временем жизни организма) хранения информации если и существует, то, очевидно, только в том случае, когда нет никаких структурных изменений в библиотеке памяти.

Литература

1. Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Основные определения. Виды памяти (краткий обзор) // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 165–171.
2. Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Материальные носители доставки и хранения информации // Вестник новых медицинских технологий. 2013. Т. 20. № 4. С. 171–176.
3. Чораян О.Г. Нейронный ансамбль. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1990. 88 с.
4. Психофизиология / Под ред. Ю.А. Александрова. СПб.: Питер, 2007. 464 с.

Библиографическая ссылка:

Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Потенциальные источники, детекторы, передатчики и накопители информации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 5-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4701.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).

5. Беритов И.С. Структура и функции коры большого мозга. М.: Наука, 1969. 532 с.
7. Делякур Ж. Мозг и разум. К.: Факт, 1999. 96 с.
8. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. М.: Олимпия Пресс, 2005. 528 с.
9. Хомская Е.Д. Нейропсихология. СПб.: Питер, 2005. 496 с.
10. Фролькис В.В. Старение и биологические возможности организма. М.: Наука, 1975. 272 с.
11. Этинген Л.Е. Нормальная морфология человека старческого возраста. М.: 2003. 256 с.
12. Колесов С.Н., Воловик М.А., Прилучный М.А. Анатомия центральной нервной системы. М.: Изд-во. УРАО, 2005. 110 с.
13. Бернштейн Н.А. Современные искания в физиологии нервного процесса. М.: Смысл, 2003. 330 с.
14. Лурья А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2003. 384 с.
15. Суворов Н.Ф., Таиров О.П. Психофизиологические механизмы избирательного внимания. Л.: Наука, 1985. 287 с.
16. Костандов Э.А. Функциональная асимметрия полушарий мозга и неосознаваемое восприятие. М.: Наука, 1983. 163 с.
17. Серавин Л.Н. Качественные законы сохранения, изменения, использования и передачи информации в биологических и кибернетических системах // Вестник ЛГУ. 1970. № 9. № 2. С. 53–70.
18. Серавин Л.Н. Теория информации с точки зрения биолога. Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. 160 с.
19. Brown J. Some tests of the decay theory on immunmediate memory // Quarterly J. Experim. Physiol. 1958. № 8. P. 12–21.
20. Brown J. Short-term memory // Brit. med. Bull. 1964. V. 20. № 1. P. 8–11.
21. Conrad R. Very brief dearily of immediate recall // Quarterly J. Experim. Physiol. 1958. № 12. P. 45–47.
22. Conrad R. Serial orders intrusions in immediate memory // Brit. J. Psychol. 1960. V. 15. P. 45–46.

References

1. Gerasimov IG, Yashin AA. Ionno-molekulyarnoaya model' pamyati. Osnovnye opredeleniya. Vidy pamyati (kratkiy obzor) [Ion-molecular memory model. Basic notions. Types of memory (review)]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;20(4):165-71. Russian.
2. Gerasimov IG, Yashin AA. Ionno-molekulyarnoaya model' pamyati. Material'nye nositeli dostavki i khraneniya informatsii [Ion-molecular memory model. Physical media delivery and storage of information]. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2013;20(4):171-6. Russian.
3. Chorayan OG. Neyronnyy ansambl'. Rostov n/D: Izd-vo Rostovskogo un-ta; 1990. Russian.
4. Psikhofiziologiya / Pod red. Yu.A. Aleksandrova. SPb.: Piter; 2007. Russian.
5. Beritov IS. Struktura i funktsii kory bol'shogo mozga. Moscow: Nauka; 1969. Russian.
7. Delyakur Zh. Mozg i razum. K.: Fakt; 1999. Russian.
8. Solodkov AS, Sologub EB. Fiziologiya cheloveka. Obshchaya. Sportivnaya. Vozrastnaya. Moscow: Olimpiya Press; 2005. Russian.
9. Khomskaya ED. Neyropsikhologiya. SPb.: Piter; 2005. Russian.
10. Fro'l'kis VV. Starenie i biologicheskie vozmozhnosti organizma. Moscow: Nauka; 1975. Russian.
11. Etingen LE. Normal'naya morfologiya cheloveka starcheskogo vozrasta. Moscow; 2003. Russian.
12. Kolesov SN, Volovik MA, Priluchnyy MA. Anatomiya tsentral'noy nervnoy sistemy. Moscow: Izd-vo. URAO; 2005. Russian.
13. Bernshteyn NA. Sovremennyye iskaniya v fiziologii nervnogo protsessa. Moscow: Smysl; 2003. Russian.
14. Luriya AR. Osnovy neyropsikhologii. Moscow: Akademiya; 2003. Russian.
15. Suvorov NF, Tairov OP. Psikhofiziologicheskie mekhanizmy izbiratel'nogo vnimaniya. L.: Nauka; 1985. Russian.
16. Kostandov EA. Funktsional'naya asimmetriya polushariy mozga i neosoznavaemoe vospriyatie. Moscow: Nauka; 1983. Russian.
17. Seravin LN. Kachestvennyye zakony sokhraneniya, izmeneniya, ispol'zovaniya i peredachi informatsii v biologicheskikh i kiberneticheskikh sistemakh. Vestnik LGU. 1970;9(2):53-70. Russian.
18. Seravin LN. Teoriya informatsii s tochki zreniya biologa. L.: Izd-vo LGU; 1973. Russian.
19. Brown J. Some tests of the decay theory on immunmediate memory. Quarterly J. Experim. Physiol. 1958;8:12-21.
20. Brown J. Short-term memory. Brit. med. Bull. 1964;20(1):8-11.
21. Conrad R. Very brief dearily of immediate recall. Quarterly J. Experim. Physiol. 1958;12:45-7.
22. Conrad R. Serial orders intrusions in immediate memory. Brit. J. Psychol. 1960;15:45-6.

Библиографическая ссылка:

Герасимов И.Г., Яшин А.А. Ионно-молекулярная модель памяти. Потенциальные источники, детекторы, передатчики и накопители информации // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 5-3. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/4701.pdf> (дата обращения: 20.12.2014).