

И. И. Абрамов, д-р физ.-мат. наук, проф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь, e-mail: nanodev@bsuir.edu.by

ВОЗМОЖНА ЛИ ИСКУССТВЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОЗНАНИЯ?

Поступила в редакцию 26.09.2022

Рассмотрены три выделенных возможных направления искусственной реализации сознания: материалистическое; идеалистическое; гибридное. В результате проведенного анализа этих направлений сформулирована гипотеза о возможности искусственной реализации сознания, но приближенно, не в полном объеме.

Ключевые слова: мозг, сознание, наноэлектроника, математическое моделирование, искусственный интеллект

Введение

С точки зрения автора, "интеллект" и "сознание" являются трудноформулируемыми терминами (понятиями) [1]. Действительно, в литературе можно встретить много различных более или менее удачных их определений. Однако для дальнейшего эти понятия нам все же принципиально важны. Наиболее удачными считаю следующие определения из двух блестящих учебников. "Интеллект — способность к целенаправленному адаптивному поведению, в том числе умение извлекать пользу из опыта, решать задачи и логически рассуждать" [2]. "Внутренний поток субъективных переживаний, непосредственно присутствующий в нас и постоянно обнаруживающий себя нам, и есть сознание" [3]. Нетрудно заметить, что это разные понятия, хотя некоторые авторы их не разделяют (см., например, [4]).

Мною отмечалось, что в биологическом интеллекте можно выделить много уровней [1], так как трудно себе представить, что животные, по крайней мере некоторые, не обладают интеллектом. Отмечу, что эти интеллекты, конечно же, отличаются от интеллекта человеческого уровня, для которого и характерно наличие сознания.

Вопрос о сознании гораздо сложнее. Так, согласно "Кембриджской декларации о сознании" 2012 года "множество данных свидетельствуют о том, что люди не уникальны в обладании неврологическими субстратами, которые формируют сознание" [5]. Важно подчеркнуть, что в этой декларации, принятой известными учеными, не утверж-

дается, что у некоторых животных есть сознание, т. е. вопрос остается открытым. С одной стороны, многочисленные факты (см., например, [6]) свидетельствуют о том, что некоторые животные, судя по всему, обладают некоторой формой отражения действительности подобной сознанию. А с другой стороны, для сознания человеческого уровня принципиально важно наличие языка [7], позволяющего оперирование абстракциями достаточно высокого уровня.

В данной работе речь пойдет о возможности искусственной реализации именно сознания человеческого уровня, т. е. наиболее сложном вопросе искусственного интеллекта (ИИ). Автор считает, что *без понимания того, что есть "сознание человека", как оно работает, трудно всерьез говорить о его искусственной реализации.* В моих работах этот вопрос рассматривался неоднократно, и наиболее детально в статьях [8—10]. В связи с этим, говоря метафорически, чтобы "не блуждать по потемкам", чем, с точки зрения автора, является сознание человека будет кратко изложено далее.

Подходы к описанию сознания

Можно ли с помощью науки описать сознание человека? В литературе выделяются четыре различных подхода к этой проблеме [11]:

"А. Всякое мышление есть просто некоторый вычислительный процесс; в частности, чувство осознанного восприятия также возникает в результате осуществления соответствующих вычислительных операций.

В. Сознание является лишь одной из характерных особенностей физической деятельности мозга. Как и любую другую физическую деятельность, сознание можно моделировать вычислительными операциями, но такое моделирование не является, строго говоря, самым сознанием.

С. Сознание вызывается определенными физическими действиями мозга, однако эти действия принципиально нельзя вычислительно моделировать правильным образом;

Д. Сознание не может быть объяснено с использованием каких-либо физических, вычислительных или других научных методов или понятий".

В работах [12, 13] отмечалось, что позиция автора ближе к подходу В (см. далее).

О сознании написано колоссальное число работ (хороший аналитический обзор дан в учебнике [3]), однако общий вердикт можно выразить кратко: сознание — это тайна!

