
ИЗУЧЕНИЕ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ: СПЕКТР НАУЧНЫХ СТРАТЕГИЙ

Е.Н. Гнатик

Кафедра онтологии и теории познания
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Познание сущности процессов, происходящих в головном мозге человека — одна из сложнейших задач современной науки. Важнейшими направлениями на пути к постижению феномена мозга являются когнитивно-информационное и эволюционно-генетическое. С позиций первого подхода мышление, память, сознание являются не свойствами отдельных элементов мозга, а возникают как эмерджентное свойство нейронных сетей. В рамках эволюционно-генетического подхода роль генетических факторов в формировании центральной нервной системы изучается на клеточном, морфо-функциональном и системном уровнях. В статье речь идет об исследованиях, которые, как предполагается, должны обеспечить прорыв на пути познания церебральных процессов.

Ключевые слова: сознание, поведение, мозгоспецифические гены, эволюционно-генетический подход, когнитивно-информационный подход.

Несмотря на весьма интенсивное развитие, наука в настоящее время непроститительно мало знает о сущности церебральных процессов. Мозг человека, создавший суперкомпьютеры, которые в течение долей секунды способны выполнять сотни сложнейших математических вычислений и логических операций, сконструировавший космические аппараты, токамаки (системы для осуществления термоядерного синтеза), Большой адронный коллайдер и т.д. и т.п., до сих пор не смог познать, каким образом в нем самом осуществляются даже наиболее элементарные процессы мышления. Многочисленные попытки понять сущность работы мозга предпринимались в течение веков, пройден длинный путь от мистических воззрений до современных.

Мозг стал объектом внимания европейских естествоиспытателей и врачей-телей со времен античности, когда вопрос о местонахождении «седалища души» (сердце или мозг?) был решен в пользу последнего.

Но и сегодня изучение связей между биологическими (нейрофизиологическими и др.) и социально-культурными факторами психики и поведения человека по-прежнему находится на «переднем крае», возглавляя перечень самых трудно-разрешимых междисциплинарных проблем.

Однако не только логика развития науки, чисто академическое стремление к раскрытию извечных тайн сознания определяют в наше время пристальное внимание к проблемам функционирования мозга. Современная жизнь ставит перед человеком, и в первую очередь перед его нервной системой, новые и все более сложные задачи. Нарастающие темпы научно-технического прогресса сопровождаются непрерывным увеличением объема знаний, необходимых индивидууму для полноценного конкурентоспособного труда и творчества. В течение жизни трех последних поколений массив информации растет экспоненциально. Ско-

рость накопления знаний столь возросла настолько, что человеческий мозг оказался не в состоянии хранить и осмысливать даже, пожалуй, их миллионной доли. А с увеличением продолжительности жизни возникла потребность поиска способов защиты людей от возрастного истощения умственных способностей. Так, мозг современного человека должен работать со значительно большей нагрузкой, с большим «творческим пылом» и в течение более продолжительного срока жизни. Поиск способов сохранения «когнитивного благополучия» — одно из стратегических направлений современных когнитивных нейрофизиологических исследований.

Человеческий мозг — наисложнейшая структура в природе, состоящая из сотен миллиардов нейронов, формирующих основную структуру и функциональные элементы нервной системы. Каждая нервная клетка осуществляет от 1 до 10 тысяч контактов, в точках соединения которых (синапсах) происходит обмен информацией. Подсчитано, что количество возможных перестановок и комбинаций мозговой активности или число состояний мозга превосходит количество элементарных частиц во Вселенной [18. С. 10].

Познание мозга требует комплексного, междисциплинарного исследования, основывающегося на синтезе нейрофизиологии, биохимии и психологии, цитологии, генетики и многих других. Вот уже более полувека к изучению человеческого мозга подключена и кибернетика. Здесь сложилось два основных подхода — с позиций теории искусственного интеллекта и с позиций теории мозга [3. С. 18]. Однако проведение аналогии между человеческим мозгом и машиной сейчас уже частично утратило свою привлекательность. Вместе с тем бурный прогресс в компьютерной сфере вряд ли имел бы место, если бы во второй половине XX в. эта аналогия не была популярна в культуре, в различных сферах социальной жизни.

Результаты генетических исследований подтверждают обоснованность надежд, возлагаемых на плодотворность и эвристичность ее методов в изучении функционирования мозга. Так, было выяснено, что многое из прежде считавшегося специфичным для человека с его особым социальным развитием, в той или иной степени свойственно и животным и, следовательно, имеет общую нейробиологическую базу [13]. Эмпирические данные подтверждают, что наиболее важные участки генома в процессе эволюции изменяются незначительно, а их функции, установленные в экспериментах на животных, оказываются во многом идентичными функциям, выполняемым ими у человека. Свою лепту в изучение закономерностей поведения живых организмов внесло обнаружение функциональной асимметрии полушарий головного мозга у животных, что избавило от иллюзии абсолютной специфичности человеческого мозга [6].

Данные сравнительной геномики указывают, что в ходе эволюции вида *Homo sapiens* важнейшим объектом изменений был головной мозг. Его объем от австралопитеков до современного человека возрос с 350 см³ до 1400—1500 см³ [19. С. 14].

При этом мозг современного человека является не самым объемным среди гоминид. Например, у неандертальца, согласно исследованиям, головной мозг

был больше. Это значит, что параметр веса мозга сам по себе не является показательным. Даже среди людей, как известно, значатся довольно большие колебания веса мозга, но они не влияют на состояние интеллекта.

Судя по всему, гораздо более важным (во всяком случае, в эволюционном смысле) является параметр отношения массы мозга к массе тела, так сказать, представление о том, «каким весом тела управляет единица веса мозга». По-видимому, «человек в этом отношении попал точно в золотую середину. Любое животное, мозг которого весит больше, имеет настолько большое тело, что их интеллект не может сравниться с нашим. Напротив, у животных, у которых отношение мозг/тело больше нашего, обладают таким маленьким мозгом, что он не способен обеспечить их интеллектом, сравнимым с нашим» [1. С. 217].

Известна и другая особенность, характерная только для вида *Homo sapiens* — «исключительно длительный период развития мозга после рождения: с момента рождения до достижения зрелости объем мозга человека возрастает в 4,3 раза (у шимпанзе — только в 1,6 раза). Уже после рождения формируются и около 90% синапсов, имеющих у взрослого человека. Соответственно, организация мозга взрослого человека решающим образом зависит от социальных и культурных обстоятельств его развития в детском возрасте» [22].

Результаты современных нейрогенетических исследований подтверждают, что специфика поведения как животных, так и человека определяется «спецификой генного состава нервных клеток, строящих головной мозг» [12. С. 151] и зависит от связей между нервными клетками, которые устанавливаются в ходе развития мозга под контролем соответствующих генов.

Как известно, гены всех живых организмов кодируют информацию для синтеза белковых молекул, создающих все компоненты клеток и катализирующих биохимические процессы. Каждый признак организма с этой точки зрения представляет собой некую норму реакции генотипически детерминированных структур на особые условия развития и существования индивидуума. В этой связи специалисты подчеркивают, что при генетическом исследовании любых особенностей поведения, кроме самых простых, строгий анализ факторов внешней среды, влияющих на проявление того или иного признака, не менее важен, чем анализ генетических факторов.

Исследования последних десятилетий позволяют глубже понять закономерности связей генов и мозговых процессов. Есть предположение, что прогресс мозга человека мог быть связан главным образом не столько с увеличением его веса и объема, сколько с возникновением участков, «ответственных» за развитие абстрактного мышления. Существует гипотеза, что антропогенез сопровождался феноменами «замолкания» некоторых функционирующих у гоминид генов и «включения» инактивированных, что способствовало движению по пути прогресса. Так, согласно современным данным, после разделения ветвей эволюции шимпанзе и человека в ткани мозга человека осуществились более значительные изменения генетической экспрессии, чем у обезьян [29. Р. 63—65; 27. Р. 1139—1145]. Например, имеются интересные сведения относительно возможного кос-

венного вовлечения в контроль размеров мозга гена тяжелой цепи миозина 16 [32. Р. 415—418].

Было показано, что данный ген, экспрессирующийся в лицевой мускулатуре, инактивировался у *Homo erectus* около 2,5 млн лет назад, когда произошло разделение эволюционных линий человека и шимпанзе. В результате, «инактивация этого гена ослабила мускулы челюсти, что сняло анатомические ограничения на верхний размер мозга» [9. С. 366].

В процессе человеческой эволюции довольно значительной селекции были подвергнуты гены, контролирующие поведение. Существенная роль отбора поведенческих признаков в ходе антропогенеза отмечалась, например, в работах генетика-эволюциониста Д.К. Беляева [4. С. 70—77]. По имеющимся данным, поведенческая реакция практически всегда является первой попыткой адаптации организма к изменившимся условиям биотической или абиотической среды [15. С. 1069—1076].

