



УДК 004.81+612.82+37.01+316.276

DOI: [10.15293/2658-6762.2603.06](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2603.06)Научная статья / **Research Full Article**Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

О феноменологии подобия и размерностей в процессах рождения сознания

В. М. Трофимов¹¹ Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Проблема и цель. По-видимому, самым главным свойством сознания является его размытость в отражениях, когда пытаются построить его теорию. Поэтому так трудно сфокусировать исследовательский запрос на природе разума и сознания, которая, однако, поражает компактностью выражения и возможностями концентрации смыслов. Так, на языке математики формула $-1 = e^{i\pi}$ содержит в себе: отрицание, противоречие, цикличность, мнимое, трансцендентное – понятия, выраженные предельно сжато. Особый интерес представляет проблема моста между сознанием и мозгом и поиск его компактного описания. На них фокусируются предмет и цель данной работы.

Методология. Изучая сознание, исследователи часто рассматривают субъективный опыт как само феноменальное сознание. Но не менее важно понимание механизмов приведения всех субъективных опытов организмов вида к некоторому общему языку освоения и осмысления реальности. Почему возможен *somton sense* (здоровый смысл)? В работе предлагается соединение и взаимовлияние субъективного опыта отдельного организма с опытом эволюции данного вида с точки зрения методологии подобия и размерностей величин. Такой способ представления позволяет компактно связать в предельно сжатой форме опыт вида и генеалогически субъективный опыт.

Результаты. Принятая методология позволяет исходить из единого конструктивного принципа, который не выражен в терминах субъективного опыта, и обеспечить широкий охват явлений в их связи. В статье представлена циркуляционная взаимосвязь процессов сознания во всех фазах восприятия, формирования коннектома (когнитома), эволюции (филогенеза), онтогенеза, обучения.

Заключение. Использование метода подобия и размерностей привело нас к возможности сделать вывод об относительности материи и сознания в процессах их взаимодействия в зависимости от лица наблюдателя (1-го или 3-го), а также фазы восприятия.

Ключевые слова: структура мозга; природа сознания; субъективный опыт; нейронная сеть; информация; феноменология; подобие процессов; размерные величины.

Библиографическая ссылка: Трофимов В. М. О феноменологии подобия и размерностей в процессах рождения сознания // Science for Education Today. – 2026. – Т. 16, № 3. – С. 125–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2603.06>

✉  Автор для корреспонденции: Виктор Маратович Трофимов, vtrifimov9@yahoo.com

© В. М. Трофимов, 2026



Постановка проблемы

Определение сознания в настоящее время не имеет какой-то удовлетворяющей всех формулировки, а понимание «моста» сознание – мозг стало главным камнем преткновения всех многочисленных существующих теорий сознания. Краткая форма: сознание состоит из внутренних, качественных, субъективных состояний и процессов восприятия и осознания¹. Опыт веков и последнего времени показывает, что в состав сознания как процесса должны входить феномены мышления и восприятия, а также все виды субъективных процессов и состояний: чувства, ощущения, эмоции, мотивации² [1; 2]. Эти явления часто объединяют прямым соотношением сознания с «субъективным опытом» [3], «субъективной реальностью» [4].

Современные методы измерений позволили накопить огромный объем опытных данных [5–13] по картографированию мозга, поиску корреляций между ближними и дальними областями скопления нейронов. Однако, изучая сознание, нейробиологи и философы³ [14–19] рассматривают как центральную проблему феноменального сознания – субъективный опыт, понимая при этом, что заглянуть в качестве третьего лица в такой опыт невозможно, как и узнать, каково это быть каким-то другим живым организмом. В то же время отсутствует единство и в понимании *механизмов приведения* всех субъективных опытов здоровых людей к некоторому общему языку освоения и осмысления реальности, когда мы можем *только пытаться представить*, каково это быть другими, исходя при этом из единственного непосредственно доступного своего

опыта. Почему это возможно? Почему возможен *common sense* (здравый смысл)? Имеется ли и как возникает общий ключ единого понимания рождающегося субъективного опыта и объективной реальности мозговых процессов? Почему спектр субъективных опытов тяготеет к единой модальности опыта вида?

В связи с происходящими изменениями познавательной и образовательной сфер приоритеты в исследовании и понимании механизмов когнитивных процессов стали одними из важнейших в текущих условиях [20; 21], как и проблемы интегрированности современной личности в цифровые процессы [22]. При этом особо акцентируется внимание на смене образовательной парадигмы в сторону многомерности образовательного пространства, формирования субъектности обучающихся в условиях его изменения, неопределенности, сложности и неоднозначности [23–25]. В контексте проблемы связи сознания и мозга ответы на эти вопросы, как представляется, нельзя получить без единого ключа, связанного непосредственно: 1) с уточнением использования основополагающих понятий опыта и информации; 2) с компактным и конструктивным использованием какого-то основополагающего принципа, который не был бы выражен в терминах субъективного опыта.

Ранее на основе принципа устойчивости нами [26] была предложена точка зрения на эволюцию нейронной сети и динамику процессов в нервной сети мозга организмов, которая объясняла бы их высокую интенсивность и максимальную устойчивость в полосе ограничений существования белковых тел. Для исследования природы связи сознания и мозга

¹ Searle J. R. Consciousness // Annu. Rev. Neurosci. – 2000. – Vol. 23. – P. 557–578. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.557>

² Там же.

³ Nagel T. What is it like to be a bat? // Philos. Rev. – 1974. – Vol. 83 (4). – P. 435–450. URL: <https://philosophy.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/365/2020/03/Nagel-What-is-it-like-to-be-a-bat.pdf> DOI: <https://doi.org/10.2307/2183914>



такого принципа явно недостаточно, и потребовались бы другие весьма общие исходные теоретические посылки с более глубоким уровнем конструктивности. Принимая во внимание сложность самой постановки цели подобных исследований и, в частности, известную неопределенность в трактовке качества и количества величин, участвующих в формулировке цели, уместно обратиться к данной проблеме с иного ракурса – исследования именно самих величин. Параметризация цели в теоретической работе [2] позволила сделать вывод о ключевой роли параметра качественности, подводящего ко всем остальным характеристикам сознания. Полагая, что естественным продолжением исследований характера величин было бы привлечение точного конструктивного принципа, справедливого, по крайней мере, для всех явно формулируемых закономерностей связи между физическими величинами, мы обратились к теоретическому методу подобия и размерностей, широко и успешно используемому в силу своей простоты и элементарности. Замечена⁴ аналогия теории размерностей и подобия с геометрической теорией инвариантов относительно преобразования координат – фундаментальной теорией для современной математики и физики. Эта аналогия не случайна, так как в человеческой практике геометрические образы и формы очень давно стали наиболее эффективными когнитивными инструментами [27].

Как связаны субъективный опыт и феноменальное сознание через призму ответа на вопрос: каково это быть тем-то? Гипотетически можно полагать, что сознание как некий *субъект* появляется или проявляется тогда,

когда функциональная биологическая система, проходя некоторый *цикл*, измеряет (опосредует) себя самой собой, т. е. репрезентует отчуждение от биологической основы как бытие себя же в качестве *объекта*, говоря принятым языком науки. То есть «каково это быть» ему – сознанию – видно из такого наблюдения. Верно и обратное: если «каково это быть» выступало бы в качестве объекта, то сознание бы уже здесь присутствовало. Но никому другому такое наблюдение не доступно, и здесь нарушаются сами основы общепринятого научного подхода, например условие воспроизводимости опыта другими исследователями. Фокусируя предмет данного исследования на проблеме соединения процессов сознания в едином акте с мозговыми процессами, поставим в качестве цели трактовку этого соединения с точки зрения принципа устойчивости, а также феноменологии подобия и размерностей.

