

*Беляева Калерия Владимировна, студентка бакалавриата 2 курс,  
МИРЭА-Российский технологический университет (РТУ МИРЭА)*

*Институт информационных технологий, Россия, г. Москва*

*Свищёв Андрей Владимирович, старший преподаватель кафедры  
практической и прикладной информатики*

*МИРЭА-Российский технологический университет (РТУ МИРЭА),*

*Институт информационных технологий, Россия, г. Москва*

## **НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ – ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО**

**Аннотация:** В данной статье раскрывается понятие интерфейс «мозг-компьютер», описываются типы и сложности, возникающие при использовании разных по типу взаимодействия нейроинтерфейсов. Также приведен список компаний и технологий, которые они развивают, какие результаты уже есть и чего планируют достичь в будущем.

**Ключевые слова:** нейроинтерфейсы, компьютер, мозг.

**Abstract:** This article reveals the concept of the brain-computer interface, describes the types and difficulties that arise when using different types of interaction of neural interfaces. There is also a list of companies and technologies that they are developing, what results they already have and what they plan to achieve in the future.

**Keywords:** neurointerfaces, computer, brain.

Как устроен человеческий мозг? Вопрос, который волновал людей не одно столетие. В наше время написано множество научных работ, посвященных исследованиям работы мозга - изучение показателей активности и передача информации с помощью электрических импульсов. Человечеству всегда

хотелось повысить свои биологические возможности, поэтому идея управления техникой "силой мысли" зародилась давно. Было создано и снято огромное количество произведений и кинофильмов из ряда фантастики, прежде чем идея симбиоза мозга человека и компьютера воплотилась в жизнь. Эта возможность появилась благодаря научно-технической революции, берущей свое начало в середине прошлого века. В первую очередь следует начать с основных отправных точек этапов становления и развития данной технологии.

Изобретенное в 1950-х годах профессором физиологии Йельского университета Хосе Мануэль Родригес Дельгадо электродное устройство Stimoseiver считается первым прототипом нейроинтерфейса, которое вживлялось в мозг и управлялось с помощью радиосигналов. В 1972 году появился кохлеарный имплант - первый нейропротез для глухих. В начале 21 века группой ученых был создан нейроинтерфейс, позволяющий обезьяне управлять джойстиком при помощи "силы мысли". В последние годы широкое развитие получила область нейропротезирования. В 2015 и 2016 годах появились устройства, позволяющие восстановить двигательную активность людям, парализованным по пояс, а также частично реабилитировать поврежденный спинной мозг человека. Самой новой разработкой, созданной в этом году группой исследователей из Калифорнии, является протез, который позволяет улучшить память. В последующем изложении подробно дадим определение "нейроинтерфейс", рассмотрим типы и области применения.

Нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ) (называемый также прямой нейронный интерфейс, мозговой интерфейс, интерфейс «мозг — компьютер») — система, созданная для обмена информацией между мозгом и электронным устройством (например, компьютером) [1]. Технология позволяет взаимодействовать с внешним миром, основываясь на данных регистрации электрической активности мозга — электроэнцефалограмм, магнитоэнцефалограмм, ближней инфракрасной спектроскопии. Компьютер фиксирует и расшифровывает каждое изменение в электроэнцефалограмме, которое отображает желание человека совершить какое-то действие. Однако в

данный момент технология не настолько развита, как раскрывает дефиниция выше. Сказанное ранее приводит к разделению нейрокомпьютерного интерфейса на два типа: однонаправленные и двунаправленные. Первые по типу взаимодействия могут либо посылать сигналы мозгу, либо принимать их от мозга. Вторые могут симультивно принимать и посылать сигналы. Если однонаправленные нейроинтерфейсы уже существуют и функционируют, то в свою очередь двунаправленные НКИ - это технология будущего. Также различают по типу расположения:

1. Инвазивные - вживление электродов напрямую в кору головного мозга.
2. Полуинвазивные - электроды расположены на открытой поверхности мозга.
3. Неинвазивные - внешние приборы регистрируют электрическую активность мозга.

