

ОТЧЕТ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ
РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»:
«НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ»,
«НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»

Москва 2024

Отчет 95 с., 1 кн., 39 рис., 53 источн.

НЕЙРОМАРКЕТИНГ, ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ, РЕКЛАМА,
НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ, НЕЙРОГЕЙМИНГ, НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ,
НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ

Объектом исследования - рынок Нейронет (средств человеко-машинных коммуникаций, основанных на передовых разработках в нейротехнологиях и повышающих продуктивность человеко-машинных систем, производительность психических и мыслительных процессов), представленный тремя сегментами:

- «НейроОбразование»;
- «НейроРазвлечения и спорт»;
- «НейроКоммуникации и маркетинг».

Предметом исследования являются значимые рыночные и технологические тренды развития технологий по трем рассматриваемым сегментам.

В Программе инфраструктурного центра по развитию отдельного направления Национальной технологической инициативы «Нейронет» 3.0 в разделе 4. «Описание и оценка масштабности и охвата аналитических исследований по развитию российского и международного рынка по направлению Национальной технологической инициативы» определена необходимость изучения характеристик ключевых индикаторов рынка.

По результатам исследования, проведенного в рамках Мероприятия 8 Программы, должны быть определены основные технологии, применяемые на рынке; основные тренды, барьеры и риски для каждого из ключевых сегментов.

С этой целью разрабатываются национальный и международный нормативно-технический ландшафт, проводится обзор ключевых научных разработок в России и мире по результатам библиометрического и патентного анализа, в том числе по показателям компаний НТИ, вовлеченных в реализацию направлений «НейроОбразование», «НейроРазвлечения и спорт» и «НейроКоммуникации и маркетинг», с целью обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации.

Анализ проводится на основании данных и публикаций компаний-разработчиков, производителей и пользователей технологий «Нейронет», технологических консультантов и аналитиков, на основании патентных баз данных и публикаций компаний - разработчиков технологий «Нейронет» с использованием

таких ресурсов, как: Orbit Intelligence, платформа The Lens, eLIBRARY.RU, Scilit, Dimensions, ResearchGate, Google Scholar, Google Patents, Яндекс.Патенты и другие.

В исследовании в качестве основного метода использовался метод анализа документов для получения информации, значимой для целей исследования. В качестве документальной информация, фиксированной в печатном, рукописном или оцифрованном тексте изучались журналы, статьи, диссертации, патентные публикации, интернет-ресурсы.

По результатам выполнения настоящего исследования проанализированы рыночные и технологические тренды, ключевые участники инновационных процессов, география и темпы патентования, области применения технических решений, выявлены наиболее перспективные направления для предприятий «Нейронет» в целях обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации.

РЕФЕРАТ	2
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ	8
ВВЕДЕНИЕ	10
ЧАСТЬ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ»	12
1. Обзор мирового рынка «Нейронет» в сегменте «НейроОбразование»	13
2. Российский рынок сегмента «НейроОбразование»	22
3. Обзор глобальных технологических трендов: перспективы их развития, ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета.	24
ЧАСТЬ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ»	34
1. Обзор мирового рынка «Нейронет» в сегменте «НейроРазвлечения и спорт»	34
2. Российский рынок сегмента «НейроРазвлечения и Спорт»	40
3. Обзор глобальных технологических трендов: перспективы их развития, ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета	41
ЧАСТЬ 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»	57
1. Обзор мирового рынка «Нейронет» и глобальных технологических трендов в сегменте «НейроКоммуникации и маркетинг».	63
2. Барьеры, ограничивающие развитие сегмента «НейроКоммуникации и маркетинг»	79
3. Перспективные научно-технологические тренды и ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	89

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Большие данные, Big Data	– структурированные и неструктурированные данные огромных объемов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемые горизонтально масштабируемыми программными инструментами.
Зеркальные нейроны	– нейроны головного мозга, которые возбуждаются как при выполнении определенного действия, так и при наблюдении за выполнением этого действия другими, результатом чего является подражание.
Копинг (Coping strategy, Coping)	– совокупность когнитивных, эмоциональных и поведенческих стратегий преодоления стресса и психологически трудных ситуаций в обыденной жизни.
Ментальная репрезентация	– результат отображения внешнего в виде системы сложившихся представлений, входящих в индивидуальный опыт субъекта (образные, ассоциативные, понятийные и оценочные показатели).
Нейроинтерфейс	– технология, которая позволяет обмениваться информацией между мозгом человека и внешним устройством, часто в виде специальных устройств, таких как шлемы, перчатки или имплантируемые электроды.
Нейронаука	– междисциплинарная область знаний, занимающаяся изучением нейронных процессов.
НейроОбразование	– ключевой сегмент рынка, опирающийся на применение нейрокомпьютерных интерфейсов, элементов виртуальной и дополненной реальности, гибридного интеллекта в области образовательных технологий.
НейроРазвлечения	– (или нейрогейминг) ключевой сегмент рынка, сочетающий в себе нейронауку и технологии для разработки видеоигр, в которых функции мозга пользователя напрямую управляют игрой.
Нейроспорт	ключевой сегмент рынка, сочетающий в себе нейронауку, технологии и спорт для создания инновационных тренировок и реабилитационных программ.
Нейромаркетинг	ключевой сегмент рынка, в область которого входит изучение влияния иррациональных

	факторов на принятие решений потребителями о покупке товаров.
Нейрофидбэк	– нейрообратная связь, терапевтическая методика обучения, которая использует электроэнцефалографию (ЭЭГ) для тренировки функциональной активности головного мозга в реальном времени.
Омниканальность	– (от англ. «omni-channel») объединение всех каналов коммуникации клиента с компанией в единую систему с сохранением всей истории общения и покупок.
Опыт пользователя, восприятие пользователя, опыт взаимодействия	– восприятие и ответные действия пользователя, возникающие в результате использования и/или предстоящего использования продукции, системы или услуги (ГОСТ Р ИСО 9241-210-2016 Эргономика взаимодействия человек-система).
Прайминг	– эффект предшествования, механизм имплицитной памяти, обеспечивающий неосознаваемое и непроизвольное влияние некоторого стимула на действие субъекта в определенной ситуации.
Реабилитация в видеоиграх	– процесс использования обычных игровых приставок и методологии для выявления и улучшения физических и психических недостатков с помощью терапевтических процессов.
Сенсорный маркетинг (Sensory branding)	– тип маркетинга, основной задачей которого является воздействие на чувства покупателей (сенсорика), на их эмоциональное состояние, с целью увеличения продаж. Используется наравне с медиабрендингом, в частности, аудиобрендингом.
Технология AR	– технология, которая позволяет добавлять цифровые объекты и информацию в реальный мир, обеспечивая их взаимодействие в реальном времени.
Технология MR	– технология, которая объединяет элементы виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR).
Технология VR	– технология полного погружения в виртуальный мир с помощью устройств, таких как VR-очки, наушники, перчатки.
Электроэнцефалография	– метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его биоэлектрической активности с помощью специальных электродов, наносимых на голову.

NUDGE

- теория подталкивания, концепция в трансдисциплинарных исследованиях, предполагающая возможность влиять на процесс принятия групповых и индивидуальных решений посредством положительного подкрепления не прямых указаний.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете применяют следующие сокращения и обозначения

ПО	- программное обеспечение;
фМРТ	- функциональная магнитно-резонансная томография;
ЭЭГ	- электроэнцефалография;
Ad-hoc	- категория специальных исследований, проводимых разово, с целью решения конкретных задач («для данного случая»);
AI	- (англ. Artificial Intelligence) искусственный интеллект;
AR	- (англ. Augmented reality) дополненная реальность;
BCI	- (англ. Brain-computer interface) интерфейс мозг–компьютер (ИМК);
BFSI	- (англ. Banking, Financial Services and Insurance) банковские, финансовые услуги и страхование;
CAGR	(англ. Compound annual growth rate) совокупный среднегодовой темп роста;
CJM	- (англ. Customer Journey Map), визуализация опыта взаимодействия пользователя с брендом (продуктом или услугой);
EEG, ЭЭГ	- (англ. Electroencephalography), электроэнцефалография;
ENMG, ЭНМГ	- (англ. Electroneuromyography), электронейромиография;
ERP	- (англ. Event-Related Potential) потенциал, связанный с событием, измеренный отклик мозга, который является прямым результатом определенного ощущения, когнитивного или моторного события;
ESOMAR	- (англ. European Society of Marketing Research Professionals), членская организация, объединяющая исследователей в области рыночной, социальной, социологической аналитики и анализа данных;
ETD	- (англ. Eye-Tracking Device) устройство для отслеживания направления взгляда и регистрации движений головы;
FMCG	- (англ. Fast Moving Consumer Goods) товары повседневного спроса;
fMRI, фМРТ	- (англ. Functional magnetic resonance imaging) функциональная магнитно-резонансная томография;

fNIRS	- (англ. Functional near-infrared spectroscopy), функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия;
GSR, EDA	- (англ. Galvanic Skin Response, ElectroDermal Activity) кожно-гальваническая реакция, электрическая активность кожи;
HMI	- (англ. Human machine interface) человек-машина интерфейс;
HoReCa	- аббревиатура из слов Hotel (отель), Restaurant (ресторан) и Catering (кейтеринг);
IoT	- (англ. Internet of things) интернет вещей;
ISC	- (англ. Introduction to intersubject correlation) междисциплинарный корреляционный анализ данных фМРТ;
MEG, МЭГ	- (англ. Magnetoencephalography) магнитоэнцефалография;
MR	(англ. Mixed reality) смешанная реальность;
MVPA	- (англ. Multi-voxel pattern analysis) мультивоксельный анализ паттернов, как метод определения пространственного паттерна в мозге (по данным фМРТ), вызванного изображением или мысленным воображением конкретного объекта;
NMSBA	- (англ. NeuroMarketing Science and Business Association) глобальная торговая ассоциация занимающаяся НейроМаркетингом;
UX	- (англ. User eXperience) опыт пользователя, восприятие пользователя, опыт взаимодействия;
VR	- (англ. Virtual reality) виртуальная реальность;
XR	(англ. Extended reality) расширенная реальность;
ZMET	- (англ. Zaltman metaphor elicitation technique) техника извлечения метафор Зальтмана, как инструмент исследования рынка.