Сознание человека

Методологической основой для рассмотрения автором сознания человека являлись предложенные ранее полная электронная интерпретация функционирования мозга и комплексный иерархический подход его исследования, основанный на многоуровневом моделировании в сочетании с экспериментальными методами, детально описанными в работах [12—17]. Поэтому здесь выделю лишь наиболее важные моменты.

Считается, что доминирующее влияние на функционирование мозга оказывают электрические процессы (*гипотеза 1*). Это означает, что обработка информации в мозге идет в основном на уровне электрических процессов. Химические процессы обеспечивают прежде всего питание нейронных цепей мозга, а также их модификацию. Так как ключевыми (активными) элементами в электрических (нейронных) цепях мозга являются ионные каналы, ионные насосы и другие каналы — сложные наноэлектромеханические системы (НЭМС), то мозг был интерпретирован как объект органической гибридной наноэлектроники. Оцениваемый автором уровень интеграции мозга лежит в диапазоне $10^{17} \dots 10^{21}$ активных элементов.

Функционирование мозга может быть в принципе описано с высокой степенью точности (строгое описание) с применением формализма квантовой механики на современном уровне ее развития (*гипотеза 2*). Это гипотеза о достаточности квантовой механики.

К сожалению, строгое математическое описание работы мозга с помощью квантовой механики относится к труднорешаемым задачам класса NP (*гипотеза 3*). Это означает, что даже строгое, не говоря уже о точном, моделирование мозга на уровне квантовой механики невозможно сейчас и в обоз-

римом будущем. Это означает, что точное моделирование сознания невозможно в принципе [1, 8, 12].

Предложенная теория сознания достаточно подробно описана в статьях [8—10], поэтому здесь выделю лишь некоторые, наиболее важные моменты.

Так, кроме отмеченного фантастического уровня интеграции, для усложнения анализа сознания отмечу важность следующих наиболее серьезных факторов.

Хотя сознание в соответствии с принятой идеей интернализма является продуктом мозга, на сознание бесспорно оказывают влияние другие составляющие нервной системы, тело и окружающая среда, так как это влияние может быть существенным.

Мозг является очень сложной динамической локально-распределенной системой, а в работе сознания могут участвовать многие его взаимодействующие области.

Сознательная деятельность определяется всем комплексом физико-химических процессов, протекающих в мозге человека при ее обеспечении. Чтобы попытаться распутать этот очень "запутанный клубок" процессов, и была предложена полная электронная интерпретация его функционирования.

Каким образом можно осуществлять взаимодействие такого грандиозного числа существенно нелинейных активных элементов, причем при обеспечении многочисленных функций, происходящих в параллель? Единственная возможность, с точки зрения автора, — синхронизация динамических взаимодействий электрических (нейронных) цепей в различных областях мозга. При этом, учитывая нелинейность электрических цепей, должны быть важны не только фазовые, но также частотные и амплитудные характеристики электрических сигналов. Замечу, что именно амплитуда сигнала в основном и определяет энергетические траты, что представляет для анализа сознания особую важность.

В психологии выделяют две системы мышления [18]: система 1 (автоматическая система, функционирует на подсознательном уровне) и система 2 (произвольная система, функционирует с участием осознания). Учитывая высочайшую степень сложности мозга, пойдем "сверху-вниз", т. е. по пути большей детализации.

Проведенный анализ позволил автору представить мыслительную деятельность в целом, происходящей по "спирали". В частности, один из витков спирали работы автоматической системы (системы 1) показан схематично на рис. 1. Сначала идет планирование (моделирование или прогноз) ситуации, а затем — действие. Процесс может продолжаться и далее. Работа произвольной системы (системы 2) более разнообразна и сложна. Не-

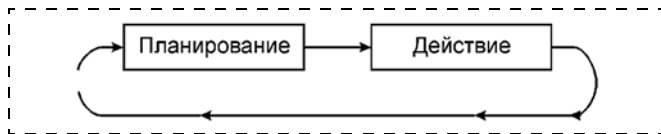


Рис. 1. Виток "спирали" автоматической системы

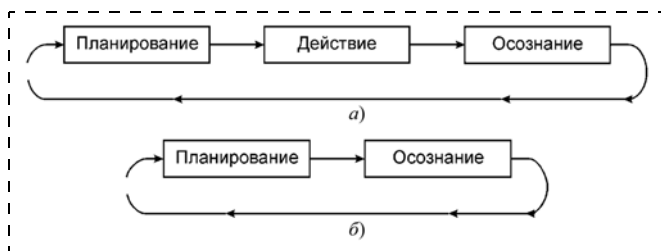


Рис. 2. Возможные варианты витка "спирали" произвольной системы:

a — с участием "действия"; *б* — без участия "действия"