Методология исследования

Первый российский лауреат Нобелевской премии, физиолог И. П. Павлов сформулировал основную проблему «разум – мозг» вопросом: «Каким образом материя мозга производит субъективное явление?» [2]. Современные постановки этой проблемы отражает такая форма вопроса: «Как и почему физические процессы порождают субъективное сознание?» В разрезе данной проблемы любой опыт организма (человека, по крайней мере) имеет субъективный характер, и поэтому возникает методологический тупик из противоречия пары «научный метод – субъективный опыт». Согласно современному пониманию науки последний не может быть в полной мере

⁴ Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. – 10-е изд., доп. – М.: Наука, 1987. – 432 с.
URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Sedov1977ru.djvu>

Sedov L. I. Similarity and Dimensional Methods in Mechanics. – New York: Academic Press, 1959. – 394 p.



тем объектом, для которого только и возможен научный подход. Действительно, не может быть какой-то индивидуальной науки, имеющей в качестве объекта нечто, «если и только если существует нечто, каково быть этим организмом для самого этого организма»⁵. «Само субъективное состояние и доступ к нему разворачиваются в некоем пространстве; что это за пространство, и что в нем в этот момент происходит?» [2]. Каким представляется выход из этой многолетней действительно трудной ситуации?

Необходим такой шаг, который бы удовлетворил, если не фундаментальностью отправной точки, то опорой на весьма общие положения или принципы. Можно попытаться выполнить переход от субъективного опыта отдельного организма или сущности к «субъективному опыту» всех организмов данного вида, имея в виду общий метод подобия и размерностей. Такой способ представления опыта вводит в поле рассмотрения одновременно и совместный опыт вида, относительно которого могут устанавливаться вполне объективные закономерности, но и как *генеалогически* субъективный опыт.

В современной науке обычно субъект исследования исключается или его влияние тщательно фиксируется и учитывается как неустраняемая помеха. Дело имеют с объектом исследования, в котором отыскивают предмет как актуальное противоречие, подлежащее исследованию с целью понимания его причин. Однако «в состав предмета фундаментальной теории сознания должны входить не только феномены мышления и восприятия, но и все остальные виды *субъективных* процессов и состояний: чувства, ощущения, эмоции, мотивации» [2]. Весь этот огромный круг явлений

обычно объединяют под терминами «опыт», «субъективный опыт», «субъективная реальность». В качестве примеров: «сознание – это субъективный опыт» [3], «сознание обладает специфическим и неотъемлемым качеством субъективной реальности» [4]. Все перечисленные выше явления попадают в категорию качественных состояний сознания, для обозначения которых в англоязычной аналитической философии введен термин «квалиа» (*qualia*) для обозначения субъективного аспекта качественных признаков, особенности «каково это» [2].

Определим термином «опыт» такую деятельность, в которой осознаются субъект и объект. Поэтому для 1-го лица сенсорные вводные не являются еще опытом, но для 3-го лица они выполняют роль носителя скрытой информации, непосредственно воспринятой из внешней среды и передаваемой в нейронную сеть мозга. Однако для 1-го лица в терминах информации о них нельзя судить до того момента, пока они не стали опосредованы чем-то, т. е. измерены, а опосредованы они могут быть только сами собой – ничего другого пока нет. Поэтому величины, характеризующие сенсорные вводные, являются размерными величинами материи, непосредственно явленной 1-му лицу. И только тогда, когда они становятся мерой для *других величин*, а результатом измерения – безразмерные величины или безразмерные комплексы, только тогда они становятся информацией. Как мы увидим ниже, названными здесь другими величинами будут *ощущения*.

Решающее преимущество безразмерных комплексов состоит в том, что, объединяя реальные размерные величины, они представляют собой *числа* как самую *простейшую мо-*

⁵ Nagel T. What is it like to be a bat? // *Philos. Rev.* – 1974. – Vol. 83 (4). – P. 435–450. URL: <https://philosophy.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/365/2020/03/Nagel-What-is-it-like-to-be-a-bat.pdf> DOI: <https://doi.org/10.2307/2183914>

philosophy.uconn.edu/wp-content/uploads/sites/365/2020/03/Nagel-What-is-it-like-to-be-a-bat.pdf DOI: <https://doi.org/10.2307/2183914>

дель абстракции, модель обобщения, соприкасающуюся, однако, непосредственно с реальными сенсорными данными (вводными для мозга). Вторым аспектом появления безразмерных величин – это подобие процессов генерации информации из вводных и себя самой на множестве организмов одного вида. Это подобие информации обеспечивает возможность и целесообразность ее накопления, манипуляции и хранения в процессе эволюции вида через посредство осознающего эту информацию высокоорганизованного организма, становящегося ее бенефициаром. Одновременно бенефициаром ее становится и вид как главный результат эволюции.

Циклы, коннектом, память

Как осуществляется процесс памяти в нейронной сети? Если сказать, что в таком-то

нейроне содержится память о Жоресе Алфёрове, то это будет физически не корректно, имея в виду электрическую (и электрохимическую) природу процессов в нейронной (нервной) сети. Поэтому замкнутый контур нейронной цепи, включающий два или больше нейронов, может годиться на роль инструмента хранения информации и в эксперименте регистрируется, например, как сигнал, проходящий через какой-то выделенный нейрон этого контура. Как обеспечивается устойчивость процесса приумножения и хранения информации? Информация накапливается в упорядоченной системе контуров (рис. 1), соединенных нервной сетью, в структуру, похожую на дерево с главными и второстепенными ветвями (рис. 2 [26]).

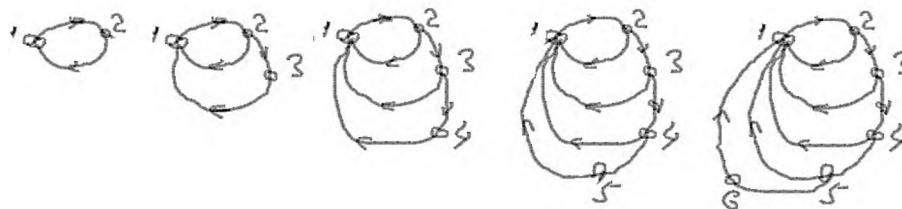


Рис. 1. Развертывание циклов в системе шести ($n = 6$) нейронов

Fig. 1. The deployment of cycles in a system of six ($n = 6$) neurons

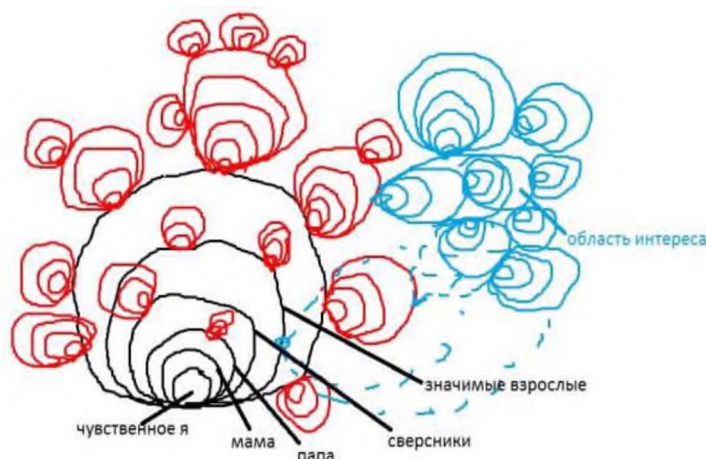


Рис. 2. Разрез части коннектома (когнитома)

Fig. 2. Section of a part of the connectome (cognitome)



Каркас этого дерева получен в результате эволюции вида (филогенеза) и дополняется в процессе онтогенеза в результате приумножающегося опыта. Нервные структуры (сеть, гиперсеть) формируются, отвечая за материальную часть создания и развития динамических структур в пространстве ментальных репрезентаций, образов, кодов, чисел – информации, имеющей своими носителями (ниже подробнее) сенсорные входы. Если нервная сеть (или гиперсеть) служит материальным инструментарием целостного разума, то можно ли разум (mind), отделяя от сознания (consciousness), приравнять к сети (гиперсети) целиком, как это предлагается в [2]? По-видимому, они существуют как живое целое, начиная с эмбрионального периода.