ВВЕДЕНИЕ

В рамках Национальной технологической инициативы (НТИ) перспективный рынок «Нейронет» характеризуется быстрым ростом и инновационными достижениями в области нейротехнологий, которые представляют собой комплекс инновационных решений, основанных на принципах функционирования человеческого мозга.

В настоящее время, нейротехнологии находят широкое применение в различных отраслях (медицина, фармацевтика, маркетинг, образование, развлечения и спорт и др.), активно развиваются, совершенствуются, что обеспечивает им перспективу для дальнейшего роста и расширения сфер применения. Нейротехнологии обеспечивают новые возможности для повышения эффективности процессов и улучшения качества жизни людей на основе результатов интенсивного изучения человеческого мозга и нервной системы, решения проблем старение населения, нарастания сложности техносферы и увеличение количества техногенных катастроф, резкого возрастания информационной нагрузки.

Ответом на эти вызовы становится появление новых решений на основе нейротехнологий, включая гибридный человеко-машинный интеллект, позволяющий значительно расширить ресурсы человеческого мозга.

В целом, развитие таких ключевых сегментов рынка «Нейронет» как «НейроОбразование», «НейроРазвлечения и спорт», «НейроКоммуникации и маркетинг» определяет растущий интерес к нейронаукам. К примеру, применение нейротехнологий в области образования позволит резко увеличить объем и скорость усвоения новых знаний, а развитие таких технологии, как нейрофитнес и модуляция памяти могут привести к многократному росту когнитивных способностей.

В СМИ регулярно появляются публикации, в которых указанные сегменты рынка рассматриваются относительно их жизнеспособности, истоков и перспектив развития. Полученные результаты исследования, на фоне становления наукоемких и цифровизированных рынков (IoT, VR, AR), показывает, что, несмотря на имеющиеся нерешенные задачи и противоположные мнения, применение инструментальных нейро- решений в практике предпринимательской деятельности будет расширяться.

Полученные характеристики значимых технологических и рыночных трендов, применительно к рассматриваемым сегментам, способствуют не только новому уровню взаимодействия между государством и бизнесом, но и созданию

продуктов, которые в наибольшей степени отвечают ожиданиям потребителей, формированию благоприятной среды для функционирования российского сегмента рынка «Нейронет», укреплению технологического суверенитета страны.

ЧАСТЬ 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ»

«НейроОбразование» как ключевой сегмент рынка Нейронет следует рассматривать как определенную стратегию обучения, основанную на принципах работы нейрокогнитивных процессов при усвоении новой информации в процессе обучения, запоминании, с учетом индивидуальных особенностей человека и способностей мозга к изменениям.

Учитывая, что нейротехнологии рассматриваются как совокупность методов, систем и инструментов, устанавливающих прямой путь к человеческому мозгу, позволяющих считывать сигналы работы центральной и периферической нервных систем, а также оказывать воздействие на них, в исследовании сегмент «Нейрообразование» характеризуется, в том числе как развитие нейроинтерфейсов и технологий виртуальной и дополненной реальности в обучении, устройств для усиления памяти и анализа использования ресурсов мозга.

В настоящее время к наиболее востребованным направлениям развития нейротехнологий в образовательном процессе можно отнести:

- персонализация обучения с помощью нейротехнологии;
- нейрокомпьютерные интерфейсы;
- нейропротекторы.

В коллективной монографии «Разум, мозг и технология» (2019), предоставлен широкий спектр точек зрения на проблему взаимодействия разума, мозга, образования и технологий, а также персонализации обучения с помощью нейротехнологии. В частности, в работе отмечается что нейротехнологии открывают возможности для персонализации образования путем адаптации процесса обучения к потребностям отдельных учащихся.

С помощью таких инструментов, как отслеживание движений глаз (*eyes tracking*), электроэнцефалография (ЭЭГ) и функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), преподаватели могут получить представление о когнитивных процессах учащихся и соответствующим образом адаптировать применяемые методы обучения [1].

По мнению специалистов Центра биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ нейрокомпьютерные интерфейсы, также известные как интерфейсы «мозг-компьютер», обеспечивают взаимодействие с компьютерами посредством

активности мозга, предлагая потенциальные преимущества для обучения и анализа когнитивных процессов [2].

Этой же точки зрения придерживаются авторы Храмова М.В., Храмов А.Е., Федоров А.А., определяя, что интерфейсы устанавливают прямую связь между мозгом и технологиями, позволяя использовать инновационные приложения в образовании и когнитивных исследованиях [3].

В работе «Нейропротекторы в коррекции когнитивных нарушений» (2018) Шавловская О.В. отмечает, что нейропротекторы – это препараты, используемые для улучшения работы мозга и защиты нервных клеток от повреждений. Их обычно используют при лечении расстройств кровообращения головного мозга из-за поражения церебральных сосудов и когнитивных нарушений. Применение нейропротекторов в образовательных процессах не является типичным, однако их основная роль заключается в медицинском контексте для поддержания здоровья и функционирования мозга [4].

Отмеченные выше направления развития нейротехнологий в образовательном процессе начинают играть все более значимую роль в современном образовании, обеспечивая адаптацию учебного процесса к индивидуальным потребностям учащихся.

1. Обзор мирового рынка «Нейронет» в сегменте «НейроОбразование».

Современный рынок «НейроОбразование» характеризуется растущим спросом на образовательные инструменты, основанные на данных нейронаук с фокусом на персонализированное обучение и интеграцию передовых технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), виртуальная и дополненная реальность (VR, AR), для оптимизации предоставления образовательного контента.

При исследовании рынка «НейроОбразования» по основным типам продуктов различают, как правило, следующие направления:

- рынок образовательных ПО и аппаратных приложений, связанных с особенностями нейрокогнитивной работы мозга и его пластичностью;
- рынок VR, AR, MR в сфере образования с применением нейротехнологий;
- нейроинтерфейсы HMI/BIC, способные анализировать мозговую активность и способствовать улучшению в обучении.

Консалтинговой компанией Prudour Pvt. Ltd (2024) подготовлен обзор глобального рынка нейрообразования по следующим критериям:

- по типам продуктов;

- по конечным пользователям;
- по регионам и компаниям.

В обзоре представлена оценка рынка с прогнозом на 2023-2032 гг. В частности, объем мирового рынка нейрообразования в 2023 году составил около 3,0 млрд долларов США (для сравнения объем мирового рынка нейрообразования в 2022 г. составил 2,2 млрд долларов США). При этом средний рост рынка может составить 3,4% в год в течение прогнозируемого периода с 2024 по 2033 г. [5].

Выделяют два типа продукции, спрос на которую определяет текущий объем рынка:

- образовательные программы;
- IT-продукция в сфере нейрообразования (в том числе, программное обеспечение и/или программно-аппаратный комплекс).

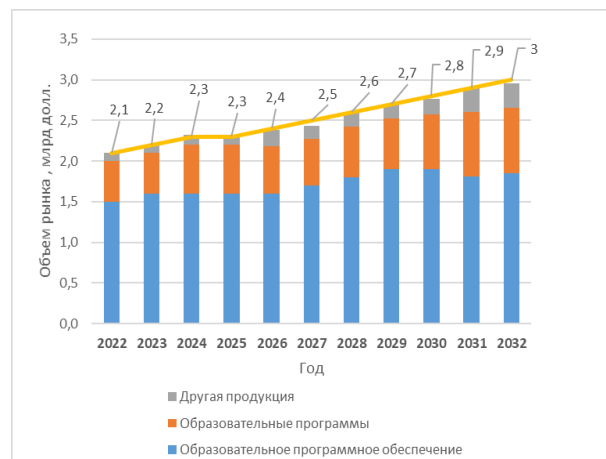


Рис. 1. Прогнозируемая динамика роста рынка «Нейронет» в сегменте «НейроОбразование»

Объем IT-продукции доминирует над остальными типами продукции, составляя долю более 60 %. Вместе с тем, прогнозируемый рост рынка «НейроОбразования» может быть обусловлен продукцией другого типа, не относящейся к образовательным программам и образовательным ПО (Рис. 1.). К другой продукции можно отнести VR/AR и нейроинтерфейсные технологии (применительно к образованию). Конкурентная среда на мировом рынке «НейроОбразования» характеризуется острой конкурентной борьбой производителей товаров и услуг за потребителей, поставщиков и партнеров. Очевидно и другое, что современная геополитическая напряженность оказывает существенное влияние на мировой рынок нейрообразования, в том числе, привело к

снижению уровня сотрудничества между компаниями, уменьшению исследовательских инициатив.

Напряженные отношения между странами могут привести не только к ограничениям в вопросах обмена научными данными или технологиями, но и затруднить процесс разработки инструментов нейрообразования, создавая серьезные торговые барьеры, увеличивая затраты на производство.

В настоящее время в нейрообразовании представлены различные игроки - от начинающих стартапов до признанных гигантов в сфере образования и технологий, которые сосредоточены на разработке масштабируемых и адаптивных платформ обучения, на использовании ИИ для накопления персонализированного образовательного опыта, а также на интеграции научных знаний в свои продукты.

В Отчете при оценке структуры распределения доли рынка между типами организации выявлены основные ключевые игроки:

- академические научно-исследовательские институты;
- высшие учебные заведения;
- компании-стартапы (spin-off), занимающие наибольшую долю (58,1 %) рынке, способные наиболее быстро и масштабно интегрировать продукты нейрообразования. На данный момент США являются лидером на рынке с долей дохода 39,7 % в 2022 году.

Это связано с наличием научных щкол в известных образовательных и исследовательских институтах в области когнитивной нейробиологии: Оксфордский университет (Великобритания), Вашингтонский университет в Сент-Луисе (США), Пенсильванский университет (США), Колумбийский университет (США), Университет Джона Хопкинса (США), Университетский колледж Лондона (Великобритания); Калифорнийский университет в Сан-Франциско (США), Массачусетский технологический институт (США); Стэнфордский университет (США), Гарвардский университет (США).

