

# МЫСЛЕННАЯ КОМУНИКАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ РЕЧЬЮ С КОГНИТИВНЫМ РОБОТОМ ЧЕРЕЗ НЕЙРОИНТЕРФЕЙС

Брындин Е.Г.

*Исследовательский центр ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА,  
Россия, г. Новосибирск, ул. Терешковой, д.10, офис 15*

[bryndin15@yandex.ru](mailto:bryndin15@yandex.ru)

*Аннотация: Каждая мысль отражается в регистрируемой активности мозга, нейроинтерфейс регистрирует ее в различных областях головного мозга и переводят её в команды управления роботом или наоборот переводят внешние команды в электрическую активность мозга. Переводчиком и анализатором информации выступает робот с искусственным интеллектом.*

Ключевые слова: спектральный нейроинтерфейс, электрокортикография, внутренняя речь, когнитивный робот.

## Введение

Мозги каждого человека имеют общие анатомические схемы и синоптические взаимодействия, но точный образец связей и взаимодействий сильно различается от человека к человеку, поэтому программа должна уметь подстраиваться под особенности мозга каждого пользователя. При этом программа в компьютере может обрабатывать сигнал, может обучаться, адаптируясь как к задаче, так и к конкретному человеку. Для такого обучения необходима обратная связь — программа должна получать информацию о том, правильно ли она интерпретировала полученные сигналы, правильно ли она «поняла» тот конкретный мозг, с которым работает. При этом программа может отчасти управлять и пациентом, ориентируя его на работу с теми ситуациями, которые она распознает менее успешно. Можно даже сказать, что интерфейс мозг—компьютер использует искусственный интеллект для распознавания типов активности мозга.

Ключевая особенность нейроинтерфейса состоит в том, что он позволяет подключиться к мозгу напрямую. В современных интерфейсах активность головного мозга регистрируют с помощью электроэнцефалограмм (ЭЭГ), магнитоэнцефалограмм (МЭГ), ближней инфракрасной спектроскопии (NIRS). МЭГ позволяет измерять слабые магнитные поля, генерируемые ионными токами в нейронах мозга. Для детекции очень слабых магнитных полей используют сверхпроводниковые квантовые интерферометры, или СКВИД-датчики. В последнее время для регистрации активности мозга все чаще используют спектроскопию в ближней инфракрасной области (NIRS). Это небольшой прибор в виде шапочки, которая надевается на голову. Инфракрасное излучение проникает через кости черепа и прилегающие ткани в лобную и затылочную кору мозга и позволяет оценивать степень окисления гемоглобина, то есть потребление мозгом кислорода. Здесь, в отличие от ЭЭГ и МЭГ, фиксируется сигнал оптической природы — поглощение инфракрасного излучения для регистрации в моторной и префронтальной коре сигналов, порождаемых мысленным счетом и логическими задачами, музыкальными и визуальными образами

Сейчас технической проблемой является точность измерения. В неинвазивных нейроинтерфейсах - череп, кожа и остальные слои, отделяющие нервные клетки от электродов искажают информацию о сигнале. Для того чтобы перевести электрическую активность в понятные команды программа должна уметь: отделить нужные ей сигналы и очистить их от фоновых шумов, подстраиваться под особенности мозга человека и с высокой точностью переводить любую информацию. Схема работы мозга слишком сложна для наших аналитических и вычислительных возможностей, поэтому на данный момент высокой точности слишком сложно.

В основе работы интерфейса лежит анализ информации, поступающей от пациента по четырем каналам. Это электрические импульсы нейронов, их магнитная активность, скорость течения крови внутри сосудов и изменение метаболизма.

Множество нейроинтерфейсов можно разделить на три группы: активные, реактивные и пассивный интерфейсы. Активный интерфейс использует изменения активности мозга, которая непосредственно и сознательно управляется человеком. Реактивный интерфейс формирует управляющие команды, изучая ответ мозга на внешний сигнал, например, свет или звук. Пассивный интерфейс анализирует текущую активность головного мозга, которая возникает сама по себе, в процессе жизнедеятельности человека. Такие интерфейсы могут быть полезны для создания систем мониторинга, которые следят за эмоциональным состоянием, обнаруживают снижение концентрации внимания или потерю контроля над системой.

Если нейрокомпьютерный интерфейс соединить, например, с очками дополненной реальности, то человек сможет взглядом управлять освещением в комнате, переключать каналы телевизора и даже связываться с врачом. Одной из способностей нейрокомпьютерного интерфейса является передача мозгу визуальной информации. Благодаря этому человек может печатать при помощи взгляда — правда, не очень быстро. Один из наиболее известных неинвазивных интерфейсов такого типа, он называется P300 speller, позволяет своему владельцу набирать пять символов в минуту, скорость передачи информации при этом составляет около 0,5 бит в секунду. Сотрудник Тяньцзинского университета Вэй Сывэнь на Всемирной конференции роботов в Китае установил рекорд по скорости набора текста при помощи нейроинтерфейса. Нейроинтерфейс Сывэня тратил 0,413 секунды для определения нужной английской буквы со 100% точностью. Группа китайских и американских исследователей, возглавляемой Сяоганом Чэнем из Университета Цинхуа разработали неинвазивный нейрокомпьютерный интерфейс, позволяющий человеку печатать взглядом со скоростью от 50 до 60 символов в минуту.

Международная группа ученых создала систему на основе функциональной спектроскопии в ближней инфракрасной области, которая позволяет людям с синдромом «запертого человека» отвечать «да» или «нет» на заданный вопрос. Австралийская компания Emotiv разрабатывает электронику нейроинтерфейсов на основе ЭЭГ. В 2017 году американские ученые в своем исследовании использовали один из продуктов компании — шлем EPOC+, распознающий волны электрической активности мозга и определяющий эмоциональное состояние человека.

В 2020 году инженеры Санкт-Петербургского политехнического университета разработали первую в России платформу для создания нейротренажеров и нейроинтерфейсов, которая включает в себя гарнитуру, которая замеряет, сигналы активности головного мозга и позволит пользователям обучаться разработке систем управления роботами с помощью сигналов мозга.

Лаборатория нейрофизиологии и нейроинтерфейсов МГУ им. М.В Ломоносова. На достижениях ее сотрудников основана технология «Нейрочат», позволяющая людям с ограниченными возможностями нормально общаться друг с другом и вообще с миром. Как утверждают создатели, «гарнитура регистрирует нейрофизиологические показатели пациента и преобразует его мысленные усилия в определенные команды для клавиатуры компьютера или других исполнительных устройств. С помощью трансляции мысленного выбора того или иного символа в реальный набор этих символов на экране, человек буква за буквой может набрать текст без усилий голоса и движений. В феврале этого года «Нейрочат» впервые использовали в трансконтинентальном сеансе связи между пациентами с тяжелыми нарушениями речи и движений. Причем каждый из них «говорил» на своем языке, а нейроинтерфейс переводил сообщения собеседнику на родной для него язык.

В идеале нейроинтерфейсы ориентируют управлять техникой силой мысли. Чтение мыслей нейрофизиологам и инженерам пока не удается. Читать человеческие мысли ни один прибор пока не способен. Надеждам на то, что технология достигнет таких высот, способствует то, что появляется все больше проектов, разработок, научных исследований в этой сфере, исследовательских групп и коммерческих компаний, в том числе крупных, которые занимаются разработкой и развитием нейроинтерфейсов. Одних только исследовательских групп больше сотни. Самые крупные компании в этой области Neuralink, Mind Technologies, Covidien, Compumedics, Natus Medical, Nihon Kohden, Integra Life Sciences, CAS Medical Systems и Advanced Brain Monitoring. Даже такие крупные фирмы как Nissan и Facebook уже давно заявили о своих намерениях создания нейроинтерфейсов.

Илон Маск создал компанию Neuralink, с целью разработать нейроинтерфейс, который позволит людям общаться телепатически. В апреле 2021 года нейротехнологический стартап Илона Маска Neuralink опубликовал видео с макакой, которая играет в пинг-понг на компьютере, управляя виртуальной ракеткой силой мысли. В ее мозг также были вживлены чипы. По заявлению разработчиков, с помощью Bluetooth их можно связать с любым гаджетом. Сначала обезьяну научили играть в видеоигру с помощью джойстика. Ее успехи подкреплялись наградой в виде бананового пюре. В это время чипы фиксировали активность головного мозга макаки и передавали данные на компьютер. Там они обрабатывались программой, которая училась распознавать действия обезьяны. Спустя некоторое время исследователи отключили джойстик от компьютера и наблюдали, как обезьяна управляла игрой силой мысли, продолжая крутить лапой отключенный контроллер. Впоследствии они убрали и его, а примат начал играть без единого движения конечностей. Илон Маск заявил: «Мы сможем превзойти мощности человеческого мозга уже к 2030 году»

Нейроинтерфейсы используются в различных сферах жизнедеятельности. Нейроинтерфейсы также находят применение в управлении роботами. В статье рассматривается управление

ассоциативно-коммуникативным роботом через спектральный энергонеироинтерфейс внутренней речью.

## 1 Аспекты мышления

Процесс познавательного мышления индивида, характеризующийся обобщенным и опосредованным отражением действительности. Предметы и явления действительности обладают такими свойствами и отношениями, которые можно познать непосредственно, при помощи ощущений и восприятий. Первая особенность мышления — его опосредованный характер. То, что человек не может познать прямо, непосредственно, он познаёт косвенно, опосредованно: одни свойства через другие, неизвестные сущности через известные. Мышление всегда опирается на ощущения, восприятия, представления и на ранее приобретённые теоретические знания. Косвенное познание и есть познание опосредованное. Вторая особенность мышления — его обобщённость. Обобщение как познание общего и существенного в объектах действительности возможно потому, что все свойства этих объектов связаны друг с другом. Общее существует и проявляется лишь в отдельном, в конкретном. Результаты познавательной деятельности людей фиксируют в форме понятий. Понятие — есть отражение существенных признаков предмета. Понятие о предмете возникает на основе исследований.

Мышление человека протекает в форме суждений и умозаключений. Суждение — это форма мышления, отражающая объекты действительности в их связях и отношениях. Каждое суждение есть отдельная мысль о чём-либо. Последовательная логическая связь нескольких суждений, необходимая для того, чтобы решить какую-либо мыслительную задачу, понять что-нибудь, найти ответ на вопрос, называется рассуждением. Рассуждение имеет практический смысл лишь тогда, когда оно приводит к определённому выводу, умозаключению. Умозаключение — это вывод из нескольких суждений, дающий нам новое знание о предметах и явлениях объективного мира. Умозаключения бывают индуктивные, дедуктивные и по аналогии.

Системные формы суждений - это анализ и синтез, сравнение, абстрагирование, конкретизация, обобщение, классификация. Мышление выступает главным образом как решение задач, вопросов, проблем, которые постоянно выдвигаются перед людьми жизнью. Решение задач всегда должно дать человеку что-то новое, новые знания. Поиски решений иногда бывают очень трудными, поэтому мыслительная деятельность, как правило, — деятельность активная, требующая сосредоточенного внимания, терпения. Реальный процесс мысли — это всегда процесс не только познавательный, но и эмоционально-волевой.

Для мышления человека более существенно взаимосвязь не с чувственным познанием, а с внутренней речью и языком. В более строгом понимании внутренняя речь — это процесс общения, опосредованный языком. Если язык — объективная, исторически сложившаяся система кодов и предмет специальной науки — языкознания, то внутренняя речь является психологическим процессом формулирования и передачи мысли средствами языка. Мышление опирается на ощущения и восприятия. Переход от ощущения к мысли — сложный процесс, который состоит, прежде всего, в выделении и обособлении предмета или признака его, в отвлечении от конкретного, единичного и установлении существенного, общего для многих предметов. Мышление оперирует с чувством знаниями. Мышление, как психический процесс моделирует закономерности окружающего мира на основе аксиоматических положений, устанавливает связи между объектами или явлениями окружающего мира, отражает существенные свойства объектов, что приводит к появлению представлений об объективной реальности. Мышление характеризуется способностью человека рассуждать, анализировать, сравнивать, обобщать и делать выводы.

Когда англичанин или индеец думает об одном и том же объекте, образная вибрация мысли у них одинаковая, вызываемая самим объектом или произнесением его имени. По этой причине читающий мысли, чей мозговой центр находится в связи с центром су человека, может читать скрытую образную мысль того, чью разговорную речь он не может понимать. Образная ментальная вибрация мысли одинакова у всех людей, а выражение ее как ментальная звуковая вибрация одинакова у людей говорящих на одном языке. Если бы ментальные языковые вибрации, которые облачают мысль в форме речи, были одинаковыми для всех народов, тогда и язык был бы один.

Сознание принимает общее недифференцированное движение образной мысли, и продолжает как дифференцированное движение, проявляющееся далее в виде внутренней речи процесса мышления. Мышление проявляется, во-первых, как субъект в тонкой форме ума и его содержимого, порождаемого образными вибрациями мысли и, во-вторых, в форме языковой внутренней речи, как выражение мысли, которое проецирует в мир чувственного опыта, чтобы они были источником

впечатлений индивидуального опыта внутри его. Ментальные языковые вибрации внутренней речи одинаковые для людей говорящих на одном языке. Это позволяет решить проблему распознавания внутренней речи любого специалиста через спектральный нейроинтерфейс.

## **2 Спектральный нейроинтерфейс**

В контексте нейроинтерфейсов будем их понимать как внешнее высокотехнологичное устройство, подключенное к нашему мозгу и предназначенное для изучения его способностей, в нашем случае внутренней речи.

Спектральный нейроинтерфейс переводит активность мозга при внутренней речи в текст. Его функционирование основано на работе нейросетей с долгой краткосрочной памятью и открытого декодера. Он обучается и контролируется на данных спектральной электрокортикографии, полученных по внутренней речи участвующих профессионалов. Вначале берутся данные спектральной электрокортикограммы, полученные при чтении текста: выделяются временные, пространственные и частотные характеристики вибраций. Полученные по внутренней речи вибрации декодируются в текст с помощью открытого алгоритма глубокого обучения. Энкодер, который воссоздает характеристики текста из активности мозга внутренней речи, в свою очередь, основан на работе двух двунаправленных рекуррентных нейросетей с долгой краткосрочной памятью.

Спектральный нейроинтерфейс снабжается регуляционной сетью, которая позволяет чистить спектральную электрокортикограмму на основе данных внутренней речи различных профессионалов. Это избавляет спектральную электрокортикограмму от артефактов.

Таким образом, можно достичь качественной работы спектрального нейроинтерфейса по переводу мозговой активности внутренней речи в языковую речь. При этом достигается достаточная производительность спектрального нейроинтерфейса для диалога при беззвучном производстве речи.

Мысленные коммуникации с ассоциативно-коммуникативным роботом осуществляются через спектральный нейроинтерфейс внутренней речью. Внутренняя речь является энергетическим физиологическим процессом. Внутренняя речь - это вибрация от ментальной вибрации мысли. Ментальная вибрация мысли является процессом в ментальном эфирном поле. Вибрации мыслей отражаются и наблюдаются умом в форме смысловых чувственных образов. Вибрации смысловых чувственных образов порождают вибрации внутреннего речевого действия (внутренней речи) в форме языковых коммуникативно-ассоциативных стереотипов, которые воспринимает сенсорная зона мозга Вернике. Внутренняя речь - это языковая ментальная вибрация, Она ощущается и становится внутренне слышимой и притянутой вниманием. Восприятие вибраций внутренней речи осуществляется через энергетические каналы, такие как, внутренний задний срединный канал позвоночника. Спектральный нейроинтерфейс воспринимает эти вибрации. Неокортекс делает из нас человека разумного — позволяет мыслить и говорить. В основу спектрального нейроинтерфейса положены принципы биосенсоров, биоэнергетических детекторов, спектральных анализаторов и электрокортикографии для нейровизуализации отделов мозга, фиксирующих вибрации внутренней речи, таких как, нижняя лобная извилина, верхняя и средняя височная извилины, медиальная префронтальная кора, задние отделы клина и предклинья и теменно-височная область, включающая задние отделы верхней височной извилины, угловой извилины и нижней височной доли. Активность внутренней речи связана с семантической памятью неокортекса.

Спектральный нейроинтерфейс можно использовать для немых людей, а также для телепатического диалога внутренней речью различных специалистов [1]. Широкое применение спектральные нейроинтерфейсы могут найти для диалога и управления с коммуникативными ассоциативными роботами на больших расстояниях с помощью высокотехнологичной беспроводной связи приема и передачи сообщений.