сколько вариантов одного витка "спирали" представлены на рис. 2. В первом варианте (рис. 2, *a*) сначала следует планирование (моделирование или прогноз) ситуации, затем — действие (точнее, его управление мозгом), а после этого — осознание. Замечу, что осознание в первую очередь необходимо для осуществления контролирующей и управляющей функций и может включаться в различные моменты времени "спирали" мыслительной деятельности, пытаясь сделать ее более эффективной и качественной. Возможен и более простой вариант работы системы 2 (рис. 2, *б*): планирование (моделирование или прогноз) ситуации, а затем осознание.

Только из отмеченных вариантов витков могут быть сформированы очень сложные "спирали" мыслительной деятельности. Замечу, что сами ситуации и действия можно разбивать на составляющие (части), что еще больше усложняет рассмотрение процесса мышления.

Было выделено три типа режимов работы мозга как набора нелинейных электрических цепей, а именно: 1) при внешнем воздействии; 2) без внешнего воздействия (внутренний); 3) смешанный. Все отдельные режимы работы, включая восприятие, воспоминание, мышление и другие психические функции, относятся к одному из указанных типов. Любой специфический режим работы мозга, включая психические функции (в том числе мышление), является результатом прохождения электрического сигнала (сигналов) по соответствующему набору электрических (нейронных) цепей, что и объединяет режимы, т. е. является общим для них всех.

Из этого следует, что мысль и другие психические функции — материальны, что позволило автору предложить более глубокое понимание следующих феноменов: творческое мышление, самоиз-

лечение, измененные состояния сознания (ИСС). В частности, все ИСС автор связал с различного рода изменениями, искажениями и нарушениями в реконструкции действительности в мозге человека, как правило, характеризуемыми существенными проявлениями. Таким образом проведенная детализация позволила автору выделить доминирующие процессы сознательной деятельности и предложить объяснение ряда отмеченных выше феноменов. Двинемся дальше.

В работе [10] было проведено более детальное рассмотрение одного из наиболее сложных, третьего смешанного режима функционирования мозга, в частности, осознанной обработки сенсорной информации. Анализировалась при этом полная система: мозг — другие составляющие нервной системы — тело — окружающая среда. Здесь выделю лишь наиболее важные моменты.

Преобразования информации начинаются до ее попадания в мозг из внешней среды, причем на этот процесс оказывает влияние не только внешняя среда, но и другие составляющие полной системы. Далее должна произойти реконструкция разобранной информации в целях отражения действительности. Единственное место, где это может происходить, — мозг.

Для сознательной обработки сенсорной информации основное значение имеют три крупных структуры мозга: ствол, таламус и кора. Сразу же замечу, что влияние при выполнении различных психических функций, включая сознание, могут оказывать и другие структуры мозга. Ствол мозга, судя по всему, играет важное значение для поддержания необходимого уровня активности структур мозга, соответствующего состоянию бодрствования человека. Это происходит в кооперативной работе с таламусом и корой.

Из разобранной информации, поступившей и заложенной ранее на хранение (закодированной) в мозге, может быть воспроизведена в результате прохождения электрических сигналов (декодировки) не только старая, но и, что особенно восхищает, вновь поступающая (новая) информация, т. е. идет иерархическая сборка коалиций нейронов сенсорных карт. Эти коалиции ответственны за реконструкции тех или иных воспоминаний и/или действительности. Таким образом, идет гибкая сборка поступающей информации из самых разнообразных фрагментов. Далее эта информация объединяется в единое целое с участием лобных долей. И здесь возможно множество вариантов. Рассмотрим лишь некоторые.

Предположим, что вы идете по улице. Обычно все происходит в автоматическом (на подсознательном уровне) режиме, т. е. работает система 1. Фактически сигналы, проходящие по объединенной коалиции нейронов, и есть планирование (мо-

делирование или прогноз) ситуации. Автор назвал это объединение нейронов коалицией планирования или прогнозирования, а дальше происходит инициация действия (см. рис. 1) и передачи сигналов соответствующим системам для исполнения. По оценкам нейробиологов задержка для осуществления таких действий составляет около 100 мс.

Самое интересное, однако, происходит в другом случае. Предположим, что коалиция нейронов, хотя бы одной из сенсорных систем, сигнализирует об опасности. В данной ситуации происходит повышение активации и превышение порога осознания, который может зависеть от многих факторов, а также своеобразный резонанс с картами целей, смыслов в лобных долях. В результате такого резонансного взаимодействия начинает идти из лобных долей в сенсорные карты обратная волна повышенной активации. Этот процесс требует по оценкам нейробиологов около 300...500 мс и более.

Энергетический поток, проходящий по этой объединенной коалиции нейронов, и есть осознание. Эта коалиция осознания, по-видимому, отличается от коалиции прогнозирования для данного случая. В зависимости от поступающей информации возможна не только "отсечка" неважной информации, но и взаимодействие с областями, психическими функциями, связанными с речью, эмоциями, моторными функциями и др.

В целом, осознание человека — главный доминирующий процесс энергетической реконструкции в соответствующей коалиции нейронов в оптимальном диапазоне активации бодрствующего состояния нормального человека. В данный момент времени коалиция осознания может быть в мозге только одной, что и приводит к известному феномену "бутылочного горлышка". Схематично процесс осознания показан на рис. 2, а. В случае внутреннего режима работы системы 2 может быть исключена инициация действия (см. рис. 2, б).

В результате был сделан важный вывод [10]: несмотря на возможность большого числа вариантов, при обработке информации в центральной нервной системе общей закономерностью являются преобразования сигналов и энергетические реконструкции. Эту общую закономерность автор и считает главным принципом функционирования мозга. С помощью принципа становится в общем понятно, что такое "квалиа" (*qualia*) [10]. Были также приведены серьезные аргументы в пользу того, что характер как обработки информации в мозге человека, так и природы жизни — аналого-цифровой, т. е. общий [10].

Оценка возможности реализации

В работах [1, 19] отмечались и анализировались три направления создания искусственного интеллекта человеческого уровня (ИИЧУ) и сверхразу-

ма, а именно: 1) материалистическое; 2) идеалистическое; 3) гибридное. Воспользуемся этими результатами. Рассмотрим все три направления.

К материалистическому направлению были отнесены два вида: биологический интеллект; электронный интеллект.

Анализ биологического интеллекта приводит к важному выводу, что ИИЧУ, в принципе достижим [1], ведь Природа это сделала! Здесь возможно два пути. Первый путь — реализация сознания на основе других животных. Это сразу приводит к серьезным этическим проблемам. Второй путь — корректировка сознания у человека, который его теряет. Данное направление очень актуально и важно в медицине. Здесь возможно использование, в частности, электроники, идеалистического и гибридного направлений (см. далее).

Электронный интеллект — путь создания ИИЧУ на основе искусственной электроники. Согласно предложенной полной электронной интерпретации функционирования мозга можно сделать вывод, что создание ИИЧУ на основе электроники, в принципе, возможно! [1]. В работах [1, 9] было проведено сопоставление мозга как объекта электроники с интегральными схемами (ИС) твердотельной электроники — наиболее близкого искусственного аналога. Наиболее важными отличиями мозга являются: 1) уровень интеграции $10^{17}...10^{21}$ активных элементов (в ИС максимальный уровень около 10^{10}); 2) гибридизация (принципиальную роль играют как минимум два типа процессов — электрические и химические); 3) гибкая системная организация (архитектура), обеспечивающая обработку разнообразных входящих внешних и внутренних сигналов (информации); 4) другая материальная основа — органические материалы; 5) индивидуальность нейронных (нелинейных электрических) цепей у каждого человека, которые к тому же постоянно могут изменяться (пластичность) под влиянием внешних и внутренних воздействий; 6) большое разнообразие элементов (многие из них просто индивидуальные) электрических (нейронных) цепей, включая активные элементы, т. е. отмеченные НЭМС; 7) аналого-цифровой характер обработки информации.