Результаты исследования

Мы не знаем, как кодируется информация в мозге, каковы механизмы осуществления памяти, как формируются понятия, как строятся основные понятия времени и пространства, как мозг справляется с задачами доступа к информации в своих хранилищах. Мы ставим целью рассмотреть совместно опыт индивидуума и опыт вида, полученный в эволюции (филогенезе).

Напомним вначале, что идея подобия всем знакома через подобие треугольников в геометрии: треугольники подобны, если имеют одинаковые (равные) соответствующие углы. Правда, обычно забывают, что угол принадлежит к классу *безразмерных величин*. Он измеряется в радианах как отношение длины дуги (см) к длине радиуса окружности

(см), в центре которой помещена вершина угла. Радианы – это просто числа в отличие от сантиметров, граммов, секунд. Градусы – это бытовые единицы измерения углов, к науке эти единицы отношения не имеют (не смешиваем с понятием градусов Кельвина для измерения температуры). Таким образом, безразмерная величина – число – это уже чистая абстракция, по сути своей, это простейшая *модель кирпичика ментальности и понятия*, если удастся ее аккуратно ввести. В случае использования углов мы получаем понятие о *подобных треугольниках*, обобщив какой-то отдельный треугольник до *понятия* о бесконечном семействе подобных треугольников. У каждого из нас есть свое субъективное представление о красном цвете – квал (качество) красного. Можно, однако, полагать, что понятие красного образует некоторая безразмерная величина (некоторая информация), *одинаковая* для всех нас. И мы в своем феномене ощущения-восприятия *через нее* отличаем красное (синее, зеленое) и *согласуем* это отличие со всеми людьми. С помощью безразмерных величин на основе известной (см. ниже) доказанной теоремы можно существенно упростить вывод взаимосвязи между размерными величинами, не обращаясь при этом к дифференциальным уравнениям (или каким-то другим уравнениям) и часто даже не зная их форму.

Пи(π)-теорема⁶ (в англоязычных источниках теорема Букингема⁷) утверждает: отображающая (любой общий) физический закон связь между $n+1$ размерными величинами $a, a_1, a_2, \dots, a_n$, независимая от выбора системы

⁶ Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. – 10-е изд., доп. – М.: Наука, 1987. – 432 с.
URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Sedov1977ru.djvu>

Sedov L. I. Similarity and Dimensional Methods in Mechanics. – New York: Academic Press, 1959. – 394 p.

⁷ Buckingham, E. On physically similar systems; illustrations of the use of dimensional equations // Physical Review: scientific journal. – American Physical Society, 1914. – Vol. 4, iss. 4. – P. 345–376. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRev.4.345>

единиц измерения, принимает вид соотношения между $n+1-k$ величинами, представляющими собой безразмерные комбинации из $n+1$ размерных величин, из которых n величин – независимы, а k величин имеют еще и независимые размерности ($k \leq n$).

Следствие теоремы: из n независимых размерных параметров $a_1, a_2, \dots, a_n$, определяющих какую-либо размерную величину a , и среди которых имеется не более k параметров с независимыми размерностями, нельзя составить более $n-k$ независимых безразмерных степенных комбинаций.

Согласно феноменальной природе сознания непроницаемая для внешнего наблюдателя природа субъективного опыта не редуцируется ни к физическим параметрам, ни к логике рационального. Этот опыт, именуемый в литературе феноменальным, мы можем соотносить с вводными (инпутами) пяти органов чувств, т. е. пяти величин с независимыми размерностями. Для индивидуума эти вводные (инпуты), как и чувства, ощущения, эмоции, боль, реальны до такой степени, что в его реальности они *фактически материальны*. Поэтому мы можем говорить о *реальных размерностях* вводных (инпутов) и, в силу общего метода подобия и размерностей, также о размерностях величин квалиа, чувств, ощущений, эмоций, боли. Сразу же оговариваемся, что реальны они до такой степени только для индивидуума, так как воспринимаются непосредственно. Поэтому никто не может знать, какие это размерности. Квалиа, по крайней мере в первой фазе (сенсорики), даются самому индивидууму непосредственно как вводные и недоступны для анализа.

Сенсорные вводные, квалиа и нервная сеть мозга

Рассмотрим с точки зрения подобия и размерностей, как возникает кваль, например, то, что мы называем зеленым – кваль зеленого.

$$\frac{q_{green}}{s_{green}} = Q_{green}$$

Здесь s_{green} – сенсорный инпут (вводное) зеленого цвета, q_{green} – кваль зеленого, а Q_{green} – безразмерная величина, число, заданное структурой коннектома (нейронной сетью мозга). Последняя величина создана в результате эволюции и, по-видимому, почти одинакова для многих людей (принцип подобия). А вот размерные величины – вводное и кваль – зависят от разных морфологических и внешних факторов, а также внутренних состояний (запущенных в циклах когда-то материальными сенсорными *носителями информации*). Однако все же, благодаря подобию, мы воспринимаем зеленое в разумных рамках отклонений от среднего: зелень сада всех успокаивает:

$$q_{green} = s_{green} Q_{green}$$

Правильное утверждение: смотрим мы глазами (s_{green}), а видим мозгом (Q_{green}). Второе замечание касается вопроса, *почему людям потребовались квалиа как феноменальный опыт, приведший к сознанию*. Из формулы подобия

$$Q_{green} = \text{const}(\text{на множестве людей})$$

мы замечаем, что феноменальный опыт вида устойчиво *накапливался* в специфической структуре мозга только тогда, когда он был *опосредован сам собой* в виде чисел, безразмерных величин, повлекших за собой кодирование в коннектопе с помощью циклических структур. Для появления этих *чисел* и необходимы не только сенсорные инпуты s_i , но и «высвечивание» феноменального опыта (квалиа) q_i .

Среди нас есть синестеты, которые воспринимают, например, некоторый звук (музыкальный тон) только как непременно окрашенный, например, в зеленый цвет.

$$\frac{Q_{\text{sound+green}}}{S_{\text{sound}}} = Q_{\text{sound+green}}$$

Из структуры формулы мы видим, что связка звука и цвета у данного человека закрепились в эволюции или возможно в онтогенезе под действием каких-то, часто случайных, факторов. Этот механизм связки помогает понять, как квалиа запахов прочно связаны с воспоминаниями некоторого эмоционально окрашенного прошлого опыта, а также закрепление других кроссенсорных связей.

