

НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ

Е.И.РЯЗАНЦЕВ¹, Т.А.САХНОВИЧ²

¹ студент учебной группы 10302222

² к.э.н., доцент кафедры «Инженерная экономика»
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Целью статьи является подробное рассмотрение вопроса развития и использования нейротехнологий во всех возможных аспектах человеческой деятельности в любом доступном их проявлении.

Ключевые слова: нейротехнологии, наука, искусственный интеллект, исследования, нервная система, моделирование, нейросети.

NEUROTECHNOLOGY

E.I.RYAZANTSEV¹, T.A.SAKHNOVICH²

¹ student of study group 10302222

²Phd, Associate Professor of the Department of «Engineering Economics»
Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The purpose of the article is a detailed consideration of the development and use of neurotechnologies in all possible aspects of human activity in any available manifestation.

Key words: neurotechnology, science, artificial intelligence, research, nervous system, modeling, neural networks.

Концепция нейротехнологий зародилась в тот момент, когда люди смогли лицезреть деятельность мозга, созерцая ее в прямой трансляции. Нейротехнологии уже дали человечеству возможность исследовать и защитить самый незаменимый орган в теле, изучать и прогнозировать поведение любых других разумных существ и даже влиять на образ жизни и личность человека.

Отрасль нейротехнологий как нельзя лучше воплощает в себе движущую силу науки. Благодаря упорному развитию этого направления в последние 20 лет, мы в данное время имеем доступ к основам строения, полной палитре функций и невероятным исследовательским перспективам. Уже сейчас часть изученных нами нейротехнологий органично сочетается и взаимодействует с гораздо большим количеством прочих аспектов жизни обывателя, чем предполагалось.

Особенно плотно данная область сплелась с робототехникой и технологией искусственного интеллекта ввиду смежных интересов и объема извлекаемой пользы.

Однако, как это зачастую происходит, сейчас эта область как никогда раньше нуждается в достойных специалистах, способных развивать ее дальше. Она является одним из основных направлений научных исследований в БНТУ в рамках НИР с профессором В.М. Колешко во главе научного руководства, входя в область «Инженерии интеллектуальных систем» или же «Intelligent System Engineering».

Возможность предугадать запрос потребителя или просчитать ход мыслей конкурента на рынке, лишь правильно воспользовавшись скудными имеющимися данными – мечта любой компании, заинтересованной в успешной реализации своего продукта, и это лишь крайне поверхностные плюсы нейромаркетинга, где факторы, так или иначе влияющие на ситуацию могут не ограничиваться одной лишь интерпретацией предпочтений, целей и средств, а способны вобрать в себя считывание показаний мозга, взгляда и настроения человека, баланс выделения гормонов, пульса, дыхания и прочих систем, подконтрольных ЦНС (центральной нервной системе).

Исследование и внесение изменений в строение мозгового отдела, согласно результатам многих археологических раскопок, началось еще в неолитическом периоде, около 7000 лет назад, и даже были описаны в трудах Гиппократов. На подвергшихся трепанации черепах были обнаружены признаки неврологических заболеваний, однако такое наблюдалось далеко не на всех экземплярах. Как выяснилось, в древности люди пользовались трепанацией в ритуалах, обрядах и даже в жертвоприношениях.

В дальнейшем трепанация была развита и преобразована, в лоботомию, запрещенный на данный момент вид хирургического вмеша-

тельства и одне из форм психохирургии, в процессе которой оперируемая доля мозга (теменная, затылочная, височная или лобная) подвергается рассечению или разъединению с другими областями. Лоботомия была разработана в 1935 году португальцем, чьими научными трудами и медицинскими открытиями являются церебральная ангиография, которая в различных формах еще актуальна в наши дни и торотраст. Процедура не только практиковалась в формате частного лечения, но и вскоре была принята на экспериментальной основе в Румынии, Италии, США, Кубе и Бразилии.

Особенно широкого распространения удостоился метод трансорбитальной лейкотомии, при которой череп пациента сверлению не подвергался, а сам пациент находился под влиянием ЭСТ (электросудорожной терапии), иногда приводившей к потере памяти.

Передняя цингулотомия – деструкция нервных волокон поясного тракта, проходящих через переднюю поясную извилину.

Лимбическая лейкотомия – деструкции подвергаются волокна коры поясного тракта, передних отделов поясной извилины и лобно-стриато-лимбических проводящих путей под местным обезболиванием с внутривенным введением седативных средств.

Передняя капсулотомия – нейрохирургическая операция, проводимая не без введения седативных препаратов под местным или же общим обезболиванием и заключающаяся в применении фокусированного гамма-излучения или высокотемпературном воздействии на волокна.

Субкаудальная трактотомия – операция, являющаяся относительно редкой в области нейрохирургии и разработанная на фундаменте методики «орбитальных зарубок» британским ученым Джеффри Найтом.

Продвижение в развитии нейротехнологий шло в унисон с развитием технологий, позволяющих распознавать и фиксировать различные процессы и потоки данных нейронных связей человека.

Электроэнцефалография – незаменимый по своей сути неинвазивный метод регистрации биоэлектрической активности головного мозга для исследования его функционального состояния.

ЭЭГ как область начала развиваться ближе ко второй половине 19-го века: в 1849 году Эмиль Генрих Дюбуа-Реймон обнаружил у мозга электрогенные свойства, позже Ричард Катон зарегистрировал следы слабых токов у мозга обезьян и кроликов и в 1875 году посетил

заседание Британской медицинской ассоциации. В ходе электроэнцефалографии исследуется нейронная активность и устанавливается наличие какого-либо моторного или когнитивного события, но при нестабильном психоэмоциональном состоянии обследуемого качество диагностики прямо пропорционально ухудшается и результаты на основе данных приборов, будучи искаженными, не дадут никакой ощутимой пользы.

Не менее значимым инструментом в области изучения строения и функций мозга является магнитно-резонансная томография, принцип которой заключается в измерении электромагнитных откликов, возникших в ответ на воздействие на атомные ядра определенным сочетанием электромагнитных волн извне.

Ее история началась с создания изображения, полученного благодаря индуцированному локальному взаимодействию американским профессором химии Полом Лотербуром. Впоследствии алгоритм получения изображения был многократно улучшен британским физиком Питером Мэнсфилдом, профессором Ноттингемского университета и в 2003 году обоим исследователям была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине.

Нельзя не упомянуть также о методе диагностики неврологии, кардиологии и онкологических заболеваний – позитронно-эмиссионной томографии. Основанная на управляемой аннигиляции электронов с позитронами и последующего наблюдения пары гамма-квантов революционная концепция томографии целиком воплотила в себе направление активно развивающегося исследовательского и диагностического метода ядерной медицины. Отслеживание распределения и концентрации отдельных биологически активных сложных соединений широко применяется в клинической онкологии.

Предложена позитронно-эмиссионная томография была в 1950-х годах, а до конца сформирована, разработана как устойчивый метод и доработана она была к 1975 году.

На данный момент нейротехнологии не представляют из себя целостной и монолитной структуры, так как данная отрасль охватывает великое множество разнообразных наук и областей, но целиком сводится к визуализации, пониманию, исправлению и улучшению работоспособности мозга.

Визуализация осуществляется посредством таких методов, как ПЭТ, МРТ или КТ, позволяющих зафиксировать местоположение

множества болезней, травм или точек активности внутри черепной коробки.

В наблюдении, измерениях и понимании мы полагаемся на ЭЭГ или смежный ей метод МЭГ, дающий возможность локализовать магнитные поля и, таким образом, подробнее изучить процессы в различных участках мозга.

Улучшение работы ЦНС (центральной нервной системы) и различных мозговых отделов – одна из наиболее частых в интригующих тем в заголовках новостей о новых плодах исследований в сфере нейротехнологий. «Улучшение» может одновременно подразумевать под собой как непосредственную стимуляцию сложнейших нейрохимических процессов и увеличение когнитивных способностей путем подачи тока низкого напряжения через электроды или удаленное взаимодействие с внедренными стволовыми клетками, способными дифференцироваться, делиться и самообновляться, что способствует установлению большего количества связей между нейронами и последующему производству новых клеток.

Большинство из вышеупомянутых достижений находятся на этапе развития и используются не в столь широком спектре возможностей, как можно себе представить. Эта область несет название нейромодулирования, сочетающая в себе базовые основы нейробиологии и технологии нейроимплантатов.

Возможность изменения нейронной активности посредством целенаправленной нейрохимической или электрической стимуляции определенных неврологических участков тела спровоцировала необходимость создания «нейроинтерфейса», нейронной системы, обеспечивающей взаимодействие и обмен между мозгом и внешним устройством, будь то инвалидная коляска, бытовой прибор или целая система искусственных органов чувств. Прямая связь между электрической активностью мозга и объектом управления осуществляется за счет нейрочипа. Интерфейс типа «мозг-машина» или «мозг-компьютер» может представлять из себя один из трех классов:

Неинвазивный:

- Электроокулография – используется для оценки уровня выполнения надлежащих функций пигментного эпителия и последующего анализа электроокулограммы – результата диагностики;
- Магнитоэнцефалография – применяется для подробного изучения различных когнитивных процессов наподобие слуха, зрения и

языковой обработки, а также для выявления и обследования черепно-мозговых травм;

- Электроэнцефалография (ЭЭГ)
- Магнитно-резонансная томография (МРТ);

Частично инвазивный:

- Электродкортикография/интракраниальная электроэнцефалография (ЭКоГ/ИЭЭГ) – вид электрофизиологического мониторинга, использующего электрические проводники для контакта с неметаллической частью цепи, электроды, размещаемые на поверхности головного мозга;

- Эндоваскулярная хирургия – инновационная процедура, используемая для решения проблем и лечения болезней, затрагивающих систему кровеносных сосудов;

Инвазивный:

- «Массив микроэлектродов» (Microelectrode arrays) – Семейство устройств, содержащих от нескольких десятков до тысяч микроэлектродов, предназначенных для обмена нейронными сигналами и соединяющих электронные схемы с нейронами и, таким образом, выступающих в качестве нейронных интерфейсов.

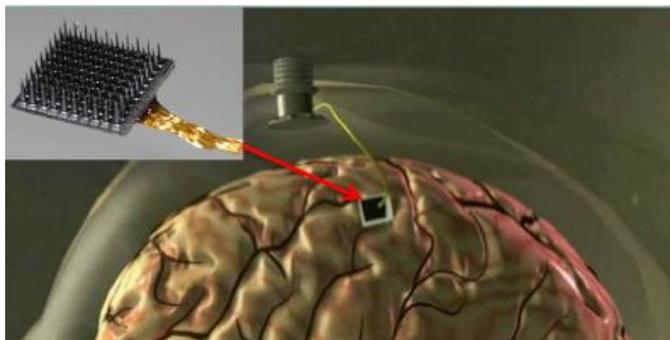


Рисунок 1 – Одна из вариаций массива микроэлектродов

Нейропротезирование является одним из первых шагов на пути к созданию полноценного нейроинтерфейса. Нейропротезирование – одна из отраслей нейробиологии (неврологии), занимающейся научными исследованиями нервной системы, ее функций и нарушений. Она междисциплинарна, так как объединяет в себе химию, физику,

молекулярную биологию, психологию, анатомию, физиологию и математическое моделирование, а в основе концепции данной отрасли лежат основы сознания, поведения, восприятия, памяти и обучения.

Работы и достижения Мигеля Анжело Лапорта Николелиса воплотили в реальность интерфейсы, способные считывать «команды» для движения рук и «переводить» их на «язык» искусственных манипуляторов. В переходном этапе уже к 2019 году был создан нейроинтерфейс, помогающий пациентам, обладающим нарушениями речи, вызванными разнообразными неврологическими расстройствами, а в 2021 та же группа исследователей опубликовала впечатляющий потенциал нейроинтерфейса, заточенного под расшифровку букв и словосочетаний пациента, не имевшего возможности говорить не менее 15 лет.

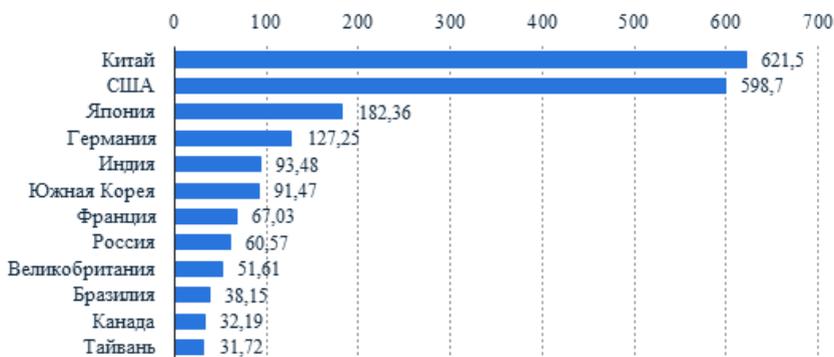


Рисунок 2 – Объем вложенных средств в развитие нейротехнологий на момент 2021 года, млрд. долларов

Государственные инвестиции в нейротехнологии с 2013 года превысили 6 миллиардов долларов. Частные инвестиции в нейротехнологические компании также значительно выросли: с 2010 по 2020 год ежегодное финансирование увеличилось в 22 раза, достигнув 7,3 миллиарда долларов и составив в общей сложности 33,2 миллиарда долларов к 2020 году. По прогнозам, к 2027 году рынок нейротехнологических устройств достигнет 24,2 миллиарда долларов.

Сенсорная модальность – одна из наиболее приоритетных целей, поставленных на данный момент. Сейчас, хоть и находится на стадии

разработки, но все еще отсутствует абсолютно универсальная, надежная, точная и безопасная технология внедрения во «внутреннюю» нейронную систему головного мозга. Также уже существуют прототипы нейромодулей, обрабатывающих и преобразующих не только сигналы внутренней среды для проецирования взаимодействия на внешнюю, но и кодирующих периферийные (внешние) сигналы для подачи их напрямую в мозговой отдел, то есть, подразумевающих обратную связь. Адаптация любой системы к своему носителю часто стоит под вопросом, однако в некоторых разновидностях нейроинтерфейса подразумевается анализ, оценка и более глубокая интерпретация взаимодействия мозга и интерфейса, улучшая и оптимизируя использование нейроимплантата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии восстановления и расширения ресурсов мозга человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2013/12/Tehnologii-vosstanovleniya-i-rasshireniya-resursov-mozga-cheloveka_Skoltech.pdf – Дата доступа: 30.03.2024.
2. Нейротехнологии для когнитивной аугментации человека: современное состояние и перспективы на будущее [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6365771/> – Дата доступа: 30.03.2024.
3. Нейротехнологии: прикладной интерес [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/186419703.html> – Дата доступа: 30.03.2024.
4. Выявление функции нейронов с помощью записей массива микроэлектродов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4285113/> – Дата доступа: 30.03.2024.

REFERENCES

1. Technologies for restoring and expanding human brain resources [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.skoltech.ru/app/data/uploads/2013/12/Tehnologii-vosstanovleniya-i-rasshireniya-resursov-mozga-cheloveka_Skoltech.pdf – Date of access: 30.03.2024.

2. Neurotechnologies for human cognitive augmentation: current state and future prospects [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6365771/> – Date of access: 30.03.2024.

3. Neurotechnology: applied interest [Electronic resource]. – Mode of access: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/186419703.html> – Date of access: 30.03.2024.

4. Revealing neuronal function using microelectrode array recordings [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4285113/> – Date of access: 30.03.2024.