Все это характеризует мозг человека как очень мощную и гибкую информационную систему, обладающую не только количественным, но и качественным отличием от ИС, в частности важнейшим свойством — сознанием, предназначенным, прежде всего, для более качественной обработки информации. Именно это свойство пока недостижимо в области ИИ.

Ранее отмечалось, что основной принцип функционирования мозга — преобразования сигналов и энергетические реконструкции. Нетрудно заметить, что многие устройства электроники функци-

онируют по подобному принципу. Например, видеокамера, когда на экране с использованием пикселей из различных фрагментов осуществляется энергетическая реконструкция изображения, дополненная соответствующим звуковым сопровождением. Разве это ни имитация, хотя и грубая, функционирования зрительной и слуховой систем мозга? Что же нужно сделать, чтобы улучшить эту имитацию, сделать ее более полной? Ответ таков: "Необходимо воспроизводить, хотя бы многие из отмеченных автором отличий мозга, а возможно, и все". Это является грандиозной сложности задачей. И что же наиболее важно? По мнению автора — это фантастический уровень интеграции мозга, пластичность, аналого-цифровой характер обработки информации.

Сравнение по ряду количественных показателей мозга человека и наноэлектронных ИС показало явное превосходство мозга [1]. Так, для достижения фантастического уровня интеграции мозга потребуется около 60 лет, если развитие твердотельной наноэлектроники будет продолжаться согласно закону Мура, что сомнительно. Мозг также очень эффективен по энергопотреблению, в частности, потребляемая им мощность в состоянии бодрствования — от 10 до 25 Вт. При этом работа на одно переключение активного элемента по оценке автора составляет около $10^{-16} \dots 10^{-17}$ Дж. Для сравнения, по прогнозу [20] энергия переключения для транзисторов в 2030 г. достигнет только около $0,5 \cdot 10^{-15}$ Дж на элемент. Таким образом мозг по энергопотреблению, пока вне конкуренции.

Важным является и характер обработки информации в мозгу человека, т. е. аналого-цифровой. Хотя аналоговые функции и могут быть реализованы на цифровой основе, однако за это придется "заплатить" увеличением объема устройства.

Детальное рассмотрение [1] позволило сделать следующие выводы: 1) электронная реализация ИИЧУ в полном объеме в ближайшее время вряд ли возможна; 2) учитывая главный принцип функционирования мозга — принцип преобразований сигналов и энергетических реконструкций, воспроизведение, по крайней мере приближенное, сознания в рамках электронного интеллекта, в принципе, теоретически возможно. При этом важна схема работы сознания, описанная выше.

Не исключено, что более полная реализация аналога мозга человека будет также возможна на базе органической электроники, которая, к сожалению, слабо развита в настоящее время.

Идеалистическое направление связано с математическим моделированием ИИЧУ. При этом было выделено два вида [1]: 1) на основе полномасштабного моделирования (полная эмуляция) мозга; 2) попытка создания систем моделирования, реализующих ИИЧУ.

Первый путь полной эмуляции мозга человека многими специалистами считается одним из самых перспективных. Для этого, однако, потребуется создать более или менее удовлетворительную теорию функционирования мозга, включая сознание, на основе которой и будет осуществлена полная эмуляция мозга. Перспективным для данных целей автор видит использование предложенных теории сознания и комплексного иерархического подхода исследования мозга, основанного на многоуровневом моделировании в сочетании с экспериментальными методами.

Автором было проведено сопоставление различных оценок числа необходимых флоссов компьютеров для моделирования функционирования мозга человека [1]. Оценки варьируются в широком диапазоне от 10^{14} до 10^{18} флосп. Оценка автора для среднего числа активных элементов в 10^{19} привела к цифрам от 10^{16} до 10^{19} флосп, т. е. самых мощных современных суперкомпьютеров может быть недостаточно для полной эмуляции мозга человека.