Перцептивные образы, эмоции и нервная сеть мозга

Если предположить, что в процессе эволюции эмоция (внутреннее чувство) для индивидуума формируется как некий набор из пяти сенсорных вводных (шести, если включать вестибулярное вводное), то любая эмоция (чувство, ощущение, любое субъективное состояние) есть размерная величина, формируемая некоторым набором вводных (инпутов) сенсорных ощущений. Однако эта величина, как описано ниже, в случае осознанности связана также с безразмерной величиной. Пусть эмоция a , например страх, зависит теоретически от всех пяти (шести) органолептических с независимыми размерностями величин $a_1, a_2, \dots, a_5$, размерности которых нам принципиально не известны и никогда не будут известны.

$$\frac{a}{a_1^\alpha a_2^\beta a_3^\gamma a_4^\delta a_5^\varepsilon} = \pi_1, \frac{b}{a_1^\alpha a_2^\beta a_3^\gamma a_4^\delta a_5^\varepsilon} = \pi_2, \dots, \frac{z}{a_1^\alpha a_2^\beta a_3^\gamma a_4^\delta a_5^\varepsilon} = \pi_m,$$

где, m – число разных эмоций (субъективных состояний) может быть большим числом, примерно одинаковым у всех людей, при этом $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ – имеют разные значения у каждой эмоции и у каждого человека.

where, m is the number of different emotions (subjective states), it can be a large number, approximately the same for all people, while $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ have different values for each emotion and for each person.

Согласно π -теореме можно построить

$$n + l - k = 5 + 1 - 5 = 1$$

– всего один безразмерный комплекс, который должен оставаться постоянным по причине подобия для всех нас (людей). В процессе отбора и согласования с множеством $\{\pi_i\}$ коннектома он имеет вид:

$$\frac{a}{a_1^\alpha a_2^\beta a_3^\gamma a_4^\delta a_5^\varepsilon} \Rightarrow \pi_1, \pi_1 \in \{\pi_i\}$$

Здесь $a_1, a_2, \dots, a_5$ размерные величины, обозначающие вводные (инпуты) всех пяти (шести) видов чувств, а степени $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ – набор неизвестных чисел, которые соответствуют конкретному человеку и которые нам нет нужды определять, поскольку они принципиально не определимы (если какой-либо инпут не влияет, то соответствующий показатель степени равен нулю). Их роль связана с отбором осознаваемых эмоциональных состояний. К феноменальному опыту также относят и неосознаваемые эмоциональные состояния, когда, можно предположить, набор $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ не позволяет получить безразмерные величины π_i . Нам важно только показать, как может быть понятийно сформировано представление о некоторой эмоции a , например, страхе, или любой другой эмоции (восторге, боли), или, говоря шире, о квале (красное, кислое, шершавое).

Весь спектр эмоций, начиная с a и заканчивая (условно) z , зависит теоретически от вводных всех пяти (шести) величин:

В результате вместо неопределимых субъективных эмоций (состояний), а также квалиа (красный, зеленый, сладкий, кислый) мы имеем числа – безразмерные комбинации $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$, примерно одинаковые у всех людей. Почему? Потому что их значения задаются согласно *принципу подобия универсальной природой структуры мозга*, произведенной эволюцией (филогенезом), и сформировались и сохранились как числовые коды с помощью структуры вложенных циклов коннектома (когнитома). Можно также представлять безразмерную комбинацию π_i как близкую к понятию ключевого элемента той «операциональной архитектоники поведенческого акта» с ожидаемым её (архитектоники) изоморфизмом, о котором достаточно обоснованно заявляется в [2]. Тогда π_i указывает на *мост* между, с одной стороны, нервной структурой мозга индивидуума, материальным для него миром ощущений (эмоциональных состояний) и, с другой стороны, *разумом* (опытом эволюции вида) *homo sapiens*. При этом мир ощущений уже содержит синтез материальных сенсорных данных индивида и кодов вида. Можно полагать, что достигнутая в эволюции структура коннектома воспроизводится в эмбриональном генезе как потенция (некоторое начальное множество кодов Q_i, π_i) будущего сознания и только после включения циклов поступающими сенсорными вводными и

накопления определенного корпуса этих связанных в целое *работающих* циклов просыпается в *полном смысле* сознание в среднем через 2–3 года после рождения организма. А когда младенец уже начинает чувствовать боль и в какой мере – особый вопрос.

Если следовать принципу подобия, то любой из m комплексов будет почти одинаковым у всех людей. Это позволяет людям ощущать примерно одинаковым образом органолептические события всех пяти (шести) видов, хотя набор $a, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ у всех людей принципиально разный (на вкус и на цвет товарищей нет). Но в целом подобие восприятия осуществляется при этом точным образом – безразмерные комбинации будут одинаковы у всех, и это – коды, закрепляемые структурой коннектома (когнитома). Напомним, что условие подобия – это равенство соответствующих безразмерных комплексов у всех организмов данного вида. Таким образом, восприятие, или перцепция, достигает целостного образа предмета привлечением не только набора сенсорных инпутов s_i (вводных), но и сохраненного ранее опыта в наборах Q_i, π_i .

Перцептивные образы как безразмерные комплексы представляют собой уже подходящие агрегаты (абстракции) для образования устойчивых ментальных репрезентаций, включая сложные состояния внутреннего мира:

$$\begin{pmatrix} \text{устойчивая} \\ \text{ментальная} \\ \text{репрезентация} \end{pmatrix} = f(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m).$$

Далее включается и/или генерируется код – вербальный язык – как множество номинаций на множестве устойчивых ментальных репрезентаций:

$$(\text{вербальный язык}) \rightarrow (\text{номинации}) = F \left(\begin{matrix} \text{ментальные} \\ \text{репрезентации} \end{matrix} \right) = F(f_i(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m)).$$

Вербальный язык создается с помощью представления *одномерного времени* из последовательности звуков (например, как азбука Морзе), записываемых в нервных сетях мозга в виде устойчивых замкнутых контуров. Однако не меньшую роль играют геометрические образы ментальных репрезентаций, создаваемые из зрительных сенсорных инпутов и записываемых возможно простейшими бинарными или трехарными отношениями и соответствующими графами или гиперграфами на нервных сетях мозга (множествах нейронов). Сенсорные инпуты всех органов чувств сложно связаны устойчивыми репрезентациями между собой и тем самым в структурах вложенных контуров устойчиво записывают опыт, упорядоченный во времени. Вербальный язык и геометрические образы составляют уже *нелинейную сложную* основу когни-

тивных инструментов живого мозга, опирающихся на изобретенные в эволюции (ментальные) время и пространство.

Итак, значения безразмерных комплексов $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$ задаются природой коннектома (когнитом, К. В. Анохин [2]), а индивидуум, посылая сенсорные инпуты в сеть мозга, обретает субъективный опыт – ощущения, эмоции ($a, b, c, \dots, z$). Для чего? Допустим в безразмерных комплексах зафиксирован код – результат филогенеза, эволюции вида. Но для индивидуума надо адекватно взаимодействовать с реальностью и локально (по обстановке), и опираясь на опыт вида. Это достигается оформлением его ментальной репрезентации, его конкретной эмоции a через вводные $a_1, a_2, \dots, a_5$ (сенсорные инпуты) и конкретный код π_1 в процессе отбора через синхронизацию по размерности:

$$a_1^\alpha a_2^\beta a_3^\gamma a_4^\delta a_5^\epsilon \pi_1 = a \text{ (например, эмоция страха).}$$

По-видимому, несинхронизованные величины пополняют лишь неосознанные эмоции. Затем формируются номинации (вербальный язык), чтобы пользоваться сложными

конструкциями сознания для обучения мышлению и взаимодействию с социумом

$$(\text{номинация}) = F(f(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m, \text{номинация}_1, \dots, \text{номинация}_N))$$

Феномены опыта, циркулярность сознания, концепт «я»

Выше было показано, как теория подобия и размерности позволяет интерпретировать фазы феномена опыта в процессах восприятия: сенсорнику и развитую перцепцию.

Поскольку кроме восприятия сознание включает также ощущения, память, мышление, обучение, развитие «я», то тем самым образуется циркулярность процессов сознания. На рисунке 3 изображена диаграмма, являющаяся в некоторой степени проекцией на цир-

кулярную диаграмму, приведенную в [2], которая названа там циркулярной ловушкой. Из рассмотрения замкнутого цикла на рисунке 3 можно сделать вывод, что обеспечения условий воспроизводства и накопления памяти, языка, мышления и коммуникации нельзя достигнуть, не «высвечивая» субъективный опыт ($a, b, c, \dots, z$) в соответствии и с индивидуальными сенсорными вводными, и с ментальным опытом (результатом эволюции) всего вида. И локально, и системно, и, тем самым, социально. И реактивно на основе сенсорных вводных (инпутов), и генеративно на

основе сложных конструкций, имеющихся ментальных репрезентаций и множества номинаций (*номинация1*, ..., *номинацияN*). Но на первом шаге коды $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$ (опыт вида, результат его эволюции, филогенеза) интегрируются в индивидуальный (субъективный) опыт. Согласно принципу подобия сформированный в филогенезе некоторый набор безразмерных комплексов $\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m$ почти одинаков для всех людей (организмов одного вида) и наследуется специфической структурой мозга как выработанный эволюцией изоморфизм генерации кодов в циклах.

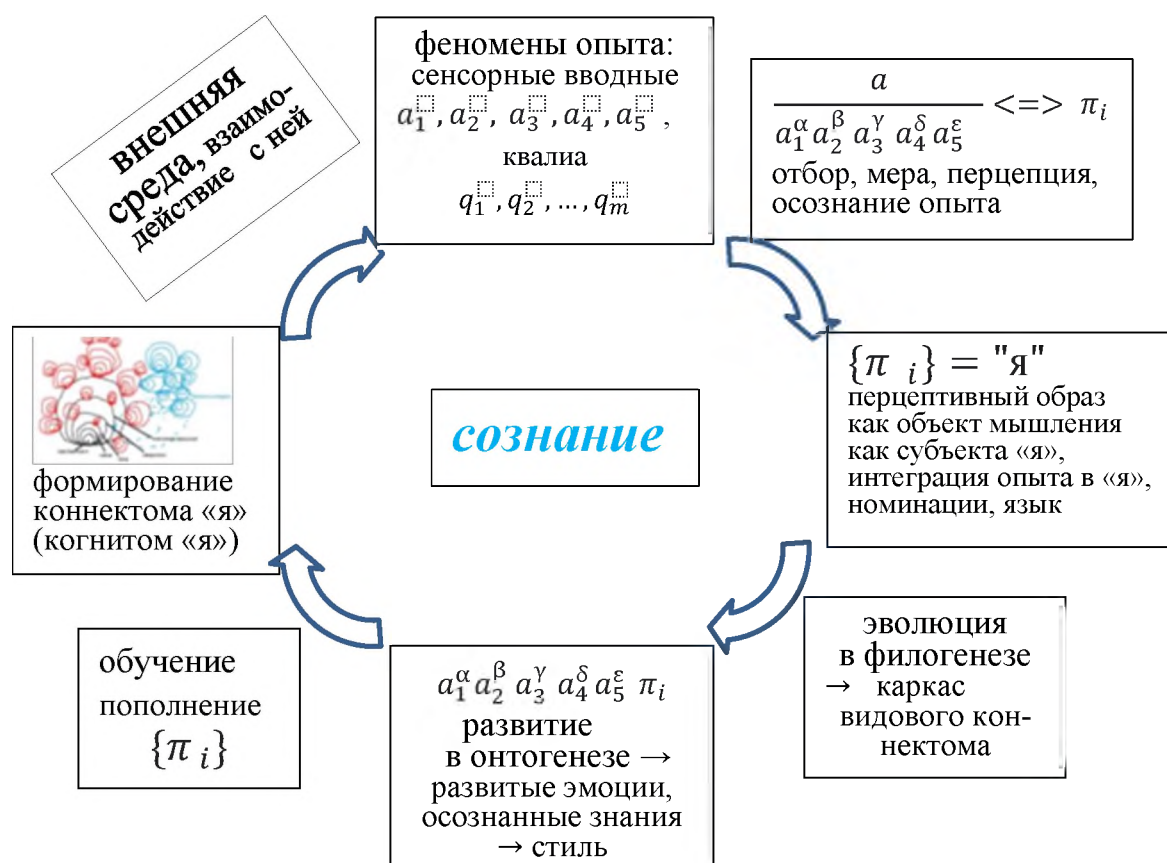


Рис. 3. Циркулярность процессов сознания, охватывающая фазы восприятия (сенсорику и перцепцию), этап опосредования, появления меры, числа, кодов сознательных состояний, формирования каркаса коннектома, «я», развития в фило- и онтогенезе, стиля, обучения и пополнения коннектома

Fig. 3. Circularity of consciousness processes, which encompasses the phases of perception (sensorics and perception), the stage of mediation, the emergence of measures, numbers, codes of conscious states, the formation of the connectome framework, the self, development in philo- and ontogenesis, style, learning, and the replenishment of the connectome



Они работают в эволюции вида еще до оформления речи, языка. Тогда множество $\{\pi_i\}$ определяет и мышление, и субъекта мышления – «я», как целое, находящееся у себя, не выходя за границы субъективного опыта и наследуемой структуры каркаса коннектома (когнитома) вида.

На следующем этапе происходит номинация ментальных репрезентаций в конкретный язык, речь. Если в мозге имеется центр языковых безразмерных комплексов, то теперь уже вводными для него являются эмоции, и через них из безразмерных комплексов (кодов языка) извлекается речь при *обучении* ребенка. Такой центр *языковых* комплексов-кодов-чисел имеется только у *homo sapiens* как результат эволюции вида.

Идея подобия, иллюстрируемая структурой формул с размерными и безразмерными величинами, позволяет произвести компрессию *качественности, субъективности и целостности* в одном малом элементе ментальности, связанном с одним каким-то ощущением или субъективным состоянием. Можно ожидать распространения этой тенденции на весь коннектом (сеть нейронов) в соответствии с ожиданиями свойств сознания, высказанных и ранее, например отчётливо сформулированных в работе⁸ как главных.

Обсуждение

В ряде обзорных и оригинальных работ выделяют четыре основных направления развития теории сознания: теорию селекции нейронных групп, теорию нейронных коалиций, теорию глобального нейронного рабочего пространства и теорию интегрированной

информации [1; 3; 14; 18]. Все они не противоречат в целом друг другу и принятому в данной работе подходу. Однако все они, как отмечено в [2], не могут удовлетворить принципиальным требованиям, следующим из необходимого условия циркулярной связи между главными, требующими взаимоувязанного разрешения вопросами генерации процессов сознания. В самое последнее время оформились и интенсивно развиваются теории повторного входа [15; 16; 19], связанные с идеей сравнения и уточнения информации в некотором итерационном процессе. Надо признать, что и ранее выдвигались схожие идеи (см., например, в работе⁹). Идея синтеза сенсорной (визуальный образ) быстро доставляемой информации (по данным¹⁰ за 30 мс) с информацией из корковых отделов мозга создавала осознаваемое ощущение с большой задержкой на обработку (по замерам через 100 мс), что также не противоречит схеме формирования перцепции согласно феноменологии подобия и размерностей величин.

Возможно, самым сложным вопросом остаётся тот, что формулируется наиболее просто: кто? Кто следит за всеми процессами сознания, является их бенефициаром и узнает себя в каждом малом и большом круге мышления, не выходя за пределы концепции «я», который «я»? Многие теории сознания этот неудобный аспект просто обходят, хотя признают, что «я» пропадает сразу (на время или навсегда), как только при анестезии перекрываются нервные пути передачи сенсорных вводных или, при травме, подача с кровью кислорода в мозг. В данной работе мы соотно-

⁸ Searle J. R. Consciousness // Annu. Rev. Neurosci. – 2000. – Vol. 23. – P. 557–578. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.557>

⁹ Ivanitsky A. M. The Brain Basis of Subjective Experiences // Журнал высшей нервной деятельности им.

И.П. Павлова. – 1996. – Т. 46, № 6. – С. 241–252. URL: <https://www.elibrary.ru/mowygl>

¹⁰ Там же.

сим «я» с множеством потенциала $\{ \pi_i \}$, пополняемого и закрепляемого в структуре коннектома (когнитома). Потенциал может реализовываться в актах сознания, в том числе свободной воли, при использовании какого-либо носителя информации – ощущения q_i или эмоции, например $a, \dots, z$, т. е. только в биологической системе.

Метод теории подобия и размерностей привел нас к довольно неожиданному выводу об *относительности материи и сознания в процессах их взаимодействия друг с другом*. То, что субъективный опыт в первой фазе сенсорики и квалиа не может восприниматься индивидом от первого лица как субъективный опыт, поскольку в этой фазе еще нет разделения на субъект и объект (а восприятие происходит непосредственно), заставляет считать этот предсубъективный феномен, скорее, материальным процессом. Эта материя воспринимается только от первого лица и имеет такие же размерные характеристики, как и любая другая материя. Следующая фаза восприятия – перцепция – приводит *одновременно* путем опосредования себя самой собой (появления безразмерных величин, сущностей) к формированию *субъекта («я»)* и *объекта* – самого перцептивного образа. Следовательно, этот опыт вполне субъективный (от первого лица), и есть опыт явившегося сознания, сознательный опыт. С другой стороны, от третьего лица наблюдается только поведение лица, имеющего субъективный опыт, и это поведение выглядит вполне материально. Таким образом, субъективный опыт, сознание, имеет своим следствием материальные процессы, наблюдаемые как (научные) объекты.

Обнаруживаемые в теории аспекты материальности в процессах восприятия, в частности в первой фазе восприятия от 1-го лица, заставляют еще внимательнее взглянуть на

приоритеты в исследовании и понимании когнитивных механизмов в обучении и интегрированности современной личности в цифровые процессы [22; 25]. Вновь возникают вопросы о границах углубления в цифровизацию и об использовании ИИ без опоры на ручное письмо, о тактильном освоении практикумов по естественным наукам и особенно о дистанте.

Наиболее важные необъясненные явления:

- как записываются и сохраняются коды сознательных процессов при воспроизводстве структуры коннектома (когнитома);
- как собирается структура и функции «я»;
- на какой стадии формирования коннектома «я» понимает, что принципиально отличается от других «я»;
- как формируются языковые структуры, язык и обеспечивается точность речи;
- насколько принципиальны присутствие и роль близких людей в инициации сознания (может ли теоретически проявиться сознание у человеческого индивида при взаимодействии его в первые 2–3 года исключительно с ИИ).

Заключение

1. Феноменология подобия и размерностей величин (ПРВ) позволяет исходить в науке о сознании из основополагающего конструктивного принципа, который сам не выражен в терминах субъективного опыта.

2. Феноменология ПРВ: а) обеспечивает компактность при широком охвате явлений сознания в их взаимосвязи; б) дает замкнутое кольцо решений каждого из вопросов в циркуляционной их взаимозависимости (необходимое требование по [2]).

3. Феноменология ПРВ вместе с принципом устойчивости дает свой ответ на вопрос



«Почему в ходе эволюции возникает сознание?»: 1) это способ создать целостный феномен протяженной во времени памяти об опыте вида через сохраненный безразмерными величинами (кодами) его субъективный опыт в биологических структурах; 2) это способ эффективно пользоваться этим опытом – мыслить, создав модель времени и пространства, а

также другие абстрактные образы и концепт «я» как замкнутое множество кодов; 3) воспроизводить и приумножать этот опыт в онтогенезе и филогенезе (памяти вида) и, наоборот, в филогенезе и онтогенезе, сохраняя при этом всякий раз при воспроизведении индивида-организма чистую площадку для опыта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Koch C., Massimini M., Boly M., Tononi G. Neural correlates of consciousness: progress and problems // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2016. – Vol. 17 (5). – P. 307–321. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.22>
2. Анохин К. В. Когнитом: в поисках фундаментальной нейронаучной теории сознания // *Журнал высшей нервной деятельности*. – 2021. – Т. 71, № 1. – С. 39–71. URL: <https://elibrary.ru/tt-gkl> DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044467721010032>
3. Tononi G., Boly M., Massimini M., Koch C. Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2016. – Vol. 17 (7). – P. 450–461. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.44>
4. Дубровский Д. И. Проблема свободы воли и современная нейронаука // *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. – 2017. – Т. 67, № 6. – С. 875–890. URL: <https://elibrary.ru/zvfpnf> DOI: <https://doi.org/10.7868/S0044467717060089>
5. Betzel R. F., Faskowitz J., Sporns O. Living on the edge: network neuroscience beyond nodes // *Trends in Cognitive Sciences*. – 2023. – Vol. 27 (11). – P. 1068–1084. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.08.009>
6. Chen H., Yang A., Huang W., Du L., Liu B., Lv K., Luan J., Hu P., Shmuel A., Shu N., Ma G. Associations of quantitative susceptibility mapping with cortical atrophy and brain connectome in Alzheimer's disease: A multi-parametric study // *NeuroImage*. – 2024. – Vol. 290. – P. 120555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120555>
7. Ciarrusta J., Christiaens D., Fitzgibbon S. P., Dimitrova R., Hutter J., Hughes E., Duff E., Price A. N., Cordero-Grande L., Toumier J.-D., Rueckert D., Hajnal J. V., Arichi T., McAlonan G., Edwards A. D., Batalle D. The developing brain structural and functional connectome fingerprint // *Developmental Cognitive Neuroscience*. – 2022. – Vol. 55. – P. 101117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101117>
8. Ghosh S., Raj A., Nagarajan S. S. A joint subspace mapping between structural and functional brain connectomes // *NeuroImage*. – 2023. – Vol. 272. – P. 119975. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.119975>
9. Hong Y., Cornea E., Girault J. B., Bagonis M., Foster M., Kim S.H., Prieto J.C., Chen H., Gao W., Styner M. A., Gilmore J. H. Structural and functional connectome relationships in early childhood // *Developmental Cognitive Neuroscience*. – 2023. – Vol. 64. – P. 101314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2023.101314>
10. Kolk S. M., Rakic P. Development of prefrontal cortex // *Neuropsychopharmacol.* – 2022. – Vol. 47. – P. 41–57. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01137-9>
11. Mansour L. S., Di Biase M. A., Smith R. E., Zalesky A., Seguin C., Connectomes for 40,000 UK Biobank participants: A multi-modal, multi-scale brain network resource // *NeuroImage*. – 2023. – Vol. 283. – P. 120407. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120407>



