

# НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ

Студент группы 10309124 Сивый И.С.

*Научный руководитель – старший преподаватель Стаселович А.В.*

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Нейроинтерфейс или интерфейс «мозг-компьютер» — это название технологии, которая позволяет передавать информацию из мозга прямо на внешнее устройство. В качестве таких устройств могут выступать смартфоны, компьютеры, умные дома, протезы и любые другие электронные устройства [1]. Удобная и полезная технология, но как она работает? Разберём данный вопрос с биологической, технологической и даже с философской точек зрения.

## *Биологический аспект технологии.*

Мозг — это сложный орган, который является частью центральной нервной системы (ЦНС). Как главный орган ЦНС, он контролирует и регулирует большинство функций человеческого организма. Считается, что мозг состоит из более чем 100 миллионов мозговых клеток, главным образом глиальных клеток и нейронов. Всё это разнообразие работ, выполняемых мозгом, сводится практически к двум его элементарным составляющим – нейронам и глиальным клеткам! Учитывая, что последние выполняют поддерживающую работу и не принимают прямого участия в выполнении этого большинства функций, остаётся разобраться только с нейронами.

Головной мозг работает путём передачи информации между нейронами посредством электрохимических импульсов. Эта передача информации происходит во время соединения двух нейронов, что называется синапсом. Передача информации между нейронами (рис. 1) длится миллисекунды. Одновременно и скоординированно происходят сотни соединений, которые позволяют нам адекватно воспринимать информацию, понимать её и отвечать окружающему миру. Взаимодействуя посредством синаптических связей, нейроны формируют сложные электрические импульсы, которые контролируют деятельность всего организма [2].

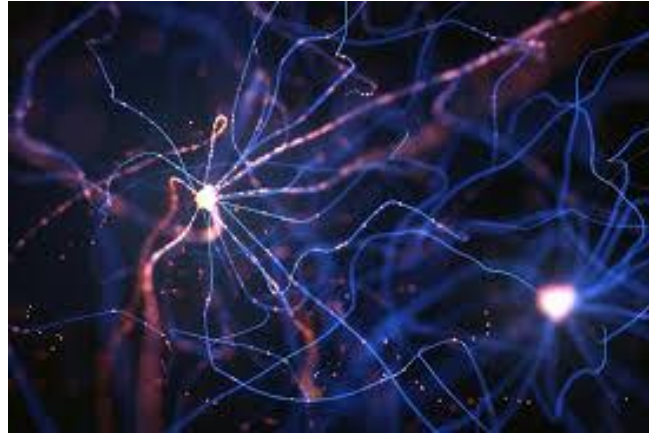


Рисунок 1. Нейроны

Таким образом, нейроны создают множество электрических сигналов различной сложности. Эти различные комбинации сложности и количества вполне логично могут позволить контролировать огромное количество функций организма.

*Технологический аспект. Способы считывания информации.*

Нейроинтерфейсы получают информацию из мозга с помощью различных технологий, которые позволяют регистрировать электрическую активность нейронов. Вот основные методы:

1. Электроды. Нейроинтерфейсы могут использовать инвазивные (внедряемые в мозг) и неинвазивные (поверхностные) электроды для измерения электрической активности нейронов. Инвазивные электроды (рис. 2) обеспечивают более точные данные, но требуют хирургического вмешательства.



Рисунок 2. Инвазивный электрод

2. Электроэнцефалография (ЭЭГ). Это неинвазивный метод, который использует электроды, размещенные на коже головы, для записи электрической активности мозга. Электроэнцефалография (рис. 3) может быть использована для анализа паттернов активности мозга в реальном времени.

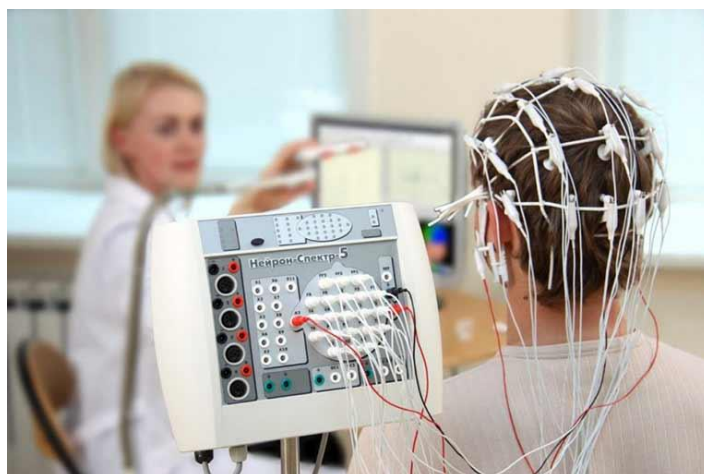


Рисунок 3. Электроэнцефалография

3. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ). Этот метод измеряет изменения кровотока в мозге, что позволяет оценивать активность различных его областей. Хотя использование функциональной магнитно-резонансной томографии (рис. 4) менее прямое, чем при использовании электродов, он предоставляет информацию о том, какие области мозга активны во время выполнения определенных задач.