Важнейшим фактором, определяющим поведение, является психика. Данные, получаемые в ходе сравнительного анализа геномов приматов и человека, дают возможность провести более точную реконструкцию процесса формирования психики вида *Homo sapiens*. Имеющиеся сведения подтверждают, что «психика возникла в результате усовершенствования и усложнения поведения как формы активной адаптации к среде под давлением естественного отбора. В этом отношении психика представляет собой формирующийся в онтогенезе особи „образ“, модель среды ее обитания, которая меняется с накоплением опыта и участвует в регуляции поведения в относительно уникальных (с точки зрения вида) ситуациях» [14. С. 235]. А на уровне человека психика уже в значительной мере преобразована сознанием, т.е. высшей формой отражения, возникающей в обществе на базе высокоорганизованной материи человеческого мозга и опосредующей свое отношение к предметной среде с помощью знаков.

В исследовании генезиса сознания важно учитывать то обстоятельство, что генетическая запрограммированность человеческого мозга выражена слабее, чем у животных, в силу чего поведение людей намного пластичнее. Тем не менее, это не исключает того, что определенные аспекты поведения человека могут быть генетически запрограммированы в результате действия естественного отбора. Например, существуют исследования, указывающие на то, что в ходе антропогенеза были подвержены отбору такие признаки как поиск новых ощущений (о чем свидетельствует селекция гена DRD4 [26. Р. 309—314]) и проявление агрессивности и импульсивности (изменения в гене MAO-A [28. Р. 862—867]).

Закончилась ли эволюция мозга, а значит, и человека? По-видимому, окончательный ответ на вопрос об эволюции мозга может быть получен в ходе изучения мозгоспецифических генов. На сегодняшний день есть основания полагать, что более половины генов генома участвуют в процессах формирования мозга человека и его функционирования у взрослого индивида.

Идея о том, что эволюционный процесс становления человека существенным образом затронул мозгоспецифические гены, вызвав их ускоренную эволюцию,

весьма продуктивна. Сторонники точки зрения о том, что эволюция мозга не закончилась, выдвигают версии о возможных путях его будущей эволюции. Например, с позиции Г. Уолтера, высказанной еще около полувека назад, первый путь — «возникновение больших мутаций или наследственных отклонений, достаточно серьезных для того, чтобы увеличить вероятность выживания индивидуума и создать новые виды», а второй — «стимулирование изменчивости отбором и гибридизацией малых мутаций» [20. С. 272].

Эволюционно-генетическое направление в нейробиологии нуждается в новых мыслях и идеях, в пересмотре сложившихся представлений. Интересной попыткой в этом отношении является изучение особой части человеческого мозга — лобных долей и новая интерпретация их функций.

Продолжительное время медицина считала лобные доли «бездействующими», однако в последние десятилетия, благодаря прорыву в области разработки методов объективного изучения активности мозга, работы в этой области существенно продвинулись. Имеются некоторые новые результаты.

Как отмечает специалист в области клинической нейропсихологии Э. Голдберг, «подобно функциям главного управляющего, функции лобных долей не поддаются простому определению. Они не заняты какой-то одной легко обозначаемой функцией. Пациент с заболеванием лобных долей сохранит способность двигаться, использовать язык, распознавать объекты и даже запоминать информацию. Но подобно армии без командира, с потерей лобных долей познавательная деятельность дезинтегрируется и, в итоге, распадается. В русском языке есть выражение „без царя в голове“. Это выражение могло бы быть специально придумано для описания того, как повреждение лобных долей воздействует на поведение» [8. С. 46—47]. Исследования показывают, что лобные доли играют решающую роль в осознанном поведении человека (постановка задачи, цели, разработка плана и поиск средств для ее достижения). В этой связи развитие современной нейронауки позволяет людям открывать новые пути самопознания.

На сегодняшний день еще не получен ответ на важнейший вопрос: в силу каких причин мозг человека при всем его относительном совершенстве столь уязвим, почему его структура не обеспечивает безопасность функционирования нервной системы. Это так называемый «парадокс нервно-психической эволюции человека», сформулированный в конце 40-х гг. XX в. С.Н. Давиденковым [10]. Существует точка зрения, что по мере повышения у живых существ уровня нервной организации увеличивается вероятность возникновения стресса, и что человек в силу этого является «биологическим видом, пристрастным к стрессу» [24]. Причем влияние стресса на человека начинается еще в пренатальном периоде. Современные исследования подтверждают, что «эмоциональные потрясения беременной матери вызывают повышение секреции гормонов стресса, в частности кортизола и норэпинефрина. Они, в свою очередь, оказывают отрицательное воздействие на генную регуляцию, ускоряя чрезмерное разрушение нейронов и синапсов, изменяя организацию и функцию мозга и нарушая будущую способность ребенка справляться со стрессом» [7. С. 9].

Исследования воздействия стрессовых факторов на живые организмы также свидетельствуют в пользу предположения о продолжении эволюции человека. Нобелевским лауреатом (1984) Б. Мак-Клинтон были выявлены процессы различных способов мобилизации клеточных механизмов на фоне стресса, приводящие к перестройке генома [31. Р. 792—801]. Результаты этих исследований изменили представления о геноме как структуре консервативной.

Таким образом, находит свое подтверждение гипотеза о стрессе как о причине мутаций. Это означает, что стресс является «важным инструментом эволюции, совершающейся в экстремальной среде, выступая в роли как фактора отбора, так и своеобразного генератора изменчивости» [16. Р. 214]. На основе современных исследований «стресс как наиболее общий для всех организмов молекулярно-генетический и нейроэндокринный феномен, возникающий при взаимодействии организма с необычными факторами среды, может быть важным фактором эволюции и иметь существенные эволюционные последствия. Можно полагать, что, по-видимому, любая значительная эволюционная новация возникает на фоне стресса и дестабилизации, ибо только при условии существенной дезинтеграции старых форм можно ожидать появления принципиально новой организации» [16].

Гипотеза о наличии определенной генетической обусловленности уровня умственных способностей находит все больше и больше подтверждений. Так, данные экспериментов свидетельствуют о том, что функционирование мозга существенно зависит от скорости распространения сигналов по отросткам нейронов (аксонам). При этом скорость прохождения сигнала прямо пропорциональна скорости обработки мозгом поступающей информации. Выяснено, что аксоны покрыты электроизолирующей миелиновой оболочкой, толщина которой коррелирует со скоростью распространения импульсов. В ходе экспериментов, проведенных американскими учеными, было показано, что образование миелиновой оболочки аксонов генетически детерминировано [33. Р. 212]. Эти данные являются очередным подтверждением существования определенной генетической обусловленности интеллектуальных способностей человека.

Вне всякого сомнения, без изучения биологических корней психики, без исследования соотношения наследственного и приобретенного в поведении человека невозможно полноценное и исчерпывающее самопознание человека. Функционированием нейронов управляют и генетические, и внешние факторы. Число этих факторов столь велико, что создает объективные и весьма серьезные препятствия для проведения коррелятов между свойствами нервной системы и «надбиологическими» свойствами человека [23. С. 8].

Выявление «нервного субстрата» различных форм поведения, поиск механизма взаимодействия наследственного и средового, обеспечивающего с одной стороны, — специфичность, а с другой — их взаимосвязь в развитии и поведении человека — одна из важнейших задач современной науки. Здесь предстоит еще очень большая работа, заключающаяся в установлении и расшифровке взаимосвязей между состояниями мозга и состояниями сознания, а также в сравнении

особенностей поведения с конкретными последовательностями ДНК в том или ином участке генома. Исследования функций генетического аппарата нейрона и нервной системы в целом, по сути, еще находятся на начальной стадии, и специалистам лишь предстоит выяснить, каким образом функционирование нейронов, этих крошечных желеобразных субстанций, влияет на наши эмоции, мысли, настроения, чувства, т.е. на все богатство и разнообразие человеческой психики.

Актуальная задача наук о мозге — постичь сложноинтегрированную иерархию нервных процессов, опосредованно выражающуюся в психической деятельности человека, выяснить, каким образом можно рационализировать методы обучения, своевременно выявлять способности и развивать их, а также сохранять мозг здоровым, функционирующим без сбоев.

Увы, маловероятно, что хотя бы одна из этих задач была решена в том смысле, который вкладывают, например, математики в понятие «решение»: вряд ли в ближайшем обозримом будущем представится возможность создать систему уравнений работы мозга. Вместе с тем на пути создания математической теории для расчетов состояний сознания уже делаются первые шаги.

У американского нейробиолога Д. Тонони в стадии разработки находится «теория интегрированной информации», в которой предполагается, что сознание есть информация, возникающая сверх той информации, которая содержится в изолированных взаимодействиях ее частей (элементов, групп, комплексов и т.п.). В этой теории выявлены подходы к количественным расчетам интегрированной информации, измеряемой в битах. Величина этой информации должна принципиально позволить определять потенциальный уровень сознания любых живых систем (червя, собаки, человека и пр.) и даже искусственных систем (робота, например). Однако степень сложности мозга человека такова, что обработка данных на современной технике займет невообразимое время — приблизительно 10^{79} лет [2. С. 84—85].

По-видимому, поскольку мозг человека, как и биологические системы вообще, не обладает свойствами однородности, линейности, постольку обычные математические приемы анализа имеют в данном случае весьма ограниченную ценность (по крайней мере, на сегодняшний день). Как отметил Ж.-П. Шанже, «связи между элементами мозга не подчиняются закону случайного распределения: они определенным образом организованы. Первоначальный источник этой организованности — элементарные свойства конвергенции и дивергенции, присущие множественному древовидному разветвлению нервных клеток» [22]. Для решения этой задачи, по-видимому, необходим поиск не только новых математических методов, но и новых экспериментальных методов исследования.

С позиций когнитивно-информационного подхода к познанию мозга ментальные события рассматривают в их тесной связи с нейрофизиологическими, «не только как проявления электрической и химической активности нейронов, их сложного взаимодействия, но и как результат восприятия, структурирования и обработки человеческим мозгом когнитивной информации» [17. С. 43].

Согласно этим моделям мышление, память, сознание являются не свойствами отдельных элементов мозга, а возникают как эмерджентное свойство нейронных

сетей [23]. Плодотворными являются методы (в нашей стране применяемые, в частности, коллективом исследователей Института мозга человека РАН), сочетающие в себе использование возможностей электроэнцефалографии, позитронно-эмиссионной томографии, однофотонно-эмиссионной томографии и функциональной магниторезонансной томографии [5. С. 208; 30. Р. 21—50].

Для раскрытия физиологической сущности мозговой нейродинамики исследователи используют возможности различных инвазивных и неинвазивных техник. Применение этих методов дает возможность на компьютерном мониторе наблюдать за активностью определенных зон мозга при выполнении испытуемым той или иной когнитивной задачи.

Данное направление является весьма перспективным, позволяющим не только эмпирически изучать отдельные способы функционирования познавательной системы, но и также «позволяет с новых позиций взглянуть на биологическую эволюцию человека, на взаимоотношение генов, мышления и культуры, анализировать культуру как особого рода информационную систему, включающую в себя знания, верования и т.д.» [17. С. 44]. Возможно, новая аппаратура, новые методики и компьютерные технологии, визуализирующие нервные процессы, определенным образом изменят восприятие человеческого разума и в целом понимание человека. В настоящее время различные человеческие эмоции, процессы принятия решений и различные поступки начинают рассматриваться, по словам Ф. Крика, как корреляты поведения огромной массы нервных клеток и соответствующих молекул [25. С. 10]. Причем на этом основании представляется возможным формулирование неких выводов, например, о личности испытуемого. Насколько это правомерно — покажет будущее.

Дальнейшее изучение процессов мышления, полиметодическое изучение организации и функционирования мозга, механизмов обеспечения эмоций и т.д. на основе новых технологий, в том числе и генетических, должно способствовать получению ответа на вопрос о существовании мозгового кода мышления (или отсутствии такового).

В свое время акад. Н.П. Бехтерева, предполагая возможность получения в будущем доказательств отрицания наличия мозгового кода, указывала на необходимость в этом случае пересмотра важнейших современных научных позиций. Перечисляя вопросы, требующие ответа в случае утверждения идеальных представлений о мышлении, Бехтерева отмечала: «Если ничто в мозгу не связано именно с тончайшей структурой нашего „думания“, тогда какова в этом „думании“ роль мозга? Только ли это роль „территории“ для каких-то других, не подчиняющихся мозговому закономерностям, процессов? И в чем их связь с мозгом, какова их зависимость от мозгового субстрата и его состояния?» [5. С. 77]. Используя современные методы экспериментальной нейронауки, расшифровкой кодов нейронных сетей мозга занимаются в нашей стране и специалисты Курчатковского НБИКС-центра. Активно осуществляется разработка новых экспериментальных подходов, позволяющих увидеть мозг как сеть, понять фундаментальные принципы работы этой сети, вскрыть механизмы ее нарушений как сбоя работы сети [2. С. 85].

Большое внимание ученых привлекает познание феномена памяти на молекулярном уровне. Возможно, исследователи уже приближаются к пониманию сущности механизма памяти. Естествоиспытателей озадачил факт обнаружения большого количества рибонуклеиновой кислоты в нервных клетках по сравнению с клетками других типов. Дело в том, что РНК (макромолекула, участвующая в синтезе белка), содержится в клетках, продуцирующих много протеинов. Однако эти процессы не характерны для нейронов. Есть предположение, что аномально большое содержание РНК в нейронах напрямую связано с созданием в мозге механизма памяти. В целях объяснения данного объективного факта была выдвинута версия, согласно которой новая информация, впервые поступающая в мозг, может вызывать модификацию в специальной молекуле РНК, находящейся в определенных нервных клетках. Модифицированная РНК производит новый модифицированный белок. При введении в мозг последующих доз информации может происходить нечто вроде их «примерки» к уже существующим в нервных клетках белкам и РНК. Если таковые находятся — происходит процесс «вспоминания» уже имеющейся в мозге информации [1. С. 456—457].

К настоящему времени накоплено большое количество эмпирического материала, однако наблюдается острый дефицит теоретических обобщений. Одной из попыток преодолеть создавшуюся ситуацию является теория «нейронного» дарвинизма, предложенная Д.М. Эдельманом. В основу этой гипотезы заложены три принципа. Первый заключается в том, что «формирование мозга в условиях существования какого-то генетического ограничения не может протекать одинаково у двух разных индивидов. В формировании создается разнородность. Это происходит благодаря отбору разных нейронных цепей и называется отбором развития» [21. С. 196]. Второй принцип гласит, что «на определенной стадии процесса перекрытие изменяет не только структуру, но и эффективность действия синапсов, способствуя таким образом некому регулированию движения. И это называется эмпирическим отбором. Он не может происходить одинаково у двух индивидов» [21. С. 197]. Третий принцип постулирует наличие в мозге усложненной обратной связи: «Мозговые системы не инструктивны, как схемы обратной связи; они отображают карты и коррелируют химические процессы посредством пространственно-временного координирования карт для образования новых карт» [21. С. 197].

В русле этих представлений были получены результаты, свидетельствующие о том, что система ценностей присуща человеку на генетическом уровне. Д.М. Эдельман с сотрудниками, разрабатывая компьютерную модель нервной системы, установил, что система отбора мозга работает только при наличии врожденной ценностной ориентации. Исследователи были немало удивлены, что данная модель отказывается функционировать, если в нее не запрограммировать что-то вроде постулата: свет лучше темноты или темнота лучше света (это должно задаваться последовательностью химических реакций). Работа по созданию теории ценностей позволила прийти к выводу, что в нервных системах ценности устанавливаются в процессе эволюции. Ученые, задавшись вопросом, что значит быть человеком, пришли к ответу, что это значит «обладать гибкой системой ценно-

стей, которая может изменяться под воздействием обучения. В мозге человека имеются определенные наследственные химические структуры, связанные с системой ценностей, и изменение этой системы под воздействием обучения позволяет человеку выполнять действия, которые не могут выполнять другие животные» [21. С. 197—198]. Эта гипотеза еще не перешла в ранг теории, однако исследователи полагают, что невозможно создать теорию отбора, осуществляемого мозгом, не предположив существования определенной системы ценностей. Сложнейшая проблема на этом пути — осуществление перехода от молекулярной структуры к клеткам, их взаимодействиям и мозгу в целом.

Таким образом, наука неуклонно движется по пути к новой, возможно, величайшей из научных революций — открытия принципов функционирования человеческого мозга. Такая революция — это великий поворотный момент в истории, поскольку речь идет не о познании внешнего мира (космологических, физических и др.), а о познании сущности человека, к которому сам человек идет уже не одно тысячелетие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Азимов А. Человеческий мозг. От аксона до нейрона. М., 2005.
- [2] Анохин К.В. Коды Вавилонской библиотеки мозга // В мире науки. 2013. № 5.
- [3] Арбиб М. Метафорический мозг. М., 1976.
- [4] Беляев Д.К. О некоторых факторах эволюции гоминид // Вопросы философии. 1981. № 8.
- [5] Бехтерева Н.П. Магия мозга и лабиринты жизни. М.; СПб., 2007. С. 208.
- [6] Бианки В.Л. Асимметрия мозга животных. Л., 1985.
- [7] Верни Т.Р. Пре- и перинатальные истоки болезней детского и зрелого возраста // Внутритробный ребенок и общество. Роль пренатальной психологии в акушерстве, неонатологии, психотерапии, психологии и социологии. Материалы Всемирного конгресса. М., 2007.
- [8] Голдберг Э. Управляющий мозг: лобные доли, лидерство и цивилизация. М., 2003.
- [9] Горлов И.П., Горлова О.Ю. Движущий отбор в ходе эволюции человека // Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11. № 2.
- [10] Давиденков С.Н. Эволюционно-генетические проблемы в невропатологии. Л., 1947.
- [11] Киселев Л.Л. От редуционизма к интегратизму // Человек. 2003. № 4.
- [12] Корочкин Л.И. Определяется ли наше поведение генами? // Геном, клонирование, происхождение человека. М., 2004.
- [13] Куликов Г.А. Нейробиологические основы высшей нервной деятельности человека (Иллюзии специфичности высшей нервной деятельности человека) // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 6.
- [14] Леонович В. Поведение человека как общий объект исследования социогуманитарных наук и этологии // Пути интеграции биологического и социогуманитарного знания. М., 1984.
- [15] Маркель А.Л. Поведение и эволюция // Генетика. 1997. Т. 33.
- [16] Маркель А.Л. Стресс и эволюция // Вестник ВОГиС. 2008. Т. 12. № 1/2.
- [17] Меркулов И.П. Когнитивная эволюция. М., 1999.
- [18] Рамачандран В.С. Рождение разума. Загадки нашего сознания. М., 2006.
- [19] Трут Л.Н. Эволюционные идеи Д.К. Беляева как концептуальный мост между биологией, социологией и медициной // Вестник ВОГиС. 2008. Т. 12. № 1/2.
- [20] Уолтер Г. Живой мозг. М., 1966.

- [21] Харгиттай И. Откровенная наука: Беседы с корифеями биохимии и медицинской химии. М., 2006.
- [22] Шанже Ж.-П. Взгляд нейрофизиолога на основания этики. Нейрофизиологические основы этического поведения // Человек. 1999. № 5—6.
- [23] Artigiani R. Societal Computation and the Emergence of Mind // Evolution and Cognition. 1996. V. 2. № 1.
- [24] Bokun B. Stress addiction — a new theory on evolution. London, 1989.
- [25] Crick F. Was die Seele wirklich ist. Die naturwissenschaftliche Erforschung des Bewusstseins. München, 1994.
- [26] Ding Y.C., Chi H.C., Grady D.L. et al. Evidence of positive selection acting at the human dopamine receptor d4 gene locus // Proc. Natl Acad. Sci. USA. 2002. V. 99.
- [27] Evans P.D., Anderson J.R., Vallender E.J. et al. Reconstructing the evolutionary history of microcephalin, a gene controlling human brain size // Hum. Mol. Genet. 2004. V. 13.
- [28] Gilad Y., Rosenberg S., Przeworski M. et al. Evidence for positive selection and structure at the human mao-a gene // Proc. Natl Acad. Sci. USA. 2002. V. 99.
- [29] Gu J., Gu X. Induced gene expression in human brain after the split from chimpanzee // Trends Genet. 2003. V. 19.
- [30] Hüsing B., Jäncke L., Tag B. Impact assessment of neuroimaging. Zürich, 2006. P. 21—50.
- [31] McClintock B. The significance of responses of the genome to challenge // Science. 1984. V. 226.
- [32] Stedman H.H., Kozyak B.W., Nelson A. et al. Myosin gene mutation correlates with anatomical changes in the human lineage // Nature. 2004. V. 428.
- [33] Thompson P.M., Chiang M.-C., Shattuck D.W. et al. Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance // Journal of Neuroscience. 2009. V. 29. № 7.

The Encephalic Processes' Learning: Variety Of The Strategy's

E.N. Gnatik

Department of Ontology and Epistemology
Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklay str., 10, Moscow, Russia, 117198

The encephalic processes' learning is a one of complex problems of modern science. The most important directions on the brain-comprehension phenomenon's way are the cognitive-informational and the evolutionary-genetic ones. In the context of the first approach, the intellection and the consciousness aren't the features of the separated brain's elements, but they appear as like emergent property of the neuronal network. Within the constraints of the evolutionary-genetic approach, the role of the genetic factors in the Central nervous system's formation is considered on the cellular, morphofunctional and systemic rates. This paper discusses these researches should assure the breakthrough on the way of the encephalic processes' learning.

Key words: consciousness, behavior, brain-specific genes, evolutionary-genetic approach, cognitive-informational approach.

REFERENCE

- [1] Azimov A. Chelovecheskij mozg. Ot aksona do nejrona. M., 2005.
- [2] Anohin K.V. Kody Vavilonskoj biblioteki mozga // V mire nauki. 2013. № 5.

- [3] Arbib M. *Metaforicheskiy mozg*. M., 1976.
- [4] Beljaev D.K. O nekotoryh faktorah jevoljucii gominid // *Voprosy filosofii*. 1981. № 8.
- [5] Behtereva N.P. *Magija mozga i labirinty zhizni*. M.; SPb., 2007. S. 208.
- [6] Bianki V.L. *Asimetrija mozga zhivotnyh*. L., 1985.
- [7] Verni T.R. Pre- i perinatal'nye istoki boleznej detskogo i zrelogo vozrasta // *Vnutritrobnij rebenok i obshhestvo. Rol' prenatal'noj psihologii v akusherstve, neonatologii, psihoterapii, psihologii i sociologii*. Materialy Vsemirnogo kongressa. M., 2007.
- [8] Goldberg Je. *Upravljajushhij mozg: lobnye doli, liderstvo i civilizacija*. M., 2003.
- [9] Gorlov I.P., Gorlova O.Ju. Dvizhushhij otbor v hode jevoljucii cheloveka // *Vestnik VOGiS*. 2007. T. 11. № 2.
- [10] Davidenkov S.N. *Jevoljucionno-geneticheskie problemy v nevropatologii*. L., 1947.
- [11] Kiselev L.L. Ot redukcionizma k integratizmu // *Chelovek*. 2003. № 4.
- [12] Korochkin L.I. Opredeljaetsja li nashe povedenie genami? // *Genom, klonirovanie, proishozhdenie cheloveka*. M., 2004.
- [13] Kulikov G.A. Nejrobiologicheskie osnovy vysshej nervnoj dejatel'nosti cheloveka (Illjuzii specifichnosti vysshej nervnoj dejatel'nosti cheloveka) // *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*. 1998. № 6.
- [14] Leonovich V. Povedenie cheloveka kak obshhij ob'ekt issledovanija sociogumanitarnyh nauk i jetologii // *Puti integracii biologicheskogo i sociogumanitarnogo znanija*. M., 1984.
- [15] Markel' A.L. Povedenie i jevoljucija // *Genetika*. 1997. T. 33.
- [16] Markel' A.L. Stress i jevoljucija // *Vestnik VOGiS*. 2008. T. 12. № 1/2.
- [17] Merkulov I.P. *Kognitivnaja jevoljucija*. M., 1999.
- [18] Ramachandran V.S. *Rozhdenie razuma. Zagadki nashego soznaniya*. M., 2006.
- [19] Trut L.N. Jevoljucionnye idei D.K. Beljaeva kak konceptual'nyj most mezhdru biologiej, sociologiej i medicinoy // *Vestnik VOGiS*. 2008. T. 12. № 1/2.
- [20] Uolter G. *Zhivoj mozg*. M., 1966.
- [21] Hargittai I. *Otkrovennaja nauka: Besedy s korifejami biohimii i medicinskoj himii*. M., 2006.
- [22] Shanzhe Zh.-P. Vzgljad nejrofiziologa na osnovanija jetiki. Nejrofiziologicheskie osnovy jeticheskogo povedenija // *Chelovek*. 1999. № 5—6.
- [23] Artigiani R. Societal Computation and the Emergence of Mind // *Evolution and Cognition*. 1996. V. 2. № 1.
- [24] Bokun B. *Stress addiction — a new theory on evolution*. London. 1989.
- [25] Crick F. *Was die Seele wirklich ist. Die naturwissenschaftliche Erforschung des Bewusstseins*. München. 1994.
- [26] Ding Y.C., Chi H.C., Grady D.L. et al. Evidence of positive selection acting at the human dopamine receptor d4 gene locus // *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 2002. V. 99.
- [27] Evans P.D., Anderson J.R., Vallender E.J. et al. Reconstructing the evolutionary history of microcephalin, a gene controlling human brain size // *Hum. Mol. Genet*. 2004. V. 13.
- [28] Gilad Y., Rosenberg S., Przeworski M. et al. Evidence for positive selection and structure at the human mao-a gene // *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 2002. V. 99.
- [29] Gu J., Gu X. Induced gene expression in human brain after the split from chimpanzee // *Trends Genet*. 2003. V. 19.
- [30] Hüsing B., Jäncke L., Tag B. *Impact assessment of neuroimaging*. Zürich. 2006. P. 21—50.
- [31] McClintock B. The significance of responses of the genome to challenge // *Science*. 1984. V. 226.
- [32] Stedman H.H., Kozyak B.W., Nelson A. et al. Myosin gene mutation correlates with anatomical changes in the human lineage // *Nature*. 2004. V. 428.
- [33] Thompson P.M., Chiang M.-C., Shattuck D.W. et al. Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance // *Journal of Neuroscience*. 2009. V. 29. № 7.