Высокая доля инвестиций в образовательные технологии, а также сложившиеся связи и сотрудничество между академическими институтами и производственными предприятиями обеспечивают формирование новых партнерских отношений, расширение портфеля продуктов, географический охват, наличие большого портфолио интеллектуальной собственности и целенаправленной стратегии выхода на рынок.

Рынок образовательного ПО и приложений.

Образовательное программное обеспечение и приложения доминируют на рынке, составляя 65,4% доли рынка в 2022 году благодаря их доступности, масштабируемости и адаптируемости [5], росту потенциала для создания новых образовательных приложений, которые, по некоторым оценкам, могут произвести революцию в традиционных методах обучения. В этой связи показательными примерами продукции рынка являются следующие компании и их платформы с приложениями:

Lumos Labs (<https://www.lumoslabs.com/>): Эта платформа предлагает ряд образовательного программного обеспечения и приложений, в дизайне которых используются принципы нейронауки, с целью улучшения результатов обучения. Предлагает набор приложений для мозговой подготовки, включая Lumosity, Figment и Lumosity Mind. Эти приложения разработаны для обучения и стимулирования ключевых когнитивных функций, таких как память, внимание, решение проблем, гибкость и скорость мышления.

Lumos Labs также проводит исследования в сотрудничестве с квалифицированными исследователями, используя огромный объем данных из своей программы мозговой подготовки для улучшения своих продуктов и внесения вклад в общую науку о когнитивной деятельности человека. Кроме того, они разрабатывают цифровые терапевтические и оценочные продукты, предназначенные для лечения, мониторинга или реабилитации лиц с медицинскими состояниями, влияющими на их когнитивные функции.

CogniFit (<https://www.cognifit.com/>) предлагает программы когнитивных тренировок, направленные на улучшение памяти, внимания и других когнитивных навыков с помощью нейробиологических методов. Данная платформа использует точные измерения когнитивных способностей для создания персонализированных учебных планов, сфокусированных на улучшении когнитивных функций в различных возрастных группах и у лиц с неврологическими заболеваниями.

NeuroNation (<https://www.neuronation.com/>) - платформа предлагает программы когнитивной тренировки, направленные на улучшение памяти, внимания и других когнитивных навыков с помощью методов, основанных на нейробиологии. Программы используют анализ данных, машинное обучение и оценку когнитивных функций для создания индивидуальных учебных программ, соответствующих потребностям и способностям отдельных учеников.

Викум (<https://wikium.ru/>) – российская платформа, которая также использует различные технологии, включая нейротехнологии, для улучшения когнитивных способностей, таких как память, внимание, решение проблем и гибкость мышления.

Рынок VR, AR, MR.

Рынок виртуальной реальности (VR), дополненной реальности (AR) и смешанной реальности (MR) в сфере образования с применением нейротехнологий представляет собой быстрорастущий сектор, который включает разработку и внедрение инновационных технологий для обучения и развития учащихся. Эти технологии предоставляют уникальные возможности для создания интерактивных образовательных сред, которые способствуют улучшению усвоения материала, развитию критического мышления и повышению мотивации учащихся.

VR в образовании позволяет создавать полностью цифровые среды, AR дополняет реальный мир цифровым контентом, а MR интегрирует виртуальные объекты с реальной средой, что открывает широкие возможности для обучения и исследований. Анализ данных, машинное обучение и когнитивные оценки, используются для создания персонализированных образовательных программ, которые адаптируются к индивидуальным потребностям и способностям учащихся.

К основным видам нейротехнологий, которые нашли широко применение в образовательном процессе, можно отнести следующие:

- электроэнцефалограмма (ЭЭГ);
- айтрекер;
- функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ);
- нейроигрушки.

Применение этих технологий в образовании помогает в обеспечении доступа к виртуальным лабораториям и симуляторам, а также повышает вовлеченность в процесс обучения и мотивацию учащихся.

Одним из примеров компании, находящейся на переднем крае развития этой технологии, является Strivr, которая использует VR для создания иммерсивного опыта обучения и персонализированных программ тренировок для различных отраслей, включая спорт, здравоохранение и производство.



Рис. 2. Strivr - это платформа, которую выбирают предприятия из списка Fortune 1000 для масштабирования VR и развития навыков у персонала.

Другая компания, Hewlett Packard, выпустила на рынок в 2021 г. гарнитуру Reverb G2 Omnicept Edition, которая ориентирована на исследователей и может собирать данные о мозге, включая физиологические показатели и движения глаз, чтобы получить представление о мозговой активности и эмоциональном состоянии.



Рис. 3. Комплексное программно-аппаратное решение от Hewlett Packard

Устройство характеризуется наличием датчиков отслеживания мимики, движений глаз и сердечного ритма. HP также предлагает инструменты разработки программного обеспечения, с помощью которых можно будет учитывать «когнитивную нагрузку» пользователя, его внимание и реакции.



Рис. 4. Тренажер виртуальной реальности для пассивной реабилитации лиц с нарушениями двигательной функции нижних конечностей разработан российской компанией ReviVR

Из российских компаний следует упомянуть АО «Роббо». Компания специализируется на разработке и производстве робототехнических наборов для образовательных целей. Они предлагают оборудование, программное обеспечение и методические материалы для обучения детей основам программирования, робототехники и конструирования роботов.

АО «РОББО» является резидентом «Сколково» и лидерским проектом Агентства стратегических инициатив, а их продукты используются для обучения более 50 000 детей в школах и кружках. В рамках реализованного проекта, финансируемого Российским Фондом развития информационных технологий, была внедрена платформа VR-моделирования робототехнических устройств Varwin Robotics для массового создания мультимедийных интерактивных онлайн-курсов по робототехнике на основе VR-технологий [7].

Платформенное решение Varwin Robotics [8] (правообладатель ООО «3Д инновации») включает в себя конструктор 3D объектов, визуальный редактор логики и систему личных кабинетов. Оно предназначено для обучения робототехнике детей школьного возраста и может работать в режиме VR на ПК, а также с проводной VR-гарнитурой Windows Mixed Reality и VR-гарнитурой от Oculus.

Проводятся разработки, связанные с использованием нейрогарнитур в виртуальной среде для обучения навыкам самовосстановления и реабилитации после инсульта, лечения болезни Паркинсона и рассеянного склероза. Российские компании, такие как ReviVR и iBrain, занимаются подобными разработками.

ГК Ростех совместно с Национальным медико-хирургическим Центром им. Н.И. Пирогова, АО «Инженерно-маркетинговый центр Концерна «Вега» (ГК «Росэлектроника») и Самарский государственный медицинский университет создали консорциум «Трансляционная медицина». Один из проектов консорциума предполагает серийное производство нейротренажера на базе виртуальной реальности ReviVR, который поможет в реабилитации пациентов, перенесших инсульт.

Рынок HMI, BCI.

Человеко-машинный интерфейс в образовании с применением нейротехнологий - это использование интерфейсов мозг-компьютер (BCI) для облегчения коммуникации и взаимодействия между человеческим мозгом и внешними устройствами, такими как компьютеры или роботизированные руки, с

целью повышения эффективности обучения. BCI могут использоваться для мониторинга и интерпретации сигналов мозга, позволяя людям управлять устройствами с помощью своих мыслей, эмоций или когнитивных процессов.

По данным консалтинговой компании Precedence Research Pvt. Ltd. (2024), которая проводит исследования рынка в данной сфере объем мирового рынка BCI оценивался в 2,13 млрд долл. США в 2022 году и, по прогнозам, превысит 9,44 млрд долл. США к 2032 году с ежегодным приростом 16,7 % в период с 2023 по 2032 год (Рис. 5.) [9].

Объем рынка BCI в США к 2030 году достигнет около 1 383,1 млн долларов США.

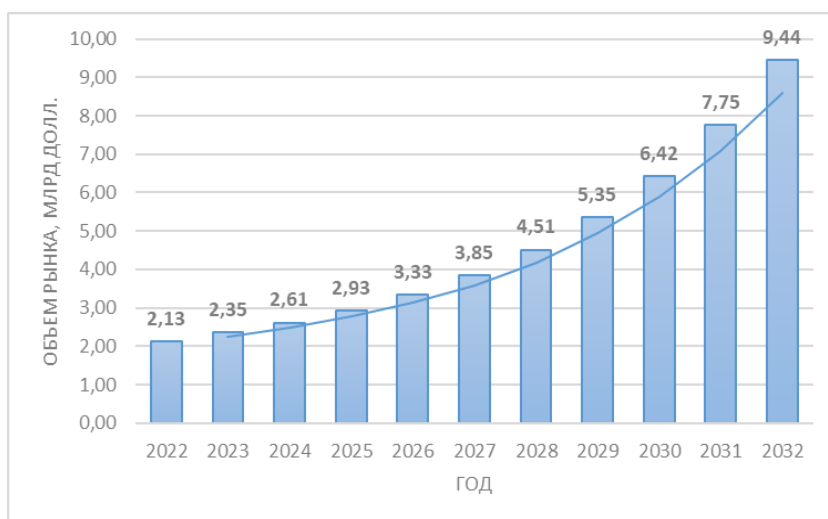


Рис. 5. Прогнозируемая динамика роста рынка BCI на период с 2022 по 2032 гг.

Изначально BCI были созданы научным сообществом исключительно с целью проведения биомедицинских работ, что в итоге привело к появлению ряда реабилитационных технологий. В сфере образования рынок BCI представлен опосредованным образом. В основном BCI разрабатываются для помощи пациентам, утратившим двигательные и чувствительные функции в результате, например, травмы спинного мозга или перенесенного инсульта.

К ним относятся устройства, которые дают пользователям возможность управлять инвалидными креслами, экзоскелетами, бионическими протезами. Кроме того, создаются BCI для тех, кто потерял способность говорить. Они функционируют путем преобразования целенаправленной мозговой активности пациента в синтезированную речь или текст. Однако на данный момент технологии реабилитации находятся лишь на стадии разработки и их экспериментальные

образцы представлены только в единичных экземплярах в исследовательских лабораториях.