Рисунок 4. Функциональная магнитно-резонансная томография

4. Световые технологии. Используются световые технологии для регистрации активности нейронов. Например, метод флуоресцентной визуализации позволяет отслеживать активность отдельных нейронов с помощью специальных красителей.

## *Принцип работы технологии*

1. Считывание сигналов и запись активности мозга. Сигналы, полученные от нейронов, могут представлять собой потенциалы действия или другие электрические изменения, связанные с различными когнитивными процессами;

2. Обработка сигналов:

2.1 Фильтрация и усиление. Записанные сигналы часто содержат шум и артефакты (шум внемозговых тканей), поэтому их необходимо фильтровать и усиливать для выделения полезной информации.

2.2 Извлечение признаков. На этом этапе используются алгоритмы для выделения ключевых характеристик сигналов, которые могут быть связаны с конкретными намерениями пользователя (например, движение руки, выбор объекта и т.д.);

3. Интерпретация данных:

3.1 Применение заранее обученных систем. Используются алгоритмы машинного обучения для анализа извлеченных признаков и определения намерений пользователя. Модель обучается на основе данных, собранных во время тренировочных сессий.

3.2 Классификация. Алгоритмы классифицируют сигналы и точно определяют, какое действие пользователь хочет выполнить (например, перемещение курсора или активация устройства);

4. Управление устройствами. После интерпретации данных нейроинтерфейс отправляет команды на внешние устройства (например, компьютер, протез или игровую приставку), позволяя пользователю взаимодействовать с ними с помощью своих мыслей;

5. Обратная связь. Для повышения точности и удобства использования важно предоставлять пользователю обратную связь о выполнении действия. Это может быть визуальная, тактильная или аудиальная информация о том, как система реагирует на его мысли.

Принцип работы технологии схематично представлен на рис. 5.



Рисунок. 5. Принцип работы технологии

*Философский, а точнее психофизиологический аспект технологии*

Итак, вопрос: можно ли с помощью какого-нибудь прибора «прочитать» мысли? Профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрофизиологии и нейроинтерфейсов биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова Александр Яковлевич Каплан ответил так: «Я считаю, что это невозможно. Физический прибор регистрирует лишь слабые отголоски физиологической жизни мозга. Мы же не можем подключиться непосредственно к каналам передачи информации внутри мозга, чтобы перехватить его сигналы. А если бы и могли, то где те шифры и коды, которые позволят нам понять язык общения нервных клеток? Возьмем классическую электроэнцефалографию. Мы закрепляем на голове электроды и регистрируем электрические потенциалы на поверхности черепа. Клетки общаются между собой посредством электрических импульсов, и это общение мы можем улавливать примерно так же, как если бы мы приложили микрофон к корпусу компьютера. Что-то дребезжит, что-то трещит — но это не информационный сигнал. В мозге мы знаем только некоторые адреса: например, куда приходит крупная зрительная и слуховая информация, — но не знаем кодов и протоколов. Даже если предположить, что мы прочитали программный код мозга, это не решило бы задачи, ведь сам код постоянно модифицируется, потому что мы приобретаем новый опыт. Экспериментатор может одинаково звенеть колокольчиком перед испытуемым несколько раз подряд, а энцефалограмма будет всякий раз разной. Я думаю, что мы никогда не научимся читать мысли» [3].

Сергей Горюшко, нейрофизиолог и координатор научных разработок в компании «Лаборатория знаний» [4], также отмечает, что нейроинтерфейсы могут выявить не все мысли, а лишь определенные аспекты психической активности. Основываясь на их мнениях, можно выделить несколько значительных выводов:

I. Прочитать все виды мыслей компьютер не может. Мысль – сложное и многогранное понятие, зашифрованное нейронами, а код шифрования постоянно меняется.

II. Компьютер может определить намерения и эмоции, которые испытывает человек. Степень концентрации, интерес и эмоциональные всплески могут быть зафиксированы, особенно если человек фокусируется на определенном намерении. Результат будет ещё лучше, если предварительно несколько раз протестировать испытуемого: выяснить, какая электрическая активность связана с определенным и намерениями.

III. Компьютер может прочитать определённые мысли только при предварительном обучении.

#### *Выводы и перспективы*

На сегодняшний день технологии нейроинтерфейсов продолжают развиваться и совершенствоваться, и, хотя они не повсеместно внедрены, определённые успехи уже достигнуты. Эти технологии активно используются на уровне отдельных лабораторий и экспериментов, и результаты исследований выглядят многообещающими. Например, вышеупомянутый Сергей Горюшко и его команда часто используют нейроинтерфейсы в исследовательских работах в образовательной сфере: с помощью устройства BrainBit, разработанного российской компанией «НейроМД», и Muse (рис. 6), созданного канадским разработчиком InteraXon, они выяснили, что при просмотре видео продолжительностью от 8 до 11 минут, у студентов выше всего уровень концентрации и увлечённости [4].

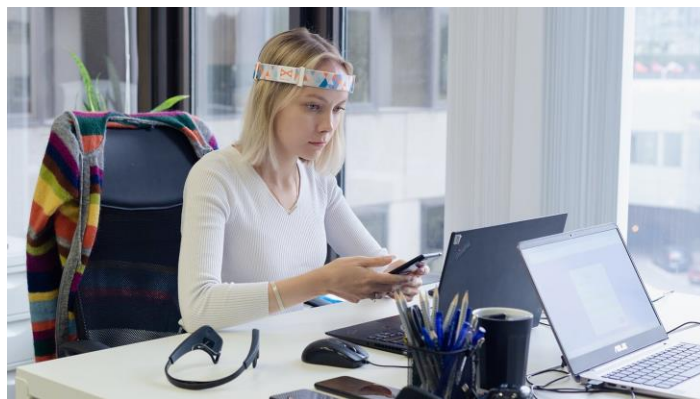


Рисунок 6. Нейроинтерфейсы BrainBit (на голове у девушки) и Muse (на столе)

При помощи гарнитуры Dev Kit компании NextMind можно управлять телевизором или компьютерными играми. Для активации управления достаточно сфокусировать внимание на нужном элементе.

В разработке сейчас инвазивный нейроинтерфейс — Neuralink Илона Маска — чип размером меньше монеты должен вживляться в мозг и улучшать его функционирование, позволяя передавать звуки и даже обеспечивать телепатическую связь между носителями. Также стоит отметить мозговой чип Strentode стартапа Synchron, который помогает парализованным людям силой мысли управлять компьютером [5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейроинтерфейс — это технология способная во многом изменить наш мир. Она находит активное применение в медицине, образовании, повседневном досуге. Она может во многом облегчить нашу жизнь, помочь людям. Однако полезность этой технологии зависит от нас и того, как мы её применяем.

Нейроинтерфейсы теоретически могут предоставить большое количество возможностей. Они способны не только «восстанавливать» некоторые функции организма, но и улучшать их. Например, улучшение памяти, гормональных процессов (по словам Илона Маска, чип сможет контролировать гормоны, справляться с тревожностью и даже заставить мозг работать эффективнее) [6].

Технология нейроинтерфейсов также может быть использована в профессиональной деятельности. Объединив её с системами трехмерного

проектирования, такими как КОМПАС-3D или AutoCAD, можно значительно упростить работу. Ваши намерения и идеи будут мгновенно передаваться в компьютер, что оптимизирует процесс работы.

Нейроинтерфейс – будущее, которое почти наступило. А какое будущее, зависит только от нас.

### *Литература*

1. Морошкина, А. Нейроинтерфейс: что это, виды, перспективы // РБК Тренды. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/education/616d31f09a7947dc785b2ab1>
2. CogniFit research. Человеческий мозг [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.cognifit.com/ru/brain?srsId=AfmBOopvPMGAKbwUdnjuqpgac2iIsL5d5aEddmb4LUt0t0VpD0FgpgD>
3. Чернозатонская, Е., Каплан, А. Заглянуть в мозг // БИГ-И. 18.11.2011. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://big-i.ru/management/operatsionnoe-upravlenie/a11134>
4. Skillbox Media. Как используют нейроинтерфейсы в образовании: «Можно определить, что показалось скучным» // Skillbox. 11.09.2023. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://skillbox.ru/media/education/kak-ispolzuyut-neyrointerfeysy-v-obrazovanii-mozhno-opredelit-chto-pokazalos-skuchnym/>
5. xlebanet. Нейроинтерфейс — будущее, которое почти наступило // Хабр. 27.02.2021. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/544546/>
6. РБК новости. Компании Маска Neuralink разрешили испытывать чипы на мозгах людей // РБК. 26.05.2023. [Электронный ресурс] – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/646ff19a9a7947de37bc07c7>