Сложность работы с инвазивными и полуинвазивными нейроинтерфейсами связана с повреждением нервных тканей в месте контакта с электродом, что в дальнейшем приводит к полному отмиранию этого участка мозга. Однако даже они не обеспечивают сто процентной гарантией точности результата. В свою очередь такие "вживленные" интерфейсы гораздо эффективнее неинвазивных, так как кора головного мозга и кожа являются препятствием между внешним прибором, считывающим импульсы. Также остается открытым вопрос о питании инвазивных устройств. Есть такая вероятность, что энергию нейроинтерфейс будет получать напрямую от организма человека. Стоит отметить, что сами люди выступают в роли барьера. Технологии, про которые люди читали несколько десятков лет назад в научно-фантастической литературе, сейчас же являются нашим неотъемлемым будущим, наступившим молниеносно и незаметно. Предвзятость людей - корень проблемы непонимания и непринятия прогресса. Мало людей, которые захотят вживить себе устройство. Отсюда вытекает следующая сложность - проблема в обеспечении конфиденциальности. Считывая информацию, получаемую

непосредственно из мозга, нейроинтерфейс буквально будет читать мысли. Не зависимо от степени защиты информации, взломать можно любую систему. Поэтому данный вопрос стоит очень остро сейчас. Возможно, развитие технологии "мозг-компьютер" наберет такие обороты, что в поздних версиях система сможет подчинять контроль над телом человека и вовсе заменять его личность на другую. Однако вернемся к более реальным вопросам. Первым будет недостаток на рынке квалифицированных специалистов, которые умели бы работать со сложными алгоритмами и технологиями. Вторая, и, пожалуй, ключевая сложность в расшифровке сигналов, так как на данный момент нет полной и четкой картины, как работает человеческий мозг. Появляется проблема в реализации корректных алгоритмов для верной расшифровки импульсов, подаваемых мозгом. Несмотря на все сложности и проблемы, связанные с этическими и юридическими аспектами реализации, главная цель современных нейроинтерфейсов — максимально раскрыть потенциал человеческого мозга, о котором мы пока даже не догадываемся.

На данный момент лидерами в области применения выступают такие сферы деятельности человека, как медицина, развлечения и саморазвитие. Остановимся подробнее на каждом из направлений, выделив ключевые аспекты. Диагностика неврологических заболеваний, восстановление утраченных функций мозга – это направления, в которых нейроинтерфейсы помогают уже сейчас человеку. Полностью парализованные или люди, с потерянной частью тела, могут посылать сигналы мышцам рук, ног, головы. Также существуют отдельные разработки роботизированных протезов и даже экзоскелетов, работающих по принципу, описанному выше. Кроме кохлеарных имплантатов, существуют уже нейронные имплантаты сетчатки глаза, которые помогают восстановить зрение.

Приложения для саморазвития и игры – вторая обширная область, идущая после медицины, где нейроинтерфейсы выступают в роли помощника, позволяя играть без клавиатуры и джойстика. Однако на рынке представлены не только игры, но и приложения, пользующиеся популярностью, для развития и

тренировки способностей человека. Благодаря многочисленным проведенным исследованиям появилось более четкое представление, какая область мозга отвечает за состояние человека. Объединяя алгоритмы фиксирования уровня внимательности и концентрации с внешними считывающими устройствами (ЭЭГ и электромиография), на выходе получаем информацию о состоянии сознания конкретного человека в данный момент. Стоит отметить основных игроков на рынке развлечений: NeuroSky, Emotiv и OCZ. Так, показать, как работает на практике интерактивная тренировка концентрации и внимания, можем на примере игры «Mind The Ant» от NeuroSky. Суть игры - заставить муравья доставить предмет в муравейник. Сложность, пожалуй, заключается в том, что муравей двигается без остановки только при определенном уровне внимания, который нужно постоянной поддерживать. Как только уровень падает ниже отметки на шкале, муравей останавливается с потерей времени и ухудшением результата игрока. Регулярные тренировки позволяют, несмотря на отвлекающие внешние и внутренние факторы, вырабатывать требуемый уровень концентрации.

Приведенный выше частичный список компаний, работающих в направлении игр и развлечений, следует расширить и представить не только зарубежные, но и российские организации. Однако большинство нейроинтерфейсов, представленных на рынке, являются неинвазивными. Устройства выступают как портативные ЭЭГ-гарнитуры, шлемы или наушники с различным функционалом и количеством электродов.

- В 2009 году компания Emotiv Systems разработала нейроинтерфейс в виде шлема с 14 электродами, который с помощью двух гироскопов регистрировал 13 частот мозга, сокращения мышц и движения головы. Устройство может определять эмоциональное состояние человека и также фиксировать уровень стресса, что помогает диагностировать психические расстройства на основе 3D модели головного мозга.

- Одной из первой на рынок в 2014 году вышла канадская компания InteraXon с собственной гарнитурой, способной взаимодействовать с

компьютером или мобильным устройством. Преобразуя сигналы мозга в звуки, устройство помогает медитировать и улучшить концентрацию.

- В Facebook разрабатывается технология неинвазивного нейроинтерфейса, которая будет иметь возможность публикации постов и написания комментариев без помощи рук.

- Крупнейший в мире японский автопроизводитель Nissan разрабатывает и внедряет нейрошлем, который помогает лучше реагировать на изменение ситуации, предсказывая действия водителя, тем самым позволяя обеспечить безопасность на дороге.

- Самой известной компанией, занимающейся разработкой инвазивных нейроинтерфейсов, является компания Илона Маска Neuralink. В прошлом году компания презентовала свиней с инвазивными чипами, чья мозговая активность транслировалась на мониторе. В апреле 2021 была представлена обезьяна, играющая в игру также с помощью нейрочипа.

- Российская компания Innovative Brain Solution создает нейроинтерфейсы для реабилитации после инсульта, а также для улучшения спортивных результатов.

- Российский исследовательский центр расположен в лаборатории нейрофизиологии и нейроинтерфейсов МГУ им. М. В. Ломоносова. Результатом работы является появление такой технологии как «Нейрочат», позволяющий общаться людям с ограниченными возможностями.

- В «Иннополисе» разработан и представлен нейроинтерфейс – тренажер для мозга, который регистрирует состояния мозга и на основе полученных данных позволяет улучшить взаимодействия между нейронами. Обобщая все сказанное, в качестве иллюстрации хотелось бы остановиться на примере автомобиля с нейроинтерфейсом немецкой компании Mercedes-Benz. Представленная в начале 2020 года концепция Mercedes-Benz Vision AVTR (рис. 1) уже в этом году была выставлена в автосалоне IAA Mobility 2021 в Мюнхене. Дизайн электрокара, вдохновленный фильмом «Аватар», содержит устройство BCI (интерфейс мозг-компьютер), позволяющее управлять машиной "силой

мысли".

Неинвазивный нейроинтерфейс крепится к голове человека (водителя или пассажира), после происходит калибровка – человек смотрит на световые точки, расположенные на передней панели, и система устанавливает связь между автомобилем и человеком. Благодаря электроэнцеелограмме гарнитура считывает и определяет на какие световые точки на панели, которые соответствуют определенным задачам, направленно в данный момент внимание пользователя.



Рисунок 1. Mercedes-Benz Vision AVTR

Такое устройство позволяет переключать радиостанции, регулировать климат и освещение в салоне, выбирать маршрут к парковкам, отвечать на телефонные звонки, открывать окна. Внедрение интерфейса мозг-компьютер в массовую эксплуатацию должен обеспечить более безопасную дорогу, так как водитель не будет отвлекаться на мелкие, незначительные вещи.

В заключение следует сказать, что данное направление стремительно раскрывает свой потенциал, чему свидетельствуют множественные исследования и разработки. Однако требуются дальнейшие исследования и разработки профилей безопасности, формирование стандартов клинических исследований при разработке технологии симбиоза электронно-вычислительных машин и мозга человека.

### **Библиографический список:**

1. Статья «Нейрокомпьютерный интерфейс» [Электронный ресурс]  
URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейрокомпьютерный\\_интерфейс](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейрокомпьютерный_интерфейс) 1.
2. Статья «Нет предела совершенству: как нейроинтерфейсы помогают человечеству» [Электронный ресурс] URL:  
<https://habr.com/ru/company/cloud4y/blog/458330/>.
3. Статья «Нейроинтерфейсы – наше будущее» [Электронный ресурс]  
URL: <https://tjournal.ru/u/394103-maksim-tyurenkov/369804-neyrointerfeysy-nashe-budushchie>.
4. Статья «Силой мысли: история нейроинтерфейсов, современные разработки и финансовые перспективы области» [Электронный ресурс] URL:  
<https://vc.ru/future/18995-neurointerfaces>.