12. Wehrheim M. H., Faskowitz J., Sporns O., Fiebach C. J., Kaschube M., Hilger K. Few temporally distributed brain connectivity states predict human cognitive abilities // *NeuroImage*. – 2023. – Vol. 277. – P. 120246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120246>
13. Yang R., Vishwanathan A., Wu J., Kemnitz N., Ih D., Turner N., Lee K., Tartavull I., Silversmith W. M., Jordan C. S., David C., Bland D., Sterling A., Goldman M. S., Aksay E. R. F., Seung H. S. Cyclic structure with cellular precision in a vertebrate sensorimotor neural circuit // *Current Biology*. – 2023. – Vol. 33 (11). – P. 2340–2349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.05.010>
14. Baars B. J. Global workspace theory of consciousness: toward a cognitive neuroscience of human experience // *Progress in Brain Research*. – 2005. – Vol. 150. – P. 45–53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(05\)50004-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)50004-9)
15. Kuhn R. L. A landscape of consciousness: Toward a taxonomy of explanations and implications // *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. – 2024. – Vol. 190. – P. 28–169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2023.12.003>
16. Laukkonen R., Friston K., Chandaria S. A beautiful loop: an active inference theory of consciousness // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. – 2025. – Vol. 176. – P. 106296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2025.106296>
17. Пушкарёв Ю. В., Пушкарёва Е. А. Концепция развития интеллектуального потенциала: измерения и основания в контексте проблем непрерывного образования (обзор) // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. – 2017. – Т. 7, № 3. – С. 140–156. URL: <https://www.elibrary.ru/zfrofn> DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1703.09>
18. Seth A. K., Bayne T. Theories of consciousness // *Nature Reviews Neuroscience*. – 2022. – Vol. 23 (7). – P. 439–452. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41583-022-00587-4>
19. Whyte C. J., Corcoran A. W., Robinson J., Smith R., Moran R. J., Parr T., Friston K. J., Seth A. K., Hohwy J. On the minimal theory of consciousness implicit in active inference // *Physics of Life Reviews*. – 2026. – Vol. 56. – P. 4–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2025.11.002>
20. Пушкарёв Ю. В., Пушкарёва Е. А. Факторы, определяющие развитие когнитивных способностей в условиях цифровизации процессов образования: обзор текущих исследований // *Science for Education Today*. – 2022. – Т. 12, № 6. – С. 111–136. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50026299> DOI: <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2206.05>
21. Федина Н. В., Дормидонтов Р. А., Елисеев В. К. Основные тенденции и приоритеты в исследованиях когнитивных и некогнитивных предикторов академической успешности в России и за рубежом // *Science for Education Today*. – 2022. – Т. 12, № 6. С. 7–31. URL: <https://www.elibrary.ru/riztkh> DOI: <https://doi.org/10.15293/2658-6762.2206.01>
22. Пушкарёв Ю. В., Пушкарёва Е. А. Цифровые трансформации системы образования: тенденции, проблемы, приоритеты личностного развития (обзор) // *Science for Education Today*. – 2025. – № 6. – С. 71–96. URL: <https://elibrary.ru/kbyxhp> DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2506.04>
23. Трофимов В. М. Что есть точное знание и как оно обеспечивается в когнитивных процессах // *Вестник Новосибирского государственного педагогического университета*. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 141–157. URL: <https://www.elibrary.ru/uzkqui> DOI: <https://doi.org/10.15293/2226-3365.1804.09>
24. Li Q., Yue J., Sun J., Chen S., Liu S., Li Z., Xin Y., Hu T. Frontier Development and Insights of International Educational Science Research in the journals *Nature* and *Science*: a Systematic Literature Review over 40 Years // *Science & Education*. – 2024. – Vol. 34 (3). – P. 1651–1679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00509-z>
25. Пушкарёва Е. А., Пушкарёв Ю. В. Когнитивно-рефлексивное развитие личности: оценка особенностей воздействия изменяющейся информационно-образовательной среды // *Science for Education Today*. – 2024. – № 6. – С. 128–154. URL: <https://elibrary.ru/ibozxx> DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2406.06>



26. Трофимов В. М. Устойчивая динамика нейронных связей: новая концепция появления когнитивности // Science for Education Today. – 2024. – № 3. – С. 89–112. URL: <https://elibrary.ru/ccyrev> DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2403.05>
27. Трофимов В. М. О математической природе сообразительности // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2017. – № 4. – С. 151–170. URL: <https://elibrary.ru/wsctsw> DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1704.10>

Поступила: 21 марта 2026

Принята: 10 мая 2026

Опубликована: 30 июня 2026

Заявленный вклад автора:

Вклад автора в сбор эмпирического материала представленного исследования, обработку данных и написание текста статьи полноценный.

Автор ознакомился и одобрил окончательный вариант рукописи.

Информация о конфликте интересов:

Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

Информация об авторе

Трофимов Виктор Маратович

доктор физико-математических наук, профессор,
кафедра информационных систем и программирования,
Кубанский государственный технологический университет,
Московская ул., 2, 350072, Краснодар, Россия.

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0691-6277>

SPIN-код: 8943-8470

E-mail: vtrofimov9@yahoo.com



On the phenomenology of similarity and dimensions in the processes of consciousness birth

Victor M. Trofimov  ¹

¹ Kuban State Technological University, Krasnodar, Russian Federation

Abstract

Introduction. Apparently, the most important property of consciousness is its blurring in reflections when trying to build its theory. Therefore, it is so difficult to focus the research request on the nature of the mind and consciousness, which, however, impresses with the compactness of expression and the possibilities of meanings concentration. So, in the language of mathematics, the formula $-1 = e^{i\pi}$ contains: negation, contradiction, cyclicity, imaginary, transcendental – concepts expressed extremely compressed. Of particular interest is the problem of the bridge between consciousness and the brain and the search for its compact description. The subject and purpose of this work focus on them.

Materials and Methods. When studying consciousness, researchers often consider subjective experience as phenomenal consciousness itself. But it is equally important to understand the mechanisms of bringing all the subjective experiences of organisms of a species to some common language of mastering and understanding reality. Why is common sense possible? The paper proposes the connection and mutual influence of the subjective experience of an individual organism with the experience of the evolution of a given species in terms of the methodology of similarity and dimensions of quantities. This way of representation makes it possible to present and compactly link the experience of the species and the genealogically subjective experience in an extremely concise form.

Results. The adopted methodology allowed us to proceed from a single constructive principle that is not expressed in terms of subjective experience, and to ensure a broad coverage of phenomena in their relationships. The article presents the circulatory interconnection of consciousness processes in all phases of perception, the formation of the connectome (cognitome), evolution (phylogenesis), ontogenesis, and learning.

Conclusions. The use of the method of similarity and dimensions enabled the author to conclude about the relativity of matter and consciousness in the processes of their interaction depending on the observer (1st or 3rd), as well as the phase of perception.

Keywords

Brain structure; Consciousness nature; Subjective experience; Neural network; Information; Phenomenology; Similarity of processes; Dimensional quantities.