В целом же автором неоднократно отмечалось, что даже, если более или менее адекватные теория, модели будут созданы, сознание может быть описано, судя по всему, с достаточно серьезными приближениями.

Второй путь — создание систем моделирования, реализующих ИИЧУ. Это направление в настоящее время интенсивно развивается. В качестве таких систем, своеобразных прообразов ИИЧУ, рассматриваются поисковые системы Google, Amazon, некоторые разработки компаний IBM, Apple, DeepMind, Microsoft, Facebook, Baidu, Alibaba и Tencent. В основу наиболее продвинутых систем положены общие принципы машинного обучения, в частности глубинное обучение с использованием многоуровневых нейронных сетей.

Тем не менее, даже самые передовые системы ИИ пока не могут сравниться с интеллектуальными возможностями человека по широте спектра и гибкости, способности к развитию, потому, что как правило, являются узкоспециализированными системами, не обладают сознанием и квалиа! Однако в целом это очень важное направление развития ИИ.

Наиболее перспективным, с точки зрения автора, является гибридное направление реализации ИИЧУ, сочетающее компоненты как материалистического, так и идеалистического направлений. Реально оно, как правило, основано на применении электронного аппаратного обеспечения (*hardware*) и программного обеспечения (*software*). Здесь может быть достаточно большое число различных вариантов (сочетаний), многие из которых были более детально рассмотрены в работе [19]. Поэтому здесь отметим лишь следующие: 1) идеа-

листическое направление, строго говоря, относится к гибриднему направлению, так как требует использования материалистической составляющей, т. е. компьютеров; 2) интерфейсы "человек—машина" или "человек—компьютер", в частности, кохлеарные импланты, импланты сетчатки, экзоскелеты и др.; 3) метод обратного проектирования (разработки) мозга, который считается в настоящее время наиболее перспективным; иногда возможный результат называется "кремниевым интеллектом", "кремниевым сознанием", так как аппаратная часть реализуется на кремниевых ИС, и здесь главная проблема заключается в том, что мы пока как следует не разобрались в том, как функционирует мозг человека; 4) использование различных нейроморфных архитектурных решений; 5) реализация различных когнитивных вычислительных систем; 6) создание разнообразных смесей (*wetware*) электронного аппаратного обеспечения (*hardware*), программного обеспечения (*software*) и биологии (различных систем человека, включая мозг) и др.

В целом, если и будут созданы компактные системы ИИЧУ, близкие по размерам к человеку, то это скорее всего произойдет в рамках гибридного направления.

По результатам проведенного рассмотрения различных направлений создания ИИЧУ может быть сформулирована гипотеза 4: искусственная реализация сознания человека, судя по всему, будет возможна, но приближенно, не в полном объеме. Дополнительно также отмечу философскую проблему [21], состоящую в том, что модель, копия не может в полном объеме соответствовать оригиналу, т. е. в данном случае мозгу, сознанию. И в то же время все рассмотренные направления могут привести к построению более или менее удачных моделей, копий сознания человека.

Заключение

Рассмотрены три возможных направления искусственной реализации сознания: 1) материалистическое; 2) идеалистическое; 3) гибридное. В них выделены наиболее перспективные подходы искусственной реализации сознания. В результате анализа сформулирована гипотеза 4 о возможности такой реализации. Причем это может быть, в принципе, осуществлено в рамках всех трех направлений, но приближенно.

В то же время, если рассматривать сознание конкретного человека, то в искусственном аналоге должно быть воспроизведено, по существу, все, что хранится в мозге этого человека, а это задача фантастической сложности. Автор видит возможное решение вопроса путем копирования информации из соответствующего мозга. Очень сложным будет и вопрос о динамическом изменении созна-

ния в результате взаимодействия человека с внешней средой.

Автор считает своим приятным долгом выразить искреннюю признательность моим ученицам Н. В. Коломейцевой и И. Ю. Щербаковой за подготовку рукописи работы к печати.

Список литературы

1. **Абрамов И. И.** Перспективы и проблемы создания сверхума. Часть I. // Нано- и микросистемная техника. 2020. Т. 22, № 1. С. 46—56.
2. **Майерс Д.** Психология. Минск: Попурри, 2006. 848 с.
3. **Revonsuo A.** Consciousness. The science of subjectivity. Hove and New York: Psychology Press, Taylor & Francis Group. 2010. 324 p.
4. **Шнайдер С.** Искусственный ты: машинный интеллект и будущее нашего разума. М.: Альпина нон-фикшн, 2022. 246 с.
5. **The Cambridge Declaration on Consciousness**, July 7, 2012, Francis Crick Memorial Conference at Churchill College, University of Cambridge.
6. **Вааль Ф.** Достаточно ли мы умны, чтобы судить об уме животных? М.: Альпина нон-фикшн, 2017. 404 с.
7. **Лурия А. Р.** Язык и сознание. Под ред. Е. Д. Хомской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 320 с.
8. **Абрамов И. И.** Сознание человека, или возможности электроники. Часть I. // Нано- и микросистемная техника. 2018. Т. 20, № 5. С. 308—320.
9. **Абрамов И. И.** Сознание человека, или возможности электроники. Часть II. // Нано- и микросистемная техника. 2018. Т. 20, № 6. С. 368—384.
10. **Абрамов И. И.** Сознание человека, или возможности электроники. Часть III. // Нано- и микросистемная техника. 2019. Т. 21, № 9. С. 555—574.
11. **Пенроуз Р., Шимони А., Картрайт Н., Хокинг С.** Большое, малое и человеческий разум. М.: Мир, 2004. 191 с.
12. **Абрамов И. И.** Мозг как объект электроники. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2012. 80 с.
13. **Abramov I. I.** Brain as an Object of Electronics. LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2013. 76 p.
14. **Абрамов И. И.** Мозг — объект органической гибридной наноэлектроники, или взгляд со стороны. Часть I. // Нано- и микросистемная техника. 2013. № 1. С. 52—54.
15. **Абрамов И. И.** Мозг — объект органической гибридной наноэлектроники, или взгляд со стороны. Часть II. // Нано- и микросистемная техника. 2013. № 3. С. 45—53.
16. **Абрамов И. И.** Мозг — объект органической гибридной наноэлектроники, или взгляд со стороны. Часть III. // Нано- и микросистемная техника. 2013. № 5. С. 45—54.
17. **Абрамов И. И.** Мозг — объект органической гибридной наноэлектроники, или взгляд со стороны. Часть IV. // Нано- и микросистемная техника. 2013. № 6. С. 49—53.
18. **Канеман Д.** Думай медленно... решай быстро. М.: Изд-во АСТ, 2016. 653 с.
19. **Абрамов И. И.** Перспективы и проблемы создания сверхума. Часть II. // Нано- и микросистемная техника. 2020. Т. 22, № 2. С. 112—120.
20. **International technology roadmap for semiconductors 2.0: 2015 Edition.** Executive report.
21. **Абрамов И. И.** Проблемы и принципы физики и моделирования приборных структур микро- и наноэлектроники. I. Основные положения // Нано- и микросистемная техника. 2006. № 8. С. 34—37.

Corresponding author:

Abramov Igor I., D. Sci., Professor, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, 220013, Belarus
e-mail: nanodev@bsuir.edu.by

Is it Possible to Realize Consciousness Artificially?

Received on September 26, 2022

Accepted on October 2, 2022

Three identified possible directions for the artificial realization of consciousness are considered: 1) materialistic; 2) idealistic; 3) hybrid. In principle, this is the most difficult task of artificial intelligence. The most promising approaches to the artificial realization of consciousness are distinguished in the directions. As a result of the analysis, a hypothesis was formulated about the possibility of such an implementation. Moreover, this can be, in principle, carried out within the framework of the three directions noted, but approximately.

At the same time, if we consider the consciousness of a particular person, then in an artificial analogue, in essence, everything that is stored in the brain of this person should be reproduced, and this is a task of fantastic complexity. The author sees a possible solution of the problem by copying information from the corresponding brain. The question of the dynamic change of consciousness as a result of human interaction with the external environment will also be very difficult.

Keywords: brain, consciousness, nanoelectronics, simulation, artificial intelligence

For citation:

Abramov I. I. Is it Possible to Realize Consciousness Artificially?, *Nano- i Mikrosistemnaya Tekhnika*, 2023, vol. 25, no. 1, pp. 42–48.

DOI: 10.17587/nmst.25.42-48

References

1. **Abramov I. I.** Prospects and problems of supermind development. Part I., *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2020, vol. 22, no. 1, pp. 46–56.
2. **Myers D. G.** Psychology. 5-th ed. New York, Worth Publishers, 1998.
3. **Revonsuo A.** Consciousness. The science of subjectivity. Hove and New York, Psychology Press, Taylor & Francis Group. 2010. 324 p.
4. **Scheider S.** Artificial you: AI and the future of your mind. Princeton and Oxford, Princeton University Press, 2019.
5. **The Cambridge Declaration on Consciousness**, July 7, 2012, Francis Crick Memorial Conference at Churchill College, University of Cambridge.
6. **de Waal Frans.** Are we smart enough to know how smart animals are? New York, London: W. W. Norton & Company, 2016.
7. **Luriya A. R.** Yazyk i soznaniye. Pod redaktsiyey Ye. D. Khomskoy. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1979. 320 p. (in Russian).
8. **Abramov I. I.** Human consciousness, or possibilities of electronics. Part I., *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2018, vol. 20, no. 5, pp. 308–320.
9. **Abramov I. I.** Human consciousness, or possibilities of electronics. Part II., *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2018, vol. 20, no. 6, pp. 368–384.
10. **Abramov I. I.** Human consciousness, or possibilities of electronics. Part III., *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2019, vol. 21, no. 9, pp. 555–574.
11. **Penrose R., Shimony A., Cartwright N., Hawking S.** The large, the small and the human mind / Ed. by M. Longair. Cambridge University Press, 1997.
12. **Abramov I. I.** Mozg kak obekt jelektroniki. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 80 p. (In Russian).
13. **Abramov I. I.** Brain as an object of electronics. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 76 p.
14. **Abramov I. I.** Mozg — obekt organicheskoy gibridnoj nanojelektroniki, ili vzgljad so storony. Chast' I, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*. 2013, no. 1, pp. 52–54 (in Russian).
15. **Abramov I. I.** Mozg — obekt organicheskoy gibridnoj nanojelektroniki, ili vzgljad so storony. Chast' II, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*. 2013, no. 3. pp. 45–53 (in Russian).
16. **Abramov I. I.** Mozg — obekt organicheskoy gibridnoj nanojelektroniki, ili vzgljad so storony. Chast' III, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*. 2013, no. 5. pp. 45–54 (in Russian).
17. **Abramov I. I.** Mozg — obekt organicheskoy gibridnoj nanojelektroniki, ili vzgljad so storony. Chast' IV, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*. 2013, no. 6. pp. 49–53 (in Russian).
18. **Kahneman D.** Thinking, fast and slow. New York, Ferrar, Straus and Girous, 2011.
19. **Abramov I. I.** Prospects and problems of supermind development. Part II., *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2020, vol. 22, no. 2, pp. 112–120.
20. **International technology roadmap for semiconductors 2.0: 2015 Edition.** Executive report.
21. **Abramov I. I.** Problemy i printsipy fiziki i modelirovaniya pribornykh struktur mikro- i nanoelektroniki. I. Osnovnyye polozheniya, *Nano- i mikrosistemnaya tekhnika*, 2006, no. 8, pp. 34–37 (in Russian).

Адрес редакции журнала: 107076, Москва, ул. Матросская Тишина, д. 23, стр. 2, оф. 45. Телефон редакции журнала 8(499) 270-1652. E-mail: nmst@novtex.ru
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия.
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-18289 от 06.09.04.

Технический редактор Т. А. Шацкая.

Сдано в набор 14.12.2022. Подписано в печать 18.01.2023. Формат 60×88 1/8. Заказ МС123. Цена договорная
Оригинал-макет ООО «Авансед солюшнз». Отпечатано в ООО «Авансед солюшнз». 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru