

О происхождении сознания в филогенезе

Д.Н. Берлов

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена
dberlov@yandex.ru

Аннотация. Сознание и его возможные физиологические механизмы остаются одной из загадок, решению которой препятствуют барьеры эмпирического, теоретического и методологического характера. Рассмотрение сознания с натуралистических позиций, как естественного феномена, приводит к выявлению важности эволюционного принципа для понимания развития мозговых механизмов сознания. В данной статье выдвигается положение, что субъективное измерение могло возникнуть в эволюции как побочное следствие определенных нервных процессов еще до появления собственно сознания. Предполагается, что это могло быть связано с нервными процессами, занятыми выявлением реляционных отношений между объектами восприятия. Дальнейшее возникновение и развитие сознания может объясняться адаптивным преимуществом обладателей таких нервных сетей.

Ключевые слова: сознание, мозг, эволюция, репрезентации, объектное восприятие, протофеноменальные компоненты сознания

About the origin of consciousness in phylogeny

D.N. Berlov

Herzen State Pedagogical University of Russia
dberlov@yandex.ru

Abstract. Consciousness and its possible physiological mechanisms remain one of the riddles, the solution of which is hindered by barriers of empirical, theoretical and methodological nature. The consideration of consciousness from naturalistic positions as a natural phenomenon leads to the identification of the importance of the evolutionary principle for understanding the development of brain mechanisms of consciousness. In this article, the proposition is advanced that a subjective dimension could arise as a side effect of certain nervous processes, before the appearance of the actual consciousness. It is assumed that this could be due to the nervous processes involved in identifying the relationships between the objects of perception. Further emergence and development of consciousness can be explained by the adaptive advantage of the owners of such neural networks.

Keywords: consciousness, brain, evolution, representations, object perception, protophenomenal components of consciousness

1. Сознание как натуральный феномен и эволюция

Природа сознания является очень дискуссионным, многогранным научным вопросом, выявляющим множество противоречивых взглядов. Часть из них обусловлена терминологическими причинами, невозможностью дать исчерпывающее и универсальное определение сознанию. Здесь под сознанием будет пониматься, прежде всего, его субъективный компонент, то есть феноменальный аспект сознания.

Предложен ряд физиологических теорий, пытающихся объяснить сознание (Edelman 2001, Иваницкий 2004, Tononi and Koch 2008). Однако, объясняя отдельные свойства сознания, типа целостности восприятия, они не дают ответа на главный вопрос - почему именно эти нейрональные процессы (а не другие) приводят к возникновению субъективного

[Введите текст]

переживания, в чем их уникальность?

Если мы в принципе допускаем что сознание может быть результатом работы мозга, нам неизбежно приходится признать, что какие-то процессы в мозге сопровождаются субъективным измерением, а какие-то нет. Схожий посыл отмечается в работе (Strick and Koch 1990), посвященной поиску нервных коррелятов сознания. В ней авторы, в частности, рассуждают, что многие нервные процессы в мозге не имеют отражения в сознании. Поэтому, в каждый конкретный момент времени, часть регистрируемых нами нервных процессов будет коррелировать с содержанием сознания, тогда как другая – нет.

Один из классических споров, связанных с сознанием – это дискуссия о его атомарности или холистичности (Ревонсуо 2013), в одной из плоскостей дискуссии проявляющийся как вопрос, должно ли сознание рассматриваться как градуальный процесс или явление, подчиняющееся закону «все-или-ничего». В. Windey и A. Cleeremans (2015) проанализировав современные данные на данную тему, пришли к выводу, что эти варианты не являются взаимоисключающими и ответ зависит от уровня субъективного опыта: низкоуровневый зрительный опыт градуален, тогда как высокоуровневый – дискретен.

Этот вопрос важен для натуралистических подходов к сознанию, имеющих более чем вековую историю (Judd 1910, Feinberg 2012) и полагающих, что сознание - естественный натуральный феномен. Ведь если сознание является феноменом, характерным для живых объектов, то и его проявления могут отчасти объясняться закономерностями, определяющими существование живых объектов. При этом, если сознание возникло внезапно, как ароморфоз, то данный подход не вполне оправдан, поскольку сознание подчиняется законам своего уровня организации материи. Если же сознание развивалось в результате постепенной эволюции отдельных нервных процессов и структур, то в этом процессе должны проявляться эволюционные закономерности, отмечаемые для других признаков и явлений. Тогда можно ожидать, что возникновение сознания (или, по крайней мере, появление необходимых для него нейрофизиологических процессов) является градуальным процессом, динамику которого мы можем наблюдать в процессе филогенеза, а простые формы сознания могут широко встречаться в природе (Butler 2008, Cabanac et al. 2009). Принятие принципа натурализма в отношении сознания неизбежно подталкивает ученого к интересу к филогенезу когнитивных способностей (Feinberg and Mallatt 2016).

Рассматривая сознание у человека, мы имеем дело со сложным явлением с огромным вкладом социальных и культурных факторов. Но можно допустить у животных существование простых форм сознания (Gross 2013). В этом случае сознание человека выступает как эталон и референтная точка (Edelman et al. 2005): хотя высокоуровневое сознание, связанное с вербальным отчетом у подавляющего большинства животных, по-видимому, отсутствует, протосознание может быть крайне широко распространено. По мнению авторов, наличие протосознания, связанного с наличием субъективных перцептивных ощущений, можно подозревать у таких различных групп, как птицы и головоногие моллюски.

2. Протофеноменальные компоненты сознания

Для дальнейшего изложения важным является разделение ментального (психического) и сознательного. Явление неосознаваемого семантического прайминга, при котором неосознаваемо воспринимаемые стимулы оказывают влияние на последующие поведенческие реакции (Draine and Greenwald 1998, Naccache and Dehaene 2001, Kiefer and Spitzer 2000, Ortells et al. 2016) доказывает, что ментальное может быть неосознаваемым. Отличие сознательного ментального от неосознаваемого заключается не только в наличии субъективного переживания, но и в его большем влиянии на поведение.

Основное предположение данной статьи заключается в том, что в ходе эволюции нервные процессы, приводящие к возникновению субъективного измерения, могли возникнуть еще до возникновения сознания как такового. Такое субъективное измерение можно назвать *протофеноменальными компонентами сознания*, поскольку они являются

[Введите текст]

необходимой составляющей сознания, но сами по себе еще не могут его сформировать.

Возникнув на определенном этапе эволюции, протофеноменальные компоненты сознания являются признаком специфической активности определенных нервных сетей и, как любой другой признак биологических объектов, могут быть предметом эволюционного отбора. Однако отбор в этом случае осуществляется опосредованно: эволюционное преимущество получают обладатели нервной системы, продуцирующей ментальное измерение, если его наличие дает какие-то адаптивные преимущества. Поэтому само по себе возникновение протофеноменальных компонентов сознания могло долгое время не играть никакой роли для их обладателей, пока они не научились извлекать пользу из их наличия.

Таким полезным свойством протофеноменальных компонентов сознания могло стать использование субъективной информации как дополнительного независимого канала ее проверки. Хотя отдельные протофеноменальные компоненты сознания напрямую определяются процессами в нервных сетях, их организация происходит уже по законам ментального. В этом случае согласованность, непротиворечивость информации в ментальном мире является ключевым аспектом функционирования сознания (Аллахвердов 2003). Дальнейшая эволюция сознания могла проходить вследствие положительного отбора нервных сетей более эффективно реализующих адаптивную функцию сознания.

Важным следствием выдвигаемого подхода является то, что формирование протофеноменальных компонентов сознания возможно в нервных сетях различной архитектуры, выполняющих необходимые для этого функции. Таким образом можно допустить, что сознание у представителей разных видов животных могло возникать параллельно и независимо (Feinberg and Mallatt 2016), и может являться не гомологом, а аналогом сознания человека.

3. Гипотетическая роль реляционных связей

По всей видимости, пока еще невозможно обоснованно утверждать, какие именно процессы в нервной системе могут приводить к возникновению протофеноменальных компонентов. В качестве гипотезы предположим, что это нервные процессы, обеспечивающие способности строить сенсорные репрезентации объектов окружающей среды и сравнивать их между собой.

Имеются разные точки зрения, у каких животных существует такая способность. Необходимые предпосылки выявлены уже у насекомых – обнаружено, что шмели способны использовать информацию о соотношении между отдельными спектральными составляющими для разрешения противоречивых ситуаций в сложных сценах (Lotto and Wicklein 2005). Более того, в серии работ А. Avargues-Weber и М. Giurfa (2013) было показано, что обучение концепциям происходит у пчел, которые учились правильно выбирать один из двух входов в лабиринт. Для этого им было необходимо сопоставить два изображения, идентифицирующих входы. Правильный выбор подкрепляли раствором сахара, который находился лишь за входом, соответствующим, например, изображению, отличающемуся от предъявленного в первый раз. При проверке все стимулы были новыми для животного. Поэтому реакция пчелы была связана не с конкретным зрительным стимулом, а с отношением между двумя объектами. Таким образом, можно допустить, что некоторые концептуальные понятия, такие как тождественность-отличность, левее-правее, выше-ниже обнаруживаются у медовой пчелы.

Способность различать и запоминать геометрические объекты, а также использовать знание об отдельных признаках этих объектов (гладкость-шероховатость, легкость-тяжесть) для организации своего поведения была продемонстрирована у осьминогов (Young 1991).

Способность к сопоставлению объектов также необходима для построения субъективных иерархий, встречающихся у животных. Так самцы рыбы аstatотилипии способны лишь за счет наблюдения за территориальными поединками своих сородичей построить транзитивную (напр., если $A > B$ и $B > C$, то $A > C$) иерархию рангов самцов и использовать это знание для своего поведения (Grosenick et al. 2013).

Изложенные факты свидетельствуют, что способность вычленять соотношение между признаками и использовать его для поведения, появляется в эволюции довольно рано и встречается у различных групп животных.

Ряд авторов указывает на ключевую роль способности к картированию состояний организма в эволюционном возникновении ментального. Так А. Damasio и G.B. Carvalho (2013) полагают, что эволюционное возникновение ощущений (feelings) связано со структурами мозга, обеспечивающими интегральное картирование состояний тела и мониторинг их изменений в ответ на выполнение действий, направленных на поддержание гомеостаза. Другие авторы отмечают важную роль активного взаимодействия организма с окружающим пространством в генезе сознания, обращая первоочередное внимание на другой аспект (Merker 2005, Rial et al. 2007, Barron and Klein 2016). Они полагают, что возникновение сознания является следствием адаптации мозга животных при решении проблемы навигации при активном передвижении в пространстве в процессе осуществления целенаправленного поведения, а также возникающей в этом случае проблеме реафферентации (различения сенсорного потока, связанного с изменениями в окружающей среде, от изменений, связанных с собственным поведением). Топическое представление пространства в виде сенсорных карт и их интеграция в разных модальностях позволяет мозгу производить симуляцию перемещения организма в субъективном пространстве и на ее основе строить проактивное поведение (не опираясь лишь на текущую сенсорную стимуляцию).

Можно думать, что установление связей между объектами окружающей среды возможно за счет манипуляции их сформированными репрезентациями. При этом относительная связь между репрезентируемыми объектами может существовать как полностью объективно (сравнение массы двух объектов исходя из их размеров и плотности вещества); или частично объективно (правее-левее не имеет смысла без точки отсчета, но для данной точки отсчета результат является не зависимым от наблюдателя); так и чисто субъективные суждения («каким воспринимается ранг у самцов в иерархии»). В случае наличия объективного отношения между объектами (например, разницы в размерах), наличие наблюдателя позволяет ему воспринять данное отношение, но не является причиной его возникновения. Другие же типы отношений непосредственно появляются при наличии в системе наблюдателя. Но наличие наблюдателя в системе само по себе еще не дает ему возможности восприятия всевозможных отношений. Для того, чтобы наблюдатель смог сравнить два объекта, необходимым условием является способность наблюдателя их различить. Способность выделять объекты и строить в мозге их модели (репрезентации) позволяет формировать новый тип отношений – между репрезентациями природных объектов в мозге. Такой подход может быть охарактеризован как вариант интерналистского репрезентационализма (Нагуманова 2011), поскольку постулирует ключевую роль определенного рода репрезентаций в генезе сознания, определяющихся внутренним состоянием субъекта.

Однако эволюционные аспекты способности мозга строить репрезентационные образы до сих пор очень ясны, несмотря на активное исследование функций зрения у разных групп животных. Со времен классической работы “What the Frog's Eye Tells the Frog's Brain” (Lettvin et al. 1959) считается, что зрение лягушки основано на детекторах черт, что существенно отличается от зрительного восприятия человека, основанного на выделении объектов. Нейроны-детекторы, селективно настроенные на определенную комбинацию признаков внешнего сигнала, запускают определенное поведение со своим набором стереотипных движений: пищевое, оборонительное поведение и т.д. Для детектирования нет необходимости выделения всех характеристик объекта, полного его описания, достаточно определить набор ключевых признаков, что позволяет быстро реагировать на типичные ситуации, но ограничивает репертуар поведенческих реакций. Подобное объяснение хорошо согласуется с внешне стереотипным поведением ряда земноводных. Однако необходимо учитывать, что сравнительные исследования наборов детекторов (детектируемых признаков)

у разных видов малочисленны. Остается открытым вопрос, является ли этот набор филогенетически устойчивым или он неустойчив и сильно зависит от экологических особенностей вида. Недостаточная изученность наличия детекторов черт у разных групп животных и приведенные выше факты о поведении пчел, осьминогов и рыб (Young 1991, Avargues-Weber and Giurfa 2013, Grosenick et al. 2013), интерпретация которых допускает возможность построения ими образов воспринимаемых объектов, оставляет открытым вопрос о моменте возникновения у животных способности построения и оперирования репрезентациями объектов. В свою очередь, новые исследования в области сравнительной физиологии сенсорных функций могут оказаться подтверждающими или опровергающими свидетельствами для высказанных здесь предположений.

4. Заключение

Поскольку организмы живут в объективном пространстве и взаимодействуют с ним, наличие у них пространственных (и временных, например раньше-позже) концептов должно повышать степень их приспособленности к окружающей среде. Очевидно, способность учитывать объективные характеристики мира, проявляющиеся в отношениях между объектами, имеет эволюционное преимущество. Таким образом, эволюционное развитие адаптивной способности к обнаружению объективных связей между объектами неизбежно должно было приводить к совершенствованию механизмов субъективного отражения мира, а возможно даже было одной из причин его возникновения.

Если предположить, что ментальное измерение стало побочным следствием реляционных вычислений, связанных со взаимным положением объектов в пространстве, то на начальном этапе оно являлось нейтральным признаком и эпифеноменом. Однако если мозг научился использовать такую информацию, то эта возможность стала адаптивным преимуществом, а его обладатели - более эволюционно успешными.

Дальнейший ход эволюции определил свойства сознания в том виде, в котором мы его знаем. Однако исходные эволюционные предпосылки развития сознания должны были оставить свой след. Одним из таких проявлений представляется субъективная априорность основных арифметических и геометрических понятий (Перминов 2012).

Изложенный подход предполагает, что ментальное, однажды возникнув, организуется по собственным законам, законам своего уровня. Однако отдельные нервные сети формируя в результате своей деятельности протофеноменальные компоненты могут повлиять на содержание сознания. Можно предположить, что организация физического имеет "целью" достичь определенных результатов в сфере ментального. Например, работа нейронных сетей перестраивается таким образом, чтобы изменить какой-то значимый показатель ментального высокого уровня (важно, что показатель не первичный, то есть определяется законами ментального). Субъективно такая перестройка состояния нервных сетей будет переживаться как динамика ментальных состояний до момента соответствия критерию (который субъективно воспринимается, например, как момент принятия решения). Тогда допустимость всей логической конструкции сводится во многом к вопросу, каким образом нервная система может детектировать этот ментальный показатель (или более широко - каким образом в принципе мозг может различать два своих собственных ментальных состояния)? Способность к такому различению является необходимым условием для возможности формирования сознания в филогенезе и должна стать предметом дальнейшего анализа.

Литература

Avargues-Weber A., Giurfa M. 2013. Conceptual learning by miniature brains. *Proceedings of the Royal Society B*. 280. – P. 1-9.

Barron A. B., Klein C. 2016. What insects can tell us about the origins of consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(18). – P. 4900-4908.

[Введите текст]

- Butler A. B. 2008. Evolution of brains, cognition, and consciousness. *Brain Research Bulletin* 75(2). – P. 442-449.
- Cabanac M., Cabanac A. J., Parent A. 2009. The emergence of consciousness in phylogeny. *Behavioural Brain Research* 198(2). – P. 267-272.
- Crick F., Koch C. 1990. Towards a neurobiological theory of consciousness. *Seminars in the Neurosciences* 2. – P. 263-275.
- Damasio A., Carvalho G. B. 2013. The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nature Reviews. Neuroscience* 14(2). – P. 143-152.
- Draine S. C., Greenwald A. G. 1998. Replicable unconscious semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: General* 127(3). – P. 286-303.
- Edelman G. 2001. Consciousness: the remembered present. *Annals of the New York Academy of Sciences* 929(1). – P. 111-122.
- Edelman D. B., Baars B. J., Seth A. K. 2005. Identifying hallmarks of consciousness in non-mammalian species. *Consciousness and cognition* 14(1). – P. 169-187.
- Feinberg T. E. 2012. Neuroontology, neurobiological naturalism, and consciousness: A challenge to scientific reduction and a solution. *Physics of Life Review* 9. – P. 13-34.
- Feinberg T. E., Mallatt J. 2016. The nature of primary consciousness. A new synthesis. *Consciousness and cognition* 43. – P. 113-127.
- Grosenick L., Clement T. S., Fernald R. D. 2007. Fish can infer social rank by observation alone. *Nature* 445. – P. 429-432.
- Gross M. 2013. Elements of consciousness in animals. *Current Biology* 23(22). – P. 981-983.
- Judd C. H. 1910. Evolution and consciousness. *Psychological Review* 17(2). – P. 77-97.
- Kiefer M., Spitzer M. 2000. Time course of conscious and unconscious semantic brain activation. *Neuroreport* 11(11). – P. 2401-2407.
- Lettvin J. Y., Maturana H. R., McCulloch W. S., Pitts W. H. 1959. What the frog's eye tells the frog's brain. *Proceedings of the IRE* 47(11). – P. 1940-1951.
- Lotto R. B., Wicklein M. 2005. Bees encode behaviorally significant spectral relationships in complex scenes to resolve stimulus ambiguity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102(46). – P. 16870-16874.
- Merker B. 2005. Liabilities of mobility: A selection pressure for the transition to consciousness in animal evolution. *Consciousness and Cognition* 14(1). – P. 89-114.
- Naccache L., Dehaene S. 2001. Unconscious semantic priming extends to novel unseen stimuli. *Cognition* 80(3). – P. 215-229.
- Ortells J. J., Kiefer M., Castillo A., Megías M., Morillas A. 2016. The semantic origin of unconscious priming: Behavioral and event-related potential evidence during category congruency priming from strongly and weakly related masked words. *Cognition* 146. – P. 143-157.
- Rial R. V., Nicolau M.C., Gamundí A., Akaârir M., Garau C., Esteban S. 2007. Chapter 3 - The Evolution of Consciousness in Animals. In: H. Liljenström and P. Århem (ed.) *Consciousness Transitions*, Amsterdam: Elsevier Science B.V. – P. 45-76.
- Tononi G., Koch C. 2008. The neural correlates of consciousness. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1124(1). – P. 239-261.
- Windey B., Cleeremans A. 2015. Consciousness as a graded and an all-or-none phenomenon: A conceptual analysis. *Consciousness and Cognition* 35. – P. 185-191.
- Young J. Z. 1991. Computation in the learning system of cephalopods. *The biological bulletin* 180(2). – P. 200-208.
- Аллахвердов В. М. 2003. Методологическое путешествие по океану бессознательного к таинственному острову сознания. СПб.: Речь.

Иваницкий А. М. 2004. Естественные науки и проблема сознания. Вестник Российской академии наук 74(8). – С. 716-723.

Нагуманова С. Ф. 2011. Материализм и сознание: анализ дискуссии о природе сознания в современной аналитической философии. Казань: Казан ун-т.

Перминов В. Я. 2012. Реальность математики. Вопросы философии 2. – С. 24-39.

Ревонсуо А. 2013. Психология сознания. СПб.: Питер.

Информация об авторах:

Берлов Дмитрий Николаевич, ст. преп. Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, dberlov@yandex.ru