## **3 Робот с коммуникативным ассоциативным мышлением**

Технологический умный искусственный интеллект когнитивного робота может сравнивать мысли, мнения, образы и мировоззрения по критериям полезности. Технологический умный искусственный интеллект может выбирать мысли, мнения, образы и мировоззрения по критерию предпочтения [2]. Технологический умный искусственный интеллект может выявлять новизну по принципу противоположности (оптимальный – не оптимальный; эффективный – не эффективный; опасный – безопасный и т.д.) методом от противного исходя из объективных условий [3].

Мысленное общение с коммуникативным ассоциативным роботом осуществляется через его интеллектуального агента коммуникатора. С коммуникативным ассоциативным роботом общается команда профессионалов с разными голосами с помощью спектрального энергоинтерфейса.

Коммуникативный робот получает ментальные языковые мысли каждого профессионала по его внутренней речи через спектральный энергоинтерфейс.

Система коммуникативного ассоциативного робота распознавания вибраций внутренней речи на основе слоговых резонаторов автоматически преобразовывает слоги в слова, а слова в сообщения (Рис. 1).

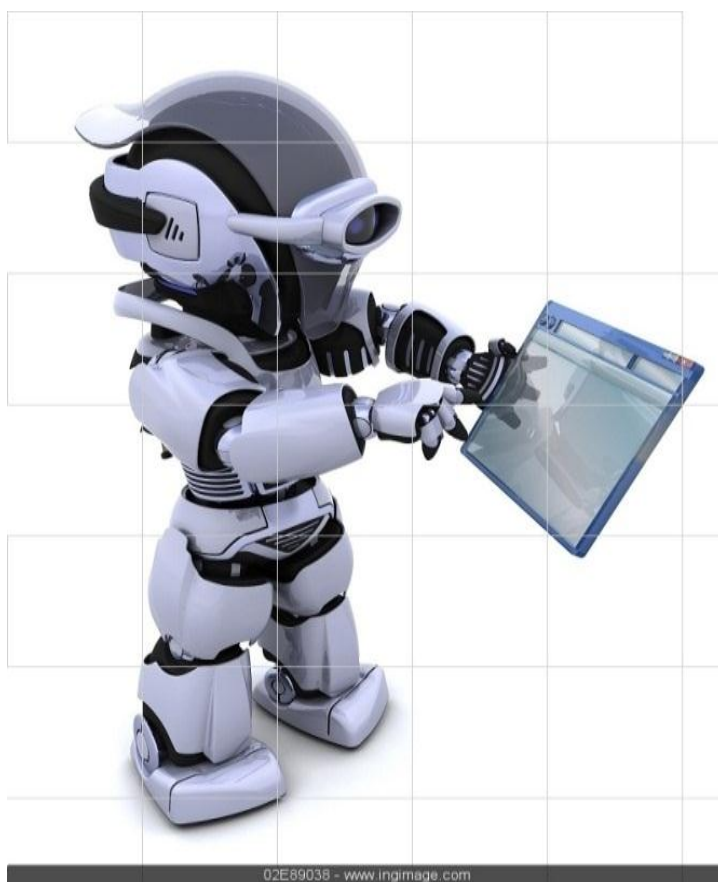


Рис. 1. Коммуникативный ассоциативный робот

Коммуникативный ассоциативный робот воспринимает слова по слогам. Он имеет резонирующие фильтры для каждого слога и распознаватели слоговых морфем по коммуникативным вибрационным сигналам по аналогии со слуховой улиткой. Коммуникативный робот имеет дешифратор слогов и знаков препинания, который заносит последовательно из своей памяти в общую память текстовые коды текущего слога или знака препинания и гасит резонирующий фильтр или распознаватель предыдущего слога. Коммуникативный робот распознает слоги и знаки препинания дешифратором и через нейросетевую структуру форматирует сообщение, в соответствии со знаковой разметкой, и передает его управляющей интеллектуальной системе робота.

Смысловой основой коммуникативной ассоциативной логики является сущностный словарь лексических значений представителей реалии.

### 3.1 Сущностный словарь

Пусть  $S$  - орфографический словарь, где  $S = \{ S_i \}$ ,  $S_i$  - морфологическое слово. Слово  $S_i$  называет признак  $Q_{ij}$  представителя  $M_{ij}$  из множества  $M_i$ , где  $M_i = \{ M_{ij} \}$ . Обозначим лексическое значение слова  $S_i$  через  $\{ M_{ip}, Q_{ip}, S_i \}$ . Связь лексических значений слов  $\{ S_i \}$  с элементами множества  $M_i$  зададим совокупностью признаков отношений  $Q_i$ , где  $Q_i = \{ Q_{ip}, (M_i, M_{ij}) \}$ .