Одним из примеров компании, находящейся на переднем крае развития реабилитационной нейротехнологии, является Neurable¹, которая разработала игру виртуальной реальности (VR) с BCI, позволяющую игрокам управлять действиями с помощью гарнитуры для электроэнцефалографии (ЭЭГ), определяющей активность мозга.

Эта технология может помочь людям с ограниченными возможностями или нарушениями здоровья участвовать в иммерсивном обучении и развивать индивидуальные навыки.

Другая компания, NextMind², разработала и вывела на рынок ЭЭГ-гарнитуру, которая может регистрировать активность мозга и преобразовывать ее в действия в VR-играх и при взаимодействии с другими видами цифровой техники без помощи рук.



Мозг обрабатывает зрительную информацию в «зрительной коре».

Было замечено, что зрительная кора реагирует на различные виды визуальных действий, и это может быть использовано для определения того, на что смотрит пользователь. Именно поэтому датчик NexMind расположен на затылке: чтобы быть ближе к зрительной коре и иметь возможность считывать испускаемые ею мозговые волны.

Девять датчиков ЭЭГ были разработаны таким образом, чтобы считывать мозговые волны, излучаемые мозгом, с максимально возможным качеством. Эта технология может помочь людям с двигательными нарушениями или ограниченными возможностями взаимодействовать с цифровыми устройствами и учебными средами более интуитивно и естественно.

¹ Neurable Inc. (Мичиган, США) предоставляет программные решения. Компания предлагает решения, которые позволяют людям управлять программным обеспечением и объектами с помощью своей мозговой активности (ист. – Bloomberg.com).

² Nextmind (Париж, Франция) – стартап-компания, разрабатывающая BCI нового поколения. Была приобретена компанией Snap is a Paris based company developing the next generation of brain computer interfaces.

2. Российский рынок сегмента «НейроОбразование».

В российском сегменте «НейроОбразования» можно выделить следующих ключевых игроков.

АО «РОББО» - резидент Сколково, российская компания, специализирующаяся на разработке и производстве робототехнических EdTech наборов для образовательных учреждений. Компания была основана в 2000 году и базируется в Санкт-Петербурге. РОББО разрабатывает и производит набор оборудования, программного обеспечения и методических материалов для подготовки юных инженеров-инноваторов будущего по специальностям, таким как креативное программирование, схемотехника и микроэлектроника, мобильная робототехника, интернет-вещей (IoT) и умный дом, 3D-прототипирование и 3D-печать. АО «РОББО» является международной компанией с головным офисом в России и включена в перечень необходимого оборудования для оснащения общеобразовательных организаций (Рис. 6.)

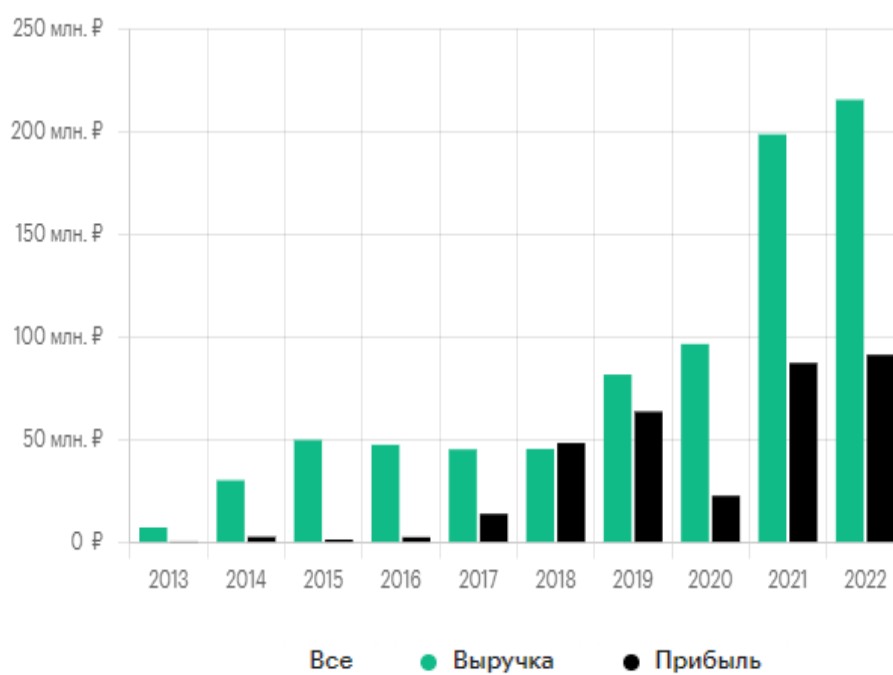


Рис.6. Данные по финансовым показателям приведены на основании бухгалтерской отчетности (источник - <https://companies.rbc.ru/>)

РОББО также разрабатывает и внедряет платформу VR-моделирования робототехнических устройств Varwin Robotics для массового создания мультимедийных интерактивных онлайн-курсов по робототехнике на основе VR-технологий [7]

Компания является лидерским проектом Агентства стратегических инициатив (АСИ), резидентом Фонда «Сколково» и АО «Технопарк Санкт-Петербурга», а также членом Кружкового движения Национальной технологической инициативы.

Продукты «РОББО» разработаны при поддержке Фонда содействия инновациям и Минпромторга РФ.

ООО «БИТРОНИКС» (г. Владивосток) - это российская компания, зарегистрированная в 2009 г., которая занимается различными направлениями деятельности, включая серверное оборудование, системы хранения данных, сети и телекоммуникации, а также инженерные системы. Компания имеет несколько филиалов, в том числе в городах Долгопрудный и Владивосток. активный участник экосистемы Национальной Технологической Инициативы (НТИ), принимает непосредственное участие в развитии сообществ «Нейронет» и Кружковое Движение.

Компания BiTronics Lab - ведущая российская компания в области разработки образовательных решений в области нейротехнологий для школьников и студентов. Разработчики уникальной продукции BiTronics – образовательный набор-конструктор для изучения основ робототехники, программирования и нейротехнологий, который позволяет работать в области био-и нейро- сигналов человека. Набор позволяет получить практические знания по физиологии человека, электронике, обработке сигналов (Рис.7.).



Рис.7. Данные по финансовым показателям приведены на основании бухгалтерской отчетности (источник - <https://companies.rbc.ru/>)

ООО «Нейри» - Компания «Импульс Нейри» занимается разработкой продуктов на базе технологий интерфейсов «мозг-компьютер», применимых в сфере развлечений, образования, промышленности и медицине. Отличительной особенностью продуктов компании являются уникальные алгоритмы анализа биоэлектрической активности мозга на базе сверточных нейронных сетей, позволяющие исключить необходимость обучения/калибровки системы на новом

пользователе. Основная идея проекта заключается в создании международной сети игровых нейроаттракционов и базы компьютерных игр с нейроуправлением, связанных между собой распределенной инфраструктурой для автоматизированного сбора, анализа качества и хранения больших нейроданных о мозговой и физиологической активности пользователей в процессе решения разнообразных игровых и учебных задач. (Рис.8.).

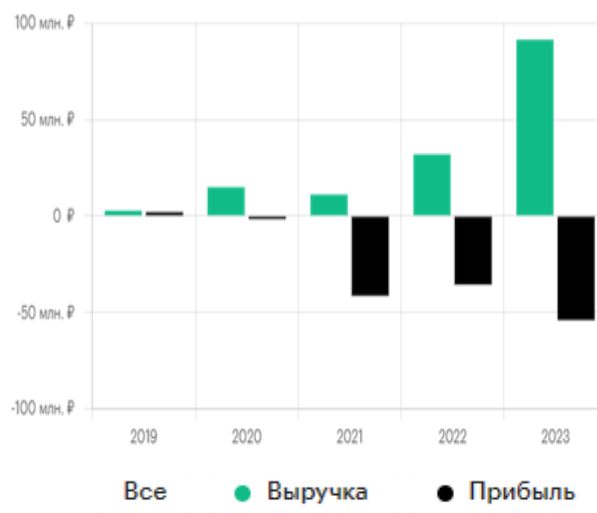


Рис. 8. Данные по финансовым показателям приведены на основании бухгалтерской отчетности (источник - <https://companies.rbc.ru/>)

3. Обзор глобальных технологических трендов: перспективы их развития, ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета.

Мировой рынок «Нейронет» в сегменте «НейроОбразования» развивается благодаря развитию нейротехнологий, определяющих разработки образовательного программного обеспечения, приложений для тренировки мозга, образовательных курсов, основанных на нейротехнологиях.

Для анализа научных публикаций был проведен информационно-аналитический поиск в библиографической и реферативной базе данных, опубликованных в научных изданиях базы данных Lens.org.

База данных индексирует научные журналы, материалы конференций и серийные книжные издания и содержит более 256 млн. библиографических записей. В результате контекстного поиска было отобрано примерно 48 тыс. публикаций из области «НейроОбразование», что составляет менее 0,1 % от общего количества публикаций.

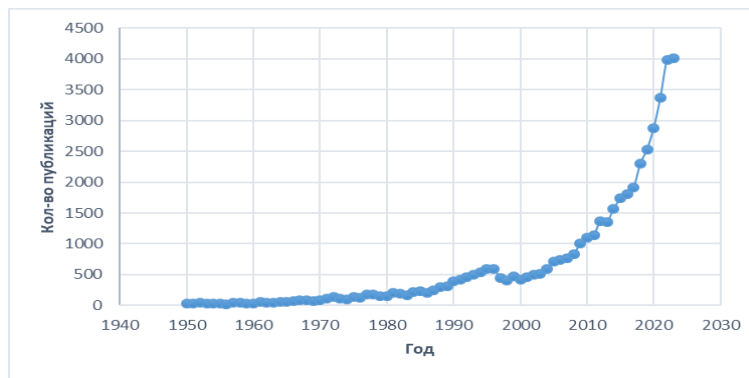


Рис. 9. Динамика роста количества публикаций в научных изданиях по годам в сегменте «НейроОбразование».

На рисунке представлена динамика публикационной активности в области «НейроОбразование» по годам (1950-2024). Из графика видно, что максимальный прирост публикаций приходится на последний этап (2020-2024).

По структуре распределения научных публикаций число статей в периодических изданиях (реферируемых журналах), включая обзоры и оригинальные работы, составляет более 90 %. Остальная часть публикаций приходится на материалы конференций и отдельно изданные книги (монографии).

Определение направлений исследования

Был проведен семантический анализ содержания документов с целью определения направления исследований, результаты которых были отражены в научных публикациях.

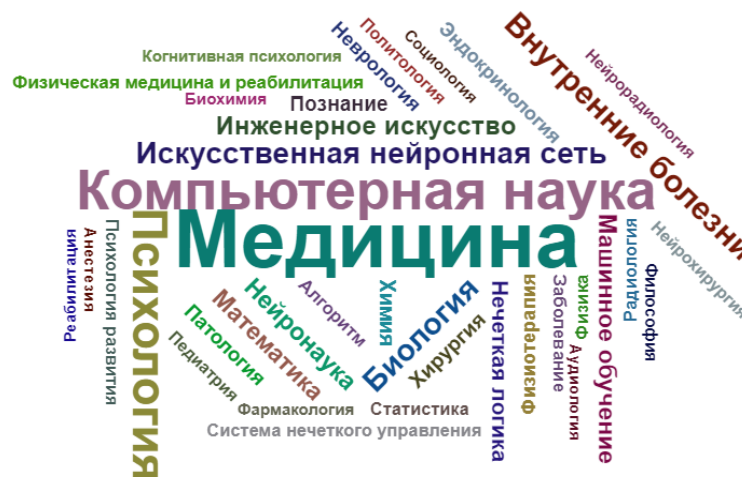


Рис. 10. Основные концепты в сегменте «НейроОбразование».

На Рис. 10. представлены основные концепты: медицина, информатика, психология, биология, искусственная нейронная сеть, машинное обучение. Анализ

концептов позволяет определить, что «НейроОбразование» лежит на стыке нескольких наук: медицина, биология, психология и информатика.

Ключевыми проблемами, которые решаются в рамках проведения научно-исследовательских работ, являются:

1. Анализ и применение нейротехнологий, для улучшения процесса обучения и создания новых подходов к профессиональному образованию [10]. Разработка и применение методов, которые позволяют учитывать индивидуальные особенности учащихся и создавать персонализированные образовательные траектории, помогают улучшить обучение детей с ментальными нарушениями.

2. Исследование и создание новых образовательных технологий, основанных на научных открытиях о работе мозга, для улучшения качества обучения и образовательных практик [11].

3. Разработка и применение методов восстановительного обучения, например, после инсультов, травм головы, постковидного синдрома а также исследование способов формирования и улучшения обучаемых навыков [12]

Ведущие научно-исследовательские и образовательные организации в сегменте «НейроОбразование»

Были определены ведущие научно-исследовательские и образовательные организации, в которых активно ведутся работы в области «НейроОбразования». Показателем их активности определялось количество научных публикаций по соответствующей тематике.

Название научно-исследовательских и образовательных организаций	Кол-во публикаций
Гарвардский университет / Harvard University (США)	391
Университет ВЮ в Амстердаме / VU University Amsterdam (Голландия)	327
Институт последипломного медицинского образования и научных исследований / Institute of Postgraduate Medical Education and Research (Индия)	318
Министерство образования Китая	309
Университет Сычуаньский / University of Sichuan (Китай)	309
Национальный институт психического здоровья и нейронаук / National Institute of Mental Health and Neurosciences (Индия)	280
Французский институт здравоохранения и медицинских исследований / The French Institute of Health and Medical Research (Institut national de la santé et de la recherche médicale or INSERM)	234
Университет Торонто (Канада)	198
Больница общего профиля Тяньцзиньского медицинского университета (Китай) / The General Hospital of Tianjin Medical University	195
Российская академия наук	192

Королевский колледж Лондона / King's College London	158
Московский государственный университет	92

В целом детализация по научно-образовательным центрам и университетам дает общее представление об инновационном ландшафте в ракурсе рассмотрения инновационных процессов, связанных с проведением фундаментальных и прикладных научных исследований, включая разработки новых технологий. Отмечается высокая степень участия организаций из стран США, Китая, Индии, Франции, Канады, Великобритании, России.

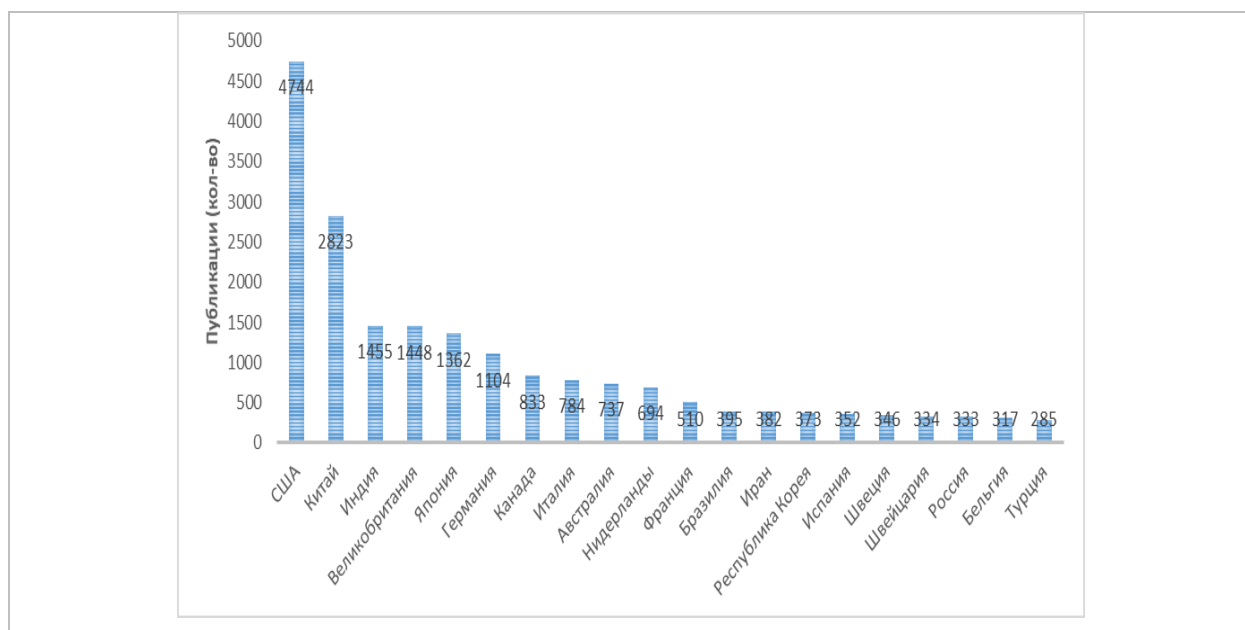


Рис.11. Показатели активности ведущих научно-исследовательских и образовательных организаций по количеству научных публикаций в области «НейроОбразования»

Ключевые исследовательские инструменты.

– Eye tracking –метод измерения и регистрации движений глаз по отношению к внешнему стимулу, позволяющий наблюдать за начальными этапами когнитивной обработки информации [13]. Отслеживание движения глаз открывает возможности для лучшего понимания роли визуальных процессов в образовательной практике. Его применение в виртуальных образовательных средах улучшает выполнение заданий и обучение, а также повышает вовлеченность [14].

– ЭЭГ - отслеживает электрическую активность мозга, регистрируя волны, которые дают информацию о психическом состоянии человека. ЭЭГ умеренно интрузивный метод, поскольку он может использоваться двумя способами: путем размещения электродов на коже головы или с помощью повязки на голову, которая уже применялась в очном обучении. Это наиболее часто используемый метод

оценки активности мозга из-за его низкой стоимости, неинвазивности и пригодности для обучения. ЭЭГ использовалась для оценки когнитивной нагрузки [15], проверки эффективности различных стратегий обучения и оценки эффективности различных форм обучения, а также для измерения когнитивной нагрузки как при традиционном очном обучении, так и при онлайн-образовании [16].

– Кожно-гальваническая реакция (КГР), также известная как электрическая активность кожи (ЭАК), представляет собой биоэлектрическую активность, которая регистрируется на поверхности кожи и является составной частью ориентировочного рефлекса и эмоциональных реакций организма, связанных с деятельностью симпатической нервной системы. Эта активность может быть зафиксирована на любой области кожи, но наиболее часто используются пальцы и кисти рук или подошвы ног. КГР служит для анализа состояний человека, рассматривается как биометрическая мера для сбора и мониторинга эмоциональной интенсивности или возбуждения человека [17].

Патентная база по сегменту рынка «НейроОбразование».

По патентной базе данных был определен массив документов в виде патентов на изобретение или полезную модель. Рассматривались только те патентные публикации, которые содержали в своих структурных частях (название документа, текст реферата, формула изобретения) информацию подтверждающую принадлежность документа к образовательной области с элементами нейротехнологии.

По сформированному массиву патентных документов был проведен общий анализ патентного ландшафта. В частности, была оценена динамика патентования по годам за весь период с 1978 по 2024 гг., которая представлена на Рис. 1.12. Отметим, что как направление «НейроОбразование» стало формироваться в начале нулевых годов, и до 2016-18 гг. наблюдался умеренный рост в патентовании. Однако, начиная с 2020-го года наблюдается более позитивная динамика, что говорит, как о возникновении рынка данного сегмента уже в мировых масштабах и о наступлении качественного перехода от фундаментальных исследований к прикладным разработкам, результатом которых является защита интеллектуальных прав на техническое решение.



Рис.12. Динамика патентования в сегменте «НейроОбразование».

На Рис. 13. представлено распределение общего количества патентных публикаций с 2003 года по международным организациям и национальным патентным ведомствам. Значительная доля патентных документов зарегистрирована на территории либо США, либо Китая. На третьем месте со значительным отставанием находится Европейский патентный офис (ЕРО).

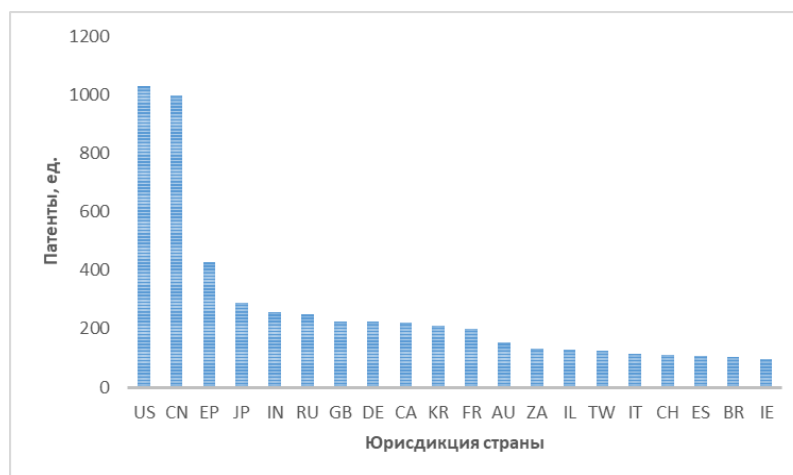


Рис.13. Распределение патентов по странам

US: Соединенные Штаты Америки, EP: Европейский Союз, WO: Всемирная Организация Интеллектуальной Собственности, CN: Китай, TW: Китай(Тайвань), KR: Республика Корея, JP: Япония, IN: Индия, CA: Канада, DE: Германия, AU: Австралия, GB: Великобритания, RU: Россия, BR: Бразилия

Как и при оценке распределения публикаций научных работ в сегменте «НейроОбразование» четко наблюдается конкурентная динамика между двумя странами США и КНР. Причем она сформировалась в течение последних 5-10 лет. Вместе с тем, анализируя основных патентных правообладателей стоит отметить, что большая часть компаний относится к Североамериканскому региону и территории Европейского Союза.

На Рис. 14 представлены технологические компании, являющиеся основными правообладателями действующих патентных документов, распределенных в данной таблице по концептам. Прежде всего, это технические решения, связанные с разработкой новых электронных устройств. Большая часть разрабатываемых

устройств связано с реабилитационными технологиями, помогающие восстанавливать когнитивные способности.

	ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО	РЕАБИЛИТАЦИЯ	ТРЕНИРОВКА	ДЕМЕНЦИЯ	ЭЛЕКТРОЭНЦЕФА ЛОГРАММА	НОСИМОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО	ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ	ОБРАЗОВАТЕЛЬН ЫЙ КОНТЕКСТ
HTC	1202	2	25	1	1	326	214	0
EMC	4	1	1	0	0	0	0	1
PEARSON EDUCATION	6	0	10	0	0	0	2	87
WYSE TECHNOLOGY	10	0	1	0	0	0	0	55
SCIENTIFIC LEARNING	0	1	9	0	0	0	4	2
ROSETTA STONE	1	0	5	0	0	0	0	0
BRAINWAVE RESEARCH	0	0	0	0	1	4	0	1
LUMOS LABS	0	0	5	1	0	0	1	1
MINDMAZE HOLDING	0	2	1	0	3	0	5	3
SAGE THERAPEUTICS	0	0	0	17	0	0	0	0
IBM	0	0	1	2	0	0	0	0
NEUROSKEY	0	0	1	0	10	0	0	0

Рис. 14. Технологические компании, являющиеся основными правообладателями действующих патентных документов в сегменте «НейроОбразование»

PEARSON EDUCATION

Pearson Education является дочерней компанией Pearson plc. Предлагает образовательные услуги и контент - от создания тестов, администрирования и обработки до повышения квалификации учителей и программного обеспечения для школ.; а также услуги по разработке, обработке и оценке результатов тестирования для правительств, корпораций, образовательных учреждений и профессиональных объединений. Компания обслуживает клиентов на рынках образовательных услуг и потребительских изданий в Северной Америке, Европе, Азиатско-Тихоокеанском регионе и других регионах. Штаб-квартира Pearson находится в Лондоне, Великобритания. Играет важную роль в области нейрообразования, интегрируя нейробиологические исследования в образовательную практику для улучшения результатов обучения. В контексте тенденций нейрообразования Pearson plc является крупной компанией, работающей в этой области и специализирующейся на использовании знаний нейробиологии для оптимизации методов обучения и улучшения образовательного опыта.

WYSE TECHNOLOGY

Wyse Technology специализируется на решениях для облачных клиентских вычислений, и была приобретена Dell для расширения своих предложений по виртуализации настольных компьютеров[18].

эффективности планирования образовательного процесса и улучшению контроля за его выполнением.

Использование технологий виртуальной реальности, как полного, так и частичного погружения, способствует более глубокому усвоению учебного материала и способно вызвать больше интереса к обучению. Например, VR-очки могут быть использованы для упрощения изучения сложных предметов. Технологии разработки образовательных инструментов, основанные на работе мозга, принципах нейробиологии и когнитивного обучения, а также стратегии обучения, опирающиеся на исследования в области нейробиологии.

Образовательные ПО разрабатываются с использованием результатов исследования деятельности центральной нервной системы и направлены для оптимизации учебного процесса, улучшения когнитивных способностей.

К этому направлению относятся онлайн-тренажеры и игровое обучение. Технологии нейромедтехники, направленные на восстановление функциональности организма после повреждения нервной системы. Здесь образовательный процесс связан с восстановлением утраченных функций организма в том числе и когнитивных с применением техники – нейроинтерфейсы и образовательных программ.

Барьеры, ограничивающие развитие сегмента «НейроОбразование» (перечень основных ограничений):

- высокий уровень издержек в процессе производства и продвижения российской высокотехнологичной продукции в сфере нейротехнологий;
- санкционные меры недружественных стран, ограничивающих деятельность российских компаний на международных рынках;
- нехватка квалифицированных кадров;
- отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей развития и применение нейротехнологий в образовании (в том числе предусматривающей гарантии неприкосновенности частной жизни, создание специальных баз данных, оформление лицензий на их установку, поддержку разработчиков и др.);
- отсутствие необходимых стандартов развития нейротехнологий;
- низкий уровень проработанности вопросов, связанных с сертификацией индивидуальных изделий на основе нейротехнологий;

– ограничения по использованию гаджетов на основе нейротехнологий со стороны министерств и ведомств (в том числе, по вопросам организации закупочной деятельности);

– отсутствие стандартов обучения с применением нейротехнологий в учебных заведениях (в том числе, для оценки когнитивно-психологических особенностей учащихся);

– отсутствие инструментария для мониторинга физиологических показателей в режиме реального времени (в том числе датчиков, способных в режиме реального времени снимать физиологические сигналы для мониторинга физического и эмоционального состояния учащихся во время учебного процесса), создания VR-классов, а также специального оборудования и методологии переноса школьной программы в виртуальную среду;

– низкий уровень применения нейротехнологий в целях аналитики когнитивных способностей учащихся (в том числе, для мониторинга внимания, его поддержания, выявления негативных эмоций с помощью нейрокомпьютерных интерфейсов (НКИ), обеспечивая адаптивное и персонализированное обучение), создания обучающих материалов, которые могут быть более эффективными, чем обычные учебники;

– недостаточный уровень проектных работ, связанных с разработкой и внедрением датчиков для мониторинга физиологических показателей (в том числе, в режиме реального времени, с применением методов измерения - fMRI, EEG, ENMG, ETD, GSR, MEG, для мониторинга состояния учащихся во время учебного процесса);

– ограниченное количество научно-исследовательских работ, направленных на разработку нейроинтерфейсов, передающих импульсы мозга на электронное устройство, дополняющее или замещающее функции человеческого организма (в том числе, управление бионическими протезами, изменение жизни пациентов, страдающих от болезни Альцгеймера, деменции, склероза и др.);

недостаточный уровень развитие искусственного интеллекта (ИИ) (в том числе, систем, способных имитировать когнитивные функции человека и обладающих способностью к самостоятельному действию, с целью создания максимально эффективной образовательной среды и инструментов для анализа когнитивных способностей учащихся).

ЧАСТЬ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ»

Рынок «Нейронет» в сегменте «НейроРазвлечения и Спорт» представляет собой один из сегментов рынка нейротехнологий, описанный в рамках Национальной технологической инициативы.

В сегменте «НейроРазвлечения и Спорт» основными продуктами являются нейрокомпьютерные интерфейсы, игровые и развлекательные продукты, основанные на технологии обмена информацией между мозгом и компьютером, продукты, способные отслеживать и корректировать психоэмоциональное состояние пользователя на основе телеметрических данных, игровые и развлекательные продукты, использующие технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR), а также продукты, улучшающие спортивные результаты спортсменов.

1. Обзор мирового рынка «Нейронет» в сегменте «НейроРазвлечения и спорт»

По сведениям, представленным в отчете глобальной исследовательской и консалтинговой фирмы Mordor Intelligence (2023) объем мирового рынка технологий сегмента «НейроРазвлечения и спорт» достиг 6,29 млрд долл. США в 2020 году, и ожидается, что среднегодовой темп роста выручки составит 12,2 % в течение прогнозируемого периода [19].

Ожидается, что рост доходов мирового рынка будет обусловлен такими факторами, как коммерциализация новых разработок в области сенсорных технологий, растущий спрос на реабилитацию или терапию с помощью видеоигр, быстрое развитие интерфейсов «мозг-компьютер» (BCI) и многократное увеличение частных инвестиций в исследования и разработки преимущественно в области нейрокомпьютерных интерфейсов.

На мировом рынке сегмента «НейроРазвлечений и Спорта» основные тренды связаны с развитием расширенных реальностей, технологий НМІ и носимых электронных устройств.

Расширенные реальности (AR, VR, MR) представляют собой технологии, объединяющие реальный мир и виртуальные объекты, что позволяет создавать новые формы развлечений и спорта. Например, в VR-играх пользователи могут

полностью погружаться в виртуальный мир, а в AR-приложениях виртуальные объекты накладываются на реальный мир. VR и AR рассматриваются как наиболее развитые и готовые к интеграции сегменты. На мировом рынке VR ключевые тренды включают в себя развитие 4G и 5G связи, появление доступных по цене шлемов виртуальной реальности, а также активное развитие развлекательного программного обеспечения, использующего технологию виртуальной реальности.

НМИ (человеко-машинный интерфейс) включает в себя различные технологии, позволяющие упростить взаимодействие между человеком и машиной, что особенно актуально для нейроразвлечений и спорта. Например, можно использовать нейрокомпьютерные интерфейсы для управления игровыми и развлекательными продуктами, или использовать технологии визуализации мыслей для создания новых форм развлечений.

Носимая электроника представляет собой устройства, которые носят на себе люди, и которые могут быть использованы для развлечений с использованием нейротехнологий. Крупнейшим сегментом рынка носимой электроники становятся смарт-наушники, нейрогарнитура, на которые приходится примерно две трети продаж. К подобным гаджетам можно отнести мобильные носимые ЭКГ-аппараты, часы с тонометрами, фитнес-трекеры и др. Умная одежда, которая контролирует температуру тела, ЭКГ и сердечный ритм, позволяет пользователям и медицинским специалистам лучше понимать то, как начинаются и протекают болезни.

Рынок VR

Согласно анализу развлекательного сегмента рынка VR, который подготовила Mordor Intelligence, в 2021 году [19] на рынке VR выделяются следующие ключевые тренды:

- появление шлемов, контроллеров и других устройств, позволяющих испытать более глубокое погружение в виртуальную реальность;
- появление игровых клубов и специальных пространств, где потребители могут воспользоваться VR-устройствами. Данный тренд возник из-за того, что VR-шлемы до сих пор остаются достаточно дорогими для среднего пользователя;
- переиздание старых игр в формате виртуальной реальности;
- растущая популярность бюджетных VR-шлемов, способных функционировать самостоятельно без подключения к другим устройствам.

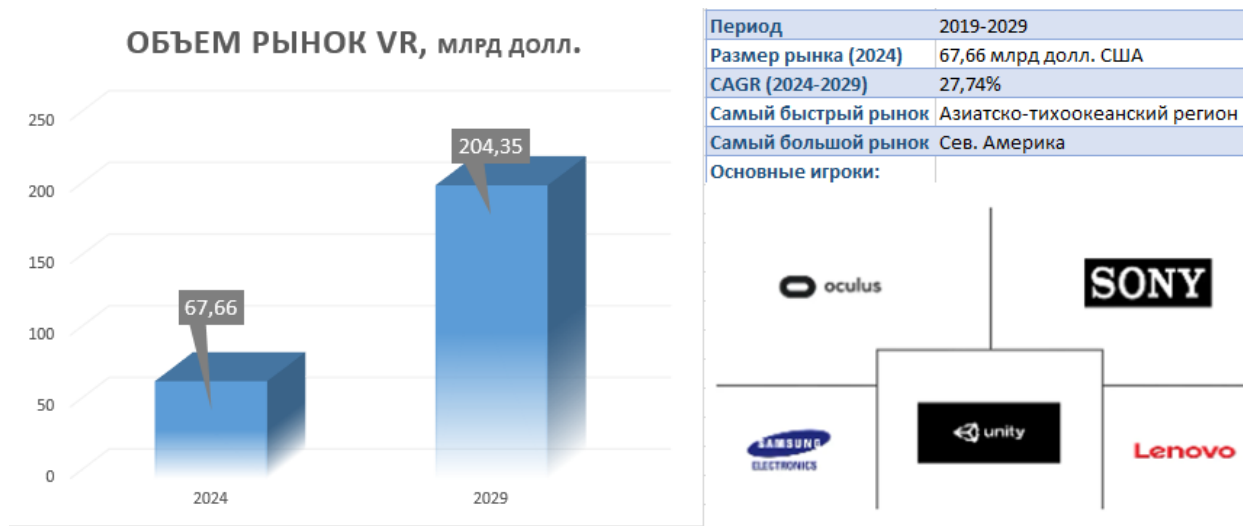


Рис. 16. Анализ размера и доли рынка VR - тенденции роста и прогноз (2024 - 2029)
 (Источник - <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/virtual-reality-market>)

Рынок AR

Технология AR широко применяется в игровой и развлекательной индустрии. Так, AR активно применяется в виртуальных театрах и музеях, социальных сетях, видеоиграх, интерактивных выставках и в музыкальной индустрии. Одной из главных причин успеха технологии AR в индустрии развлечений стало то, что она позволяет пользователям активно взаимодействовать с контентом, будь то видеоигры, музыка или фильмы



Рис. 17. Успех Pokemon GO воодушевил разработчиков игр по всему миру, и появились десятки AR-игр. Это и квесты, например, Temple Treasure Hunt, и шутеры, например Real Strike, и хоррор-игры, например Zombie Go
 (Источник - <https://www.jasoren.com/ar-entertainment/>).

В отличие от рынка VR, на рынке AR наибольшая доля аппаратного сегмента рынка приходится на корпоративных клиентов, а наиболее технологичные решения

AR-гарнитур, такие как HoloLens от Microsoft, не представлены на потребительском рынке. В свою очередь потребительский сегмент AR в основном представлен программным обеспечением.

На рынке AR присутствуют следующие технологии:

- **АудиоAR** – это технология дополненной реальности, в которой используется звук в качестве одного из способов взаимодействия пользователя с виртуальным контентом [20]. Данная технология позволяет пользователю взаимодействовать с дополненной реальностью не только посредством визуальной составляющей, но и с помощью окружающих звуков, которые модифицируются и дополняются AR-устройствами;

- **WebAR**—это дополненная реальность, использующая веб-технологии [21]. Такая технология значительно повышает доступность AR. Благодаря использованию браузеров мобильных устройств, пользователю не приходится использовать сторонние приложения, однако функционал такой технологии серьезно ограничен;

- **Гарнитур AR.** На фоне роста заинтересованности крупных технологических компаний (Apple, Google и др.) потребительскими AR-гарнитурами, ожидается сильный рост и развитие данного сегмента [22] ;

- **Развитие мобильной AR.** Широкое распространение смартфонов, поддерживающих AR-технологии, и улучшение их аппаратного обеспечения будет способствовать развитию мобильного направления рынка. Основные преимущества мобильного AR: простота использования, бюджетность и портативность.

Рынок HMI, BCI

Рынок представлен разнообразными видами гаджетов, в развлекательной сфере и в спорте в подавляющем большинстве случаев используются неинвазивные нейроинтерфейсы [23]. Однако в ближайшем будущем активное развитие получают и инвазивные нейрогаджеты, за счёт повышения уровня готовности пользователей к их применению. (Рис. 18). В развлекательном сегменте BCI могут применяться как в связке с VR/AR устройствами, так и самостоятельно.

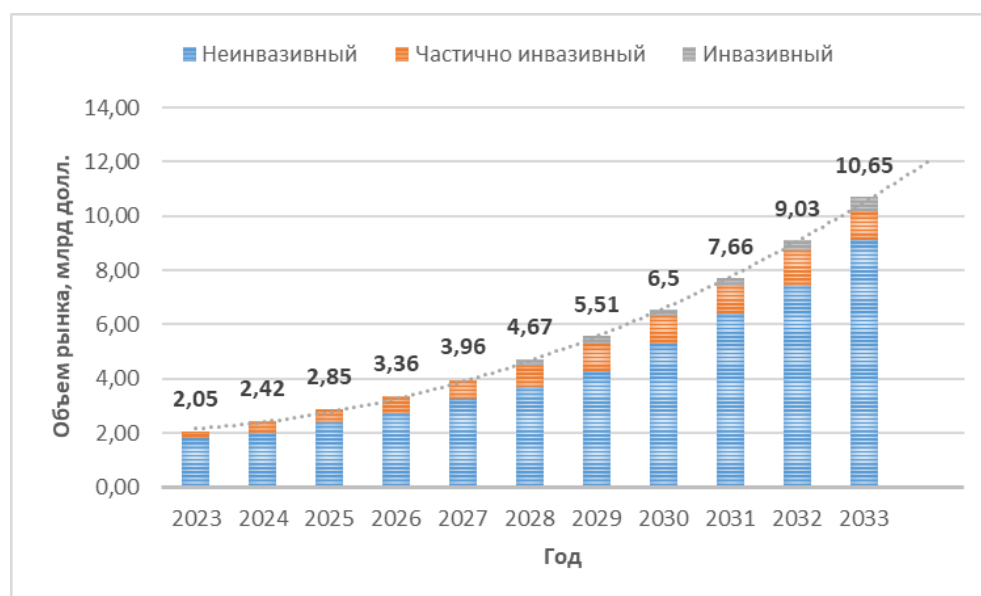


Рис. 18. Рынок человеко-машинного интерфейса НМИ

Нейроинтерфейсы могут быть использованы в компьютерных играх, развлекательном контенте, для решения различных задач в сфере промышленности и безопасности производства, а также для повышения личной эффективности. Появление нейроигр для образовательных целей представляет собой инновационный подход к использованию видеоигр в образовательном процессе. Эти игры используются с целью стимулировать развитие когнитивных процессов у детей, а также могут адаптировать свой уровень сложности в зависимости от ЭЭГ сигналов пользователя.

Также активно разрабатываются нейроигры, оказывающие влияние на мозговую деятельность. Предполагается, что такие игры направлены на улучшение или поддержку когнитивных способностей пользователей, и иметь терапевтическую функцию для людей, страдающих различными психическими расстройствами. Рост заинтересованности к сегменту нейроигр со стороны игровых компаний, способствует слиянию VR-технологий и нейрокомпьютерных интерфейсов. Проводится активное внедрение датчиков мозговой активности в шлемы VR. Объединение двух технологий VR и НМИ позволит пользователям испытывать ещё большее погружение в видеоиграх, применяющих VR-технологии. •

Рынок носимых электронных устройств

В отличие от трех предыдущих сегментов, носимые электронные устройства активнее используются в индустрии спорта и фитнеса, нежели в игровой индустрии. Это обусловлено простотой использования носимой электроники и её возможностью быстро и качественно считывать телеметрические показатели

пользователя, что является особенно важным как для профессиональных спортсменов, так и для спортсменов любителей. Помимо спортивного применения, носимые электронные устройства всё чаще приобретаются в качестве альтернативы другим электронным устройствам (смартфонам, платежным картам и др.), или же вместо классических предметов роскоши (смарт-часы вместо классических часов, смарт-кольца вместо классических колец и др.) (Рис. 19).

Интеграция алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения в носимые устройства предоставит возможность осуществлять более углубленный анализ данных (нейроморфных вычислений). Это способствует улучшению процесса прогнозирования состояния здоровья и его мониторинга. Благодаря интеграции искусственного интеллекта и машинного обучения в технологии носимых электронных устройств в настоящее время наблюдается бурное развитие данного подсегмента в области здравоохранения. Ожидается, что следующая большая волна инноваций будет связана с нейротехнологиями.



Рис. 19. Носимые электронные устройства с применением нейротехнологии

2. Российский рынок сегмента «НейроРазвлечения и Спорт»

Данный российский сегмент развивается, хотя и отстает от глобального рынка. Наибольшее развитие получили нейрокомпьютерные интерфейсы, и в России работает несколько десятков компаний, занимающихся разработкой и внедрением нейротехнологий [24]. Однако, российский рынок еще не достиг значительного объема, общий объем рынка только в 0,25 млрд долларов [25].

В России для развития индустрии «НейроРазвлечения и спорта» существуют уникальные возможности. Это связано с поддержкой Национальной технологической инициативы (НТИ) компаний, работающих в области нейротехнологий, популяризации тематики и просвещения в области нейронаук и нейротехнологий, а также созданием инфраструктурных центров и центров компетенций НТИ по сквозным технологиям.

ООО "ГЕЙМСПОРТ" [26] - является одним из лидеров в области формирования аналитики киберспортивных состязаний. С помощью искусственного интеллекта проводится анализ больших данных игровых сессий и видеопотока.

Модели машинного обучения, используемые в анализе данных, постоянно дополняются и улучшаются, по мере роста экспертизы и объёму анализируемых данных. Компанией получена лицензия СМИ, активно развивается собственный киберспортивный портал, организуются состязания и турниры. Число пользователей продуктов компании стремительно растёт, и в настоящий момент общее число зарегистрированных клиентов превысило два миллиона человек.



Рис.20. Данные по финансовым показателям ООО "ГЕЙМСПОРТ" приведены на основании бухгалтерской отчетности (источник - <https://companies.rbc.ru/>)

ООО «Нейро МД» – разработчик продукции BrainBit – электроэнцефалограф, выполненный в виде гибкой растягивающейся ленты с сухими электродами, встроенной электроникой и съемным аккумулятором. Разработан специально для повседневного и комфортного использования, обеспечивает точную и надежную регистрацию в реальном времени биологических потенциалов головного мозга с

волосистой части головы (висков и затылка), а также лба, мышц головы и лица, движения глаз.

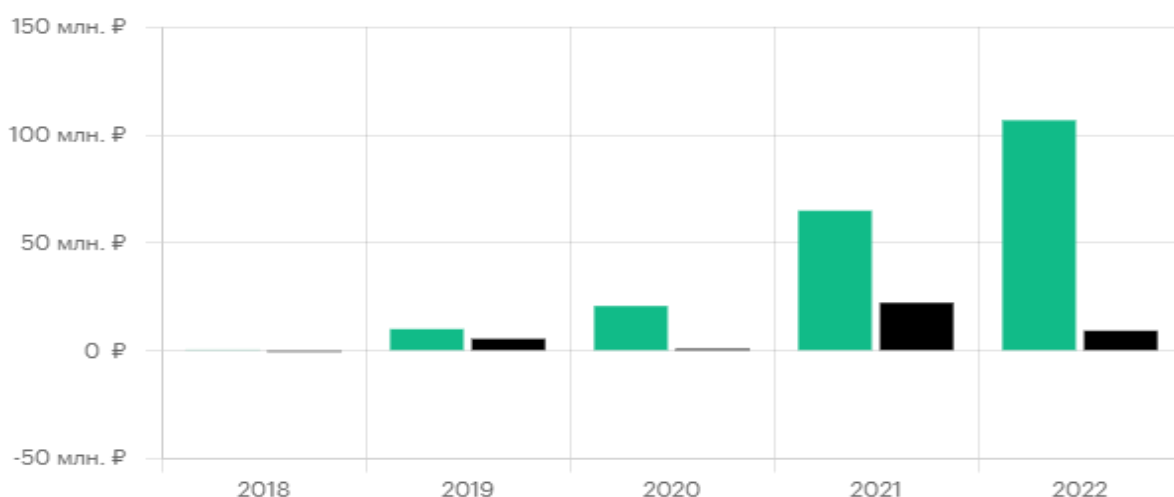


Рис. 21. Данные по финансовым показателям ООО «Нейро МД» приведены на основании бухгалтерской отчетности (источник - <https://companies.rbc.ru/>)



3. Обзор глобальных технологических трендов: перспективы их развития, ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета

Нейроигровые технологии, передовые технологии в области игр, предполагают использование интерфейсов мозг-компьютер (BCI), таких как технология электроэнцефалографии (ЭЭГ). Эта технология позволяет записывать и анализировать электрические сигналы, которые отправляются мозгом, и использовать их для контроля игрового процесса.

Помимо развлечений, нейроигровые технологии также решают задачи здравоохранения и улучшения самочувствия людей путем лечения расстройств мозговой деятельности, как синдром дефицита внимания и гиперактивности и

посттравматическое стрессовое расстройство. Кроме того, рост распространения интернета и увеличение числа смартфонов стимулируют развитие игровой индустрии в целом, что открывает дополнительные возможности для роста исследуемого рынка сегмента «НейроРазвлечения и спорт».

Для анализа научных публикаций был проведен информационно-аналитический поиск в библиографической и реферативной базе данных, опубликованных в научных изданиях базы данных Lens.org. База данных индексирует научные журналы, материалы конференций и серийные книжные издания и содержит более 256 млн библиографических записей.

В результате контекстного поиска было отобрано примерно 48 тыс. публикаций, что составляет менее 0,02 % от общего количества публикаций.

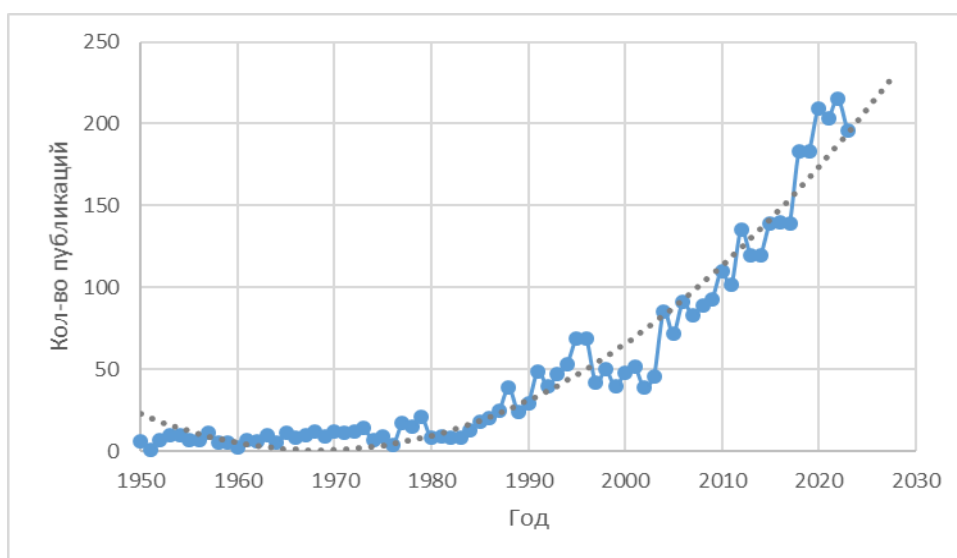


Рис. 23. Динамика роста количества публикаций в научных изданиях по годам в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» с линией тренда, аппроксимированной на 2030 год

На Рис. 23 представлена динамика публикационной активности в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» по годам. Из графика видно, что максимальный темп прироста по публикациям приходится как раз на «доковидный» период времени с 2010 по 2020 гг. По структуре распределения научных публикаций число статей в периодических изданиях (реферируемых журналах), включая обзоры и оригинальные работы, составляет более 90 %, остальная часть публикаций приходится на материалы конференций и отдельно изданные книги, главы из книг.

Проведенный семантический анализ содержания документов с целью определения направления исследований, результаты которых были отражены в научных публикациях.



Рис. 24. Основные концепты в сегменте «НейроРазвлечения и спорт»

На Рис 24 представлены основные выявленные концепты: психология, информатика, медицина, физиотерапия и реабилитация. Анализ концептов позволяет определить, что «НейроРазвлечения и спорт» в основном связан с информатикой, медицинскими и психологическими направлениями. Общим для этих концептов является то, что они все связаны с изучением и пониманием человеческой психики, его взаимодействия с окружающей средой и способов лечения заболеваний и травм, связанных с нервной системой.

Ключевыми проблемами, которые решаются в рамках проведения научно-исследовательских работ, являются:

- НейроРазвлечения, как область в научных работах, фокусируется на понимании нейронных механизмов, лежащих в основе восприятия и обработки развлекательного контента, такого как фильмы, музыка и видеоигры. Исследователи изучают влияние развлечений на работу мозга, познание и эмоциональные реакции [27]. Они используют различные методы, такие как функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) и электроэнцефалография (ЭЭГ) [28], для изучения активности мозга во время просмотра развлекательных материалов.
- Нейрогейминг как область в научных работах, фокусируется на использовании видеоигр в качестве инструмента для улучшения когнитивных навыков, таких как внимание, память и решение проблем. Исследователи изучают влияние видеоигр на работу мозга и их потенциал в качестве терапевтического

вмешательства при различных неврологических и психиатрических заболеваниях [29].

– Нейронаука в спорте рассматривает взаимосвязи между мозгом и физической нагрузкой, а также влиянию упражнений и физической активности на здоровье мозга. В последнее время внимание уделяется роли физических упражнений в улучшении здоровья мозга [30]. Растет интерес к использованию такой технологии как тренировка нейрообратной связи (нейрофидбэк). Тренировка нейрообратной связи, которая является неинвазивным, безопасным и эффективным способом регулирования нервного состояния мозга, изначально применялась для профилактики и реабилитации клинических нервