

## Моделирование как универсальная способность живого и ее развитие в филогенезе

*В.Г. Громакова*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Автор статьи предлагает рассмотреть моделирование не только как способ научного познания, но и как ключевую функцию живого организма, обеспечивающую взаимодействие с окружающей средой и адаптацию. В качестве моделей представляются различные формы раздражимости. Анализируется развитие форм раздражимости в филогенезе. Обосновывается тезис о том, что развитие происходило в направлении формирования уровневой организации моделей реагирования, снижении вклада генетических детерминантов и увеличении роли внешних факторов и жизненного опыта в формировании нейро-моделей поведения, расширения степеней свободы. Модели регуляции поведения человека представляются трехуровневыми. По мере перехода от низшего безусловно-рефлекторного уровня к высшему сознательному возрастает значение социальной среды как действующего фактора моделирования. Но материальным носителем модели на индивидуальном уровне остаются нейрофизиологические структуры.

**Ключевые слова:** модель, моделирование, система, уровни организации, раздражимость, рефлекс, эмоция, рациональное решение, филогенез.

Моделирование рассматривается многими современными учеными как один из важнейших методов научного познания [1,2]. Но способность к моделированию возникла задолго до формирования системы науки и, если рассматривать этот процесс в широком смысле слова, - задолго до появления человека. Данное утверждение обосновывается следующим. Главное условие адаптации любого живого организма к внешней среде – это способность реагировать на ее сигналы – раздражители, которая в биологии называется общим термином – раздражимость. В основе раздражимости лежит набор алгоритмов реагирования, которые, по-нашему мнению, полностью удовлетворяют признакам модели [3,4], поскольку информация, определяющая характер реакции - модель, хранится на одном структурном носителе, а реальная последовательность состояний организма, выражающая ответ на стимул, обеспечивается другими структурно-функциональными элементами.

Материальный носитель системной модели реагирования в живом организме может иметь один или более уровней организации. В отношении одноклеточных организмов справедливым утверждением будет то, что все модели раздражимости отражены в структуре генов, т.е. в нуклеотидной последовательности ДНК. Таким образом, модель хранится на биохимическом уровне организации, а моделируемое состояние реализуется на клеточном. У многоклеточных организмов появляется нервная система, над биохимическими моделями надстраиваются модели более высокого порядка, представленные в виде нейронных цепей, сетей и ансамблей [5].

У наиболее примитивных организмов алгоритмы реагирования соответствуют схеме: если  $X$  (внешний фактор – независимая переменная) соответствует  $x$ , то  $Y$  (реакция – зависимая переменная) соответствует  $f(x)$ . Таким образом, реакция организма – есть функция внешних факторов ( $Y = f(x)$ ). Свойства функции (знак, монотонность, пространство определения и значений и т.п.) имеют жесткую генетическую детерминацию. Примером могут быть тропизмы, настии, таксисы, а также безусловные рефлексы.

С усложнением биологической организации в филогенезе наряду с врожденными программами формируются условные рефлексы – модели реактивности адекватные наиболее вероятным условиям жизни, сформированные в течение жизни под влиянием индивидуального опыта. Таким образом, в форме временной межнейронной связи возникает отраженная модель внешнего мира во внутренней структуре организма. Вероятно, одновременно появляется и способность к ситуативному выбору из конкурирующих программ с учетом прежнего опыта организма. В основе такого выбора находятся эмоциональные состояния. Один и тот же стимул, предъявленный в разных эмоциональных состояниях, вызывает различную реакцию [6]. Нейрологический механизм формирования эмоциональных состояний связан с осуществлением сравнения текущей афферентации с

---

информацией о прошлом опыте и определенной его результатами настройкой структур мозга – режимом функционирования, которое в свою очередь влияет на вероятность выбора той или иной поведенческой модели [7]:

Поскольку в естественных условиях ни одна ситуация не воспроизводится дважды во всех деталях, то информация о прошлом должна быть определенным образом типологизирована, посредством составления нервных моделей. Следовательно, с возникновением эмоционального уровня регуляции к поведенческим моделям добавляются «описательные» нервные модели состояний внешней среды. Поведение определяется не только внешними стимулами, но и внутренним эмоциональным состоянием. Его функция приобретает вид  $Y = f(x, a)$ , где  $a$  – эмоциональное состояние.

В вопросах, касающихся структурно-функциональной организации эмоциогенных механизмов мозга до полной ясности далеко, хотя уже накоплен большой объем эмпирической информации. Известно, что в «системе торможения поведения» на биохимическом уровне задействованы связанные с серотонином и ГАМК механизмы регуляции, а в «системе активации поведения» ключевая роль принадлежит дофамину. Уровень секреции названных нейромедиаторов, как это было представлено во многих исследованиях как на животных [8,9], так и на человеке [10], в значительной мере зависит от прошлого опыта и текущей жизненной ситуации.

На клеточном уровне особого внимания заслуживает открытие так называемых зеркальных нейронов, способных активизироваться при наблюдении за конкретными действиями также, как и при выполнении аналогичных действий [11]. Исследователи связывают с данными нейронами способность к отражению внешней реальности [12]. Применительно к теме нашей статьи можно сказать, что функционирование зеркальных нейронов лежит в основе создания нейрофизиологических моделей внешней среды.

---

С развитием новой коры головного мозга и особенно фронтальных областей, по всей вероятности, связано появление следующего уровня регуляции поведения, который имеется в зачаточном состоянии у млекопитающих, а в полной мере представлен только у человека. Речь идет о рациональном решении. Для осуществления данной функции необходимо абстрактное мышление – способность к извлечению информации из долговременной памяти и оперированию с ней. Таким образом, с учетом прошлого опыта осуществляется построение моделей будущего или альтернативного настоящего (и прошлого), которые могут быть как основанными на аналитико-синтетической обработке информации о динамике ситуации и установлении причинно-следственных связей прогнозами (поисковыми и целевыми), так и лишенными логики фантазиями. Но важно то, что и логические построения и фантазии, неизбежно связаны с когнитивными моделями внутренней картины мира [13] и личностного габитуса [14], которые в свою очередь определяются жизненным опытом. Причем, жизненный опыт определяет не только собственно содержание когнитивных моделей и их эмоциональные оценки, но и характер привычных мысленных операций (и, вероятно, обеспечивающих их нейрофизиологических механизмов, связанных с речевой функцией [15]). Последнее особенно актуально в условиях недостаточной или избыточной информации о реальной ситуации. Результат нейро-моделирования при этом определяется выбором базы сравнения и иерархией целевых ориентиров, стандартными логическими схемами (в том числе, и ошибочными), степенью детализации-холистичности, т.е. индивидуальной стратегией сознательной регуляции поведения, формируемой в течение жизни. Кроме того, результаты мыслительного анализа ситуации и перспектив способны менять эмоциональное состояние человека, которое со своей стороны влияет на

---

качество и направленность деятельности [16]. Функция поведения приобретает вид  $Y = f(x, a, r)$ , где  $r$  – рациональные регуляторы.

В целом, применительно к человеку можно говорить о трех уровнях регуляции поведения. С каждым следующим уровнем возрастает количество возможных вариантов реагирования и степень спонтанности выбора, а ситуативная детерминация, напротив, ослабевает. Однако даже на уровне сознательной рациональной регуляции нельзя говорить о полной произвольности поведения. Поскольку, хоть социальное действие и осуществляется в силу личного выбора, этот выбор зависит от целевых и ценностных установок, от типологической оценки текущей ситуации, своего места в ней (социального статуса и роли), прогнозируемых будущих состояний при осуществлении различных вариантов действия. Так, процесс организации социального действия можно рассматривать как взаимодействие моделей: динамическая модель ситуации → модель действия → модель будущего. Каждая из перечисленных моделей формируется только на основании жизненного опыта. Следовательно, в основе регуляции поведения человека лежит сложная многоуровневая динамическая нервная модель жизненного пути, которая во всей полноте деталей уникальна и неповторима, но в наборе ключевых позиций может иметь значительное сходство у индивидуумов, обладающих сходными социальной траекторией и социальным статусом.

### Литература

1. Розин М.Д., Свечкарев В.П. Проблемы системного моделирования сложных процессов социального взаимодействия // Инженерный вестник Дона. 2012, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846)
2. Тарасенко Л.В., Угольницкий Г.А., Дьяченко В.К. Теоретико-игровая формализация динамики уровня доверия между субъектами социального партнерства в системе дополнительного профессионального образования //



Инженерный вестник Дона. 2013. URL:  
ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1554.

3. Гулытьев А.К. Имитационное моделирование в среде Windows: Практическое пособие. СПб: Корона принт, 2001. 400 с.

4. Петухов О.А., Морозов А.В., Петухова Е.О. Моделирование: системное, имитационное, аналитическое: учебное пособие. СПб., 2008. 288с.

5. Физиология человека: Учебник / Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. М.: Медицина, 2003. 656 с.

6. Mowrer O.H. Learning theory and behaviour. New York: Wiley, 1960. 345 p.

7. Грей Дж. Нейропсихология эмоций и структура личности // Журнал ВНД. 1987. Вып.6 С. 1011 – 1024.

8. Палмер Д., Палмер Л. Эволюционная психология. Секреты поведения Homo sapiens. СПб: ПРАЙМ-ЕВРОЗНАК, 2005. 213 с.

9. Aragona B.J., Liu Y., Curtis J.T., Stephan F.K., Wang Z. A Critical Role for Nucleus Accumbens Dopamine in Partner-Preference Formation in Male Prairie Voles // The Journal of Neuroscience. 2003. 23(8). P. 3483–3490

10. Wismer Fries A.B., Ziegler T.E., Kurian J.R., Jacoris S., Pollak S.D. Early experience in humans is associated with changes in neuropeptides critical for regulating social behavior // Proceedings of the National Academy of Science. 2005. 102. P. 17237–17240.

11. Gallese V., Fadiga L., Fogassi L., Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex // Brain. 1996. №119. P. 593-609.

12. Oberman L.M., Pineda J.A., Ramachandran V.S. The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills // SCAN. 2007. №2. P. 62 – 66.

13. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М., 1975. 304 с.

14. Бурдые П. Практический смысл. СПб.: Алетейя, 2001. 562 с.



15. Громакова В.Г. Нейрофизиологические аспекты организации речи // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 38. № 1. С. 58-61.

16. Гафиатулина Н.Х. Социальное здоровье студенческой молодежи в условиях роста социальных рисков бедности // Сборник научных трудов SWorld. 2013. Т. 26. № 3. С. 21 – 28.

### References

1. Rozin M.D., Svechkarev V.P. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2012, №2 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/846)

2. Tarasenko L.V., Ugol'nickij G.A., D'jachenko V.K. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1554](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1554).

3. Gul'tjaev A.K. Imitacionnoe modelirovanie v srede Windows: Prakticheskoe posobie [The imitating modeling in the environment of Windows: Practical grant]. SPb: Korona print, 2001. 400 p.

4. Petuhov O.A., Morozov A.V., Petuhova E.O. Modelirovanie: sistemnoe, imitacionnoe, analiticheskoe: uchebnoe posobie [Modeling: system, imitating, analytical: manual]. SPb: izdatel'stvo SZTU. 2008. 288 p.

5. Fiziologija cheloveka: Uchebnik [The human physiology. Textbook]. M.: Medicina, 2003. 656 p.

6. Mowrer O.H. Learning theory and behaviour. New York: Wiley, 1960. 345 p.

7. Gray J. Zhurnal vysshej nervnoj dejatel'nosti 1987. I.6. pp. 1011 – 1024.

8. Palmer D., Palmer L. Jevoljucionnaja psihologija. Sekrety povedenija Homo sapiens [Evolutionary psychology. Secrets of behavior of Homo sapiens.]. SPb: PRAJM-EVROZNAK, 2005. 213 p.

9. Aragona B.J., Liu Y., Curtis J.T., Stephan F.K., Wang Z. A. The Journal of Neuroscience. 2003. 23(8). pp. 3483–3490

10. Wismer Fries A.B., Ziegler T.E., Kurian J.R., Jacoris S., Pollak S.D. Proceedings of the National Academy of Science. 2005. 102. P. 17237–17240.



11. Gallese V., Fadiga L., Fogassi L., Rizzolatti G. Brain. 1996. №119. pp. 593-609.
12. Oberman L.M., Pineda J.A., Ramachandran V.S. SCAN. 2007. №2. pp. 62 – 66.
13. Leont'ev A.H. Dejatel'nost'. Soznanie. Lichnost' [Activity. consciousness. Personality]. M., 1975. 304 p.
14. Burd'e P. Prakticheskij smysl [Practical sense]. SPb., 2001. 562 p.
15. Gromakova V.G. Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2013. Vol. 38. №1. pp. 58 – 61.
16. Gafiatulina N.H. Sbornik nauchnyh trudov SWorld. 2013. Vol.26. № 3. pp. 21 – 28.