Множество лексических значений связанных совокупностью признаков отношений с представителями является сущностным словарем. Слова в словаре снабжаются признаковыми индексами соответственно их признаковым отношениям с представителями. Сущностный словарь фиксирует признаковые сущности представителей. Словарь помогает употреблять слова со своим лексическим значением и различать представителей, которых они называют на символическом уровне.

Слова употребляются на основе признаков индексов. Каждый признак имеет три индекса. Один индекс указывает на предметную область знаний, второй на ситуацию, третий на ситуативный

момент. Слова с несколькими лексическими значениями, имеют несколько наборов индексов. Например, мука и мука. Слово поле используется в различных предметных областях. Каждый набор индексов определяет лексическое значение слова.

### 3.2 Технология реализации информационных потребностей

Задачи, проблемы, задания и цели оформляются в форме информационной потребности. Текст информационной потребности строится на функциональном естественном языке из элементов сущностного словаря. Функциональный естественный язык, описывает коммуникативные и ассоциативные связи между элементами знаний. Коммуникативные и ассоциативные языковые связи между элементами знаний следуют за связями объектов, действий, качеств, свойств, времени, пространства и т.д., которые мы и обозначаем элементами знаний.

В языке увязаны структурные, функциональные и смысловые атрибуты элементов знаний. Использование слов в составе элементов знаний информационной потребности задается коммуникативными связями. В языке есть грамматические правила видообразования словоформ для порождения и расширения семейств и порождения сообществ, коммуникативные правила образования словосочетаний, предложений суждений. У каждого правила своя область определения. Например, у дедуктивного правила обобщения областью определения являются дедуктивные множества. Дедуктивные правила позволяют упорядочить слова языка по обобщенным множествам. Обобщенное множество представлено конвергентным признаком. Частные значения конвергентного признака являются его конкретизацией.

По актовый восходящий синтаксический анализ и морфологический анализ выделяет предложения информационной потребности, соответствующие актам мышления и устанавливают грамматические виды и признаки для каждого слова по словарю смысловой ориентации, строит дерево синтаксического подчинения слов, определяет коммуникативную связь слов, словосочетаний и предложений. Для анализа используются сущностный словарь, сети словосочетаний, предложений, суждений, информационные семейства и сообщества.

Синтаксический анализ проводится по языковой синтаксической разметке информационной потребности и ее структурной ситуативно-признаковой разметке. Путем синтаксического анализа определяются, грамматические значения элементов знаний, выделяются слова в предложениях, словосочетания в предложениях, предложения в суждениях, элементарные суждения в составных суждениях, выявляются грамматические виды слов, видовые группы словосочетаний по грамматическим видам слов основ и дополнительных, грамматические виды лексических значений информационных ниш предложений, и видовые связи предложений элементарных суждений.

Морфологический анализ проводится по языковой морфологической разметке и схемной ситуативно-признаковой. В процессе морфологического анализа определяются морфологические значения элементов знаний и ситуативно-признаковые схемы морфологических значений.

Выделение предложений осуществляется по синтаксической структуре, в которой словам приписываются признаки и индексы представителей, грамматические виды и лексические значения, словосочетаниям семантические значения. По актовый восходящий синтаксический анализ и морфологический анализ текстов информационной потребности определяются информационные ниши предложения. Полученный текст после актового анализа поступает в систему символически-языковой реализации информационной потребности – систему имитации мышления.

Входной информацией системы является информационная потребность и атрибуты, полученные в процессе синтаксического и морфологического анализа. По информации, полученной в результате синтаксического и морфологического анализа информационной потребности, система имитации мышления осуществляет ее семантический анализ.

Система имитации мышления запускает процедуру построения сети поэлементной реализации информационной потребности из необходимого и достаточного набора элементов знаний и процедур реализации. Она строит сеть поэлементной реализации информационных потребностей в базах знаний и умений. Затем производит начальную разметку элементов знаний и процедур реализации и их связей. Разметка определяет признаковое участие слов в словосочетаниях, ситуативно-признаковое участие словосочетаний в предложениях и ситуативное участие предложений в суждениях. После разметки сети поэлементной реализации, она запускается на реализацию информационной потребности.

Реализация информационной потребности берется либо из базы знаний, либо вырабатывается типовой процедурой реализации базы умений по текущей информационной потребности, либо формируется сеть поэлементной реализации по комбинированной информационной потребности.

Схемы реализации информационной потребности получены из исследования образовательной практики формирования подражательного мышления. Схемы представлены на рисунках 2-3.

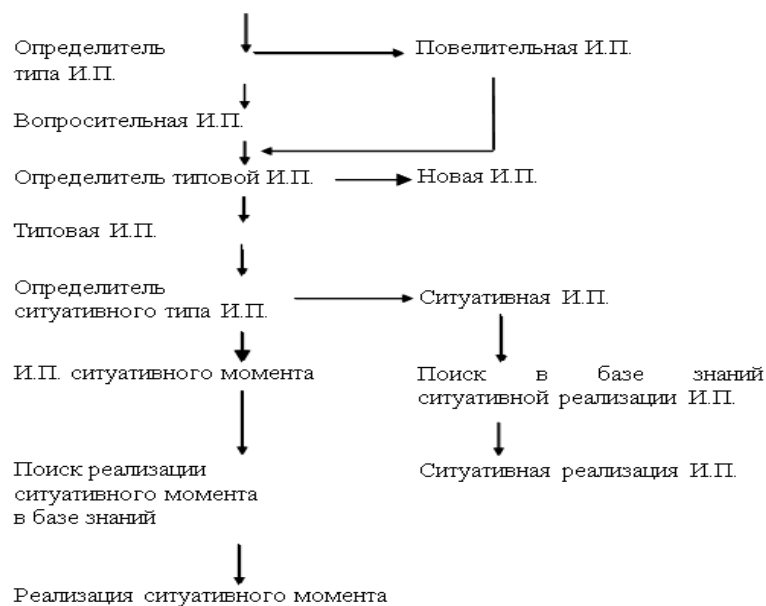


Рис. 2. Схема реализации ситуативной информационной потребности

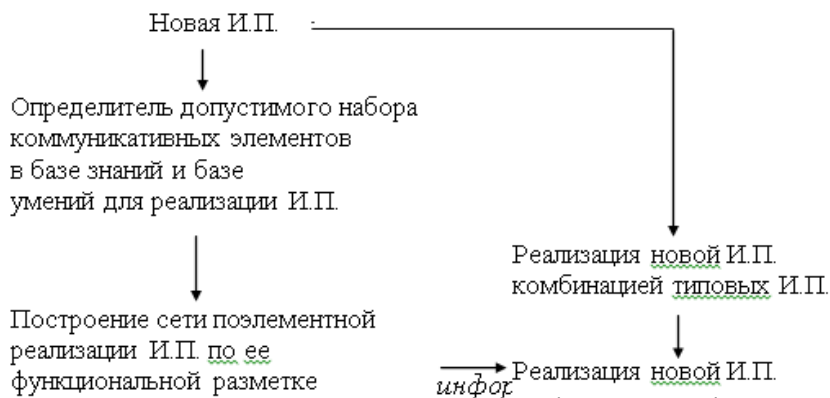


Рис. 3. Схема реализации новой информационной потребности

После реализации новая информационная потребность заносится в базу знаний и ассоциативно связывается с элементом знаний, который является ее реализацией. Вариация подобных информационных потребностей осуществляется в переменной части, которые реализуются по общей для них закономерности типовыми процедурами.

Реализации комбинированных информационных потребностей вырабатываются вложением, вариацией и комбинированием реализаций информационных потребностей, которые находятся в базе знаний системы. Новые информационные потребности строятся либо последовательным слиянием из реализаций существующих потребностей, либо вложением одной в другую, либо слиянием и вложением одновременно.

Для работы с новыми понятиями используется система переобучения (Рис. 4).

Использование роботов с коммуникативной ассоциативной технологической интеллектуальной логикой мышления через спектральные нейроинтерфейсы востребовано в различных сферах жизнедеятельности [4-9].

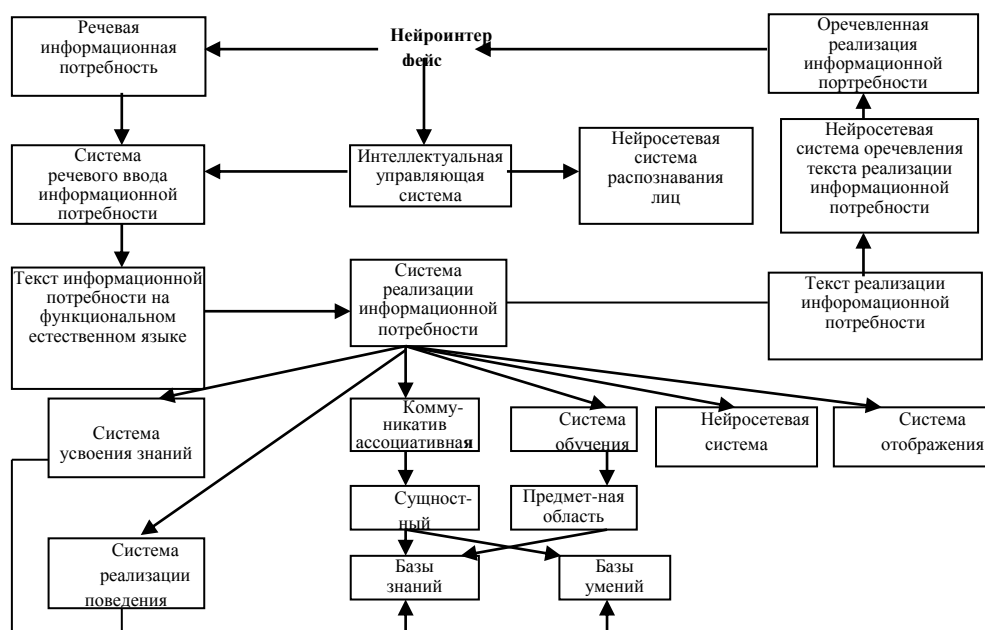


Рис. 4. Система переобучения

## Заключение

Нейроинтерфейсы - это прогресс, а его не остановить. Привлечение интеллектуальных ресурсов сильно способствует развитию технологии, и лишний раз убеждает, что нейроинтерфейсы приближаются с невероятной скоростью и люди должны быть готовы их встречать.

Управление роботами с коммуникативной ассоциативной технологической интеллектуальной логикой мышления через спектральные нейроинтерфейсы уже сейчас востребовано в различных сферах жизнедеятельности.

## Литература

1. [N. I. Chervyakov](#), [Pavel Lyakhov](#), [Maria Kiladze](#). EEG Neuro - processing for the development of neurointerfaces. [IOP Conference Series Materials Science and Engineering](#). July 2020
2. [Evgeniy Bryndin](#). Formation of Technological Cognitive Reason with Artificial Intelligence in Virtual Space. Britain International of Exact Sciences Journal, Volume 2, Issue 2, May 2020. Page: 450-461.
3. [Evgeniy Bryndin](#). Implementation of Competencies by Smart Ethical Artificial Intelligence in Different Environments. COJ Robotics & Artificial Intelligence. Vol. 1, Issue 4, 2021. pp. 1-11.
4. [Evgeniy Bryndin](#). Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. International Journal of Management and Fuzzy Systems. V.3, N.5, 2017, pp 57- 66.
5. [Evgeniy Bryndin](#). Robots with Artificial Intelligence and Spectroscopic Sight in Hi-Tech Labor Market. International Journal of Systems Science and Applied Mathematic, V. 4, № 3, 2019. Pages: 31-37.
6. [Evgeniy Bryndin](#). Increase of Safety Use Robots in Industry 4.0 by Developing Sensitivity and Professional Behavioral Skills. American Journal of Mechanical and Industrial Engineering. Volume 5, Issue 1, 2020. Pages: 6-14.
7. [Evgeniy Bryndin](#). Digital technologies of the industry 4.0. // Chapter 10, C. 201-222, Book: Computer Science Advances: Research and Applications. USA: Nova Science Publisher. 2019. 252 pages.
8. [Evgeniy Bryndin](#). Robotization of Service with Goods and Products via Automatic Cabinet. International Robotics & Automation Journal, Volume 7, Issue 1, 2021. pp. 20-22.
9. [Evgeniy Bryndin](#). Functional and Harmonious Self-Organization of Large Intellectual Agent Ensembles with Smart Hybrid Competencies. American Journal of Software Engineering and Applications. Vol. 10, Issue 1, 2021. pp.1-10