For citation

Trofimov V. M. On the phenomenology of similarity and dimensions in the processes of consciousness birth. *Science for Education Today*, 2026, vol. 16 (3), pp. 125–144. DOI: [http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2603.06](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2603.06)

  Corresponding Author: Victor M. Trofimov, vtrofimov9@yahoo.com

© Victor M. Trofimov, 2026



REFERENCES

1. Koch C., Massimini M., Boly M., Tononi G. Neural correlates of consciousness: Progress and problems. *Nature Reviews Neuroscience*, 2016, vol. 17 (5), pp. 307-321. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.22>
2. Anokhin K. V. Cognitome: In search of fundamental neuroscience theory of consciousness. *I. P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, 2021, vol. 71 (1), pp. 39-71. URL: <https://elibrary.ru/ttgtk1> DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044467721010032>
3. Tononi G., Boly M., Massimini M., Koch C. Integrated information theory: From consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience*, 2016, vol. 17 (7), pp. 450-461. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.44>
4. Dubrovsky D. I. The problem of free will and modern neuroscience. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, 2017, vol. 67 (6), pp. 875-890. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0044467717060089>
5. Betzel R. F., Faskowitz J., Sporns O. Living on the edge: Network neuroscience beyond nodes. *Trends in Cognitive Sciences*, 2023, vol. 27 (11), pp. 1068-1084. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.08.009>
6. Chen H., Yang A., Huang W., Du L., Liu B., Lv K., Luan J., Hu P., Shmuel A., Shu N., Ma G. Associations of quantitative susceptibility mapping with cortical atrophy and brain connectome in Alzheimer's disease: A multi-parametric study. *NeuroImage*, 2024, vol. 290, pp. 120555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2024.120555>
7. Ciarrusta J., Christiaens D., Fitzgibbon S. P., Dimitrova R., Hutter J., Hughes E., Duff E., Price A. N., Cordero-Grande L., Tournier J.-D., Rueckert D., Hajnal J. V., Arichi T., McAlonan G., Edwards A. D., Batalle D. The developing brain structural and functional connectome fingerprint. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2022, vol. 55, pp. 101117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101117>
8. Ghosh S., Raj A., Nagarajan S. S. A joint subspace mapping between structural and functional brain connectomes. *NeuroImage*, 2023, vol. 272, pp. 119975. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.119975>
9. Hong Y., Cornea E., Girault J. B., Bagonis M., Foster M., Kim S. H., Prieto J. C., Chen H., Gao W., Styner M. A., Gilmore J. H. Structural and functional connectome relationships in early childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2023, vol. 64, pp. 101314. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2023.101314>
10. Kolk S. M., Rakic P. Development of prefrontal cortex. *Neuropsychopharmacol*, 2022, vol. 47, pp. 41-57. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01137-9>
11. Mansour L. S., Di Biase M. A., Smith R. E., Zalesky A., Seguin C., Connectomes for 40,000 UK Biobank participants: A multi-modal, multi-scale brain network resource. *NeuroImage*, 2023, vol. 283, pp. 120407. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120407>
12. Wehrheim M. H., Faskowitz J., Sporns O., Fiebach C. J., Kaschube M., Hilger K. Few temporally distributed brain connectivity states predict human cognitive abilities. *NeuroImage*, 2023, vol. 277, pp. 120246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120246>
13. Yang R., Vishwanathan A., Wu J., Kemnitz N., Ih D., Turner N., Lee K., Tartavull I., Silversmith W. M., Jordan C. S., David C., Bland D., Sterling A., Goldman M. S., Aksay E. R. F., Seung H. S. Cyclic structure with cellular precision in a vertebrate sensorimotor neural circuit. *Current Biology*, 2023, vol. 33 (11), pp. 2340-2349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.05.010>

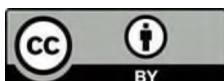


14. Baars B. J. Global workspace theory of consciousness: toward a cognitive neuroscience of human experience. *Progress in Brain Research*, 2005, vol. 150, pp. 45-53. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(05\)50004-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)50004-9)
15. Kuhn R. L. A landscape of consciousness: Toward a taxonomy of explanations and implications. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 2024, vol. 190, pp. 28-169. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2023.12.003>
16. Laukkonen R., Friston K., Chandaria S. A beautiful loop: An active inference theory of consciousness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2025, vol. 176, pp. 106296. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2025.106296>
17. Pushkarev Y. V., Pushkareva E. A. The concept of intellectual potential development: the main dimensions and bases within the context of lifelong education (review). *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2017, vol. 7 (3), pp. 140-156. DOI: <http://doi.org/10.15293/2226-3365.1703.09>
18. Seth A. K., Bayne T. Theories of consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, 2022, vol. 23 (7), pp. 439-452. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41583-022-00587-4>
19. Whyte C. J., Corcoran A. W., Robinson J., Smith R., Moran R. J., Parr T., Friston K. J., Seth A. K., Hohwy J. On the minimal theory of consciousness implicit in active inference. *Physics of Life Reviews*, 2026, vol. 56, pp. 4-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2025.11.002>
20. Pushkarev Y. V., Pushkareva E. A. Factors determining the development of cognitive abilities in the context of digitalization of educational processes (a review article). *Science for Education Today*, 2022, vol. 12 (6), pp. 111-136. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2206.05>
21. Fedina N. V., Dormidontov R. A., Eliseev V. K. Main trends and priorities in Russian and international studies on cognitive and non-cognitive predictors of academic success. *Science for Education Today*, 2022, vol. 12 (6), pp. 7-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2206.01>
22. Pushkarev Y. V., Pushkareva E. A. Digital transformations of the education system: Trends, problems, and priorities of personal development (A critical review). *Science for Education Today*, 2025, vol. 15 (6), pp. 71-96. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2506.04>
23. Trofimov V. M. What is the exact knowledge and how it is produced in the cognitive processes. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2018, vol. 8 (4), pp. 141-157. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1804.09>
24. Li Q., Yue J., Sun J., Chen S., Liu S., Li Z., Xin Y., Hu T. Frontier development and insights of international educational science research in the journals nature and science: A systematic literature review over 40 years. *Science & Education*, 2024, vol. 34 (3), pp. 1651-1679. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00509-z>
25. Pushkareva E. A., Pushkarev Y. V. Cognitive-reflexive personality development: Evaluating the impact of the changing information and educational environment. *Science for Education Today*, 2024, vol. 14 (6), pp. 128-154. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2406.06>
26. Trofimov V. M. Sustainable dynamics of neural connections: A new concept of the emergence of cognition. *Science for Education Today*, 2024, vol. 14 (3), pp. 89-112. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2403.05>
27. Trofimov V. M. About the mathematical nature of acumen. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2017, vol. 7 (4), pp. 151-170. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2226-3365.1704.10>

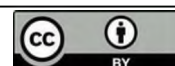
Submitted: 21 March 2026

Accepted: 10 May 2026

Published: 30 June 2026



This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](#) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).





The author's stated contribution:

The contribution of author to the collection of empirical material of the presented research, data processing and writing of the text of the article is equivalent.

Author reviewed the results of the work and approved the final version of the manuscript.

Information about competitive interests:

The author declare no apparent or potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

Information about the Author

Victor Maratovich Trofimov

Doctor of Physics-Mathematical Sciences, Professor,
Department of Informational Systems and Computer Science,
Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya str., 350072, Krasnodar, Russian Federation.
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0691-6277>
E-mail: vtrofimov9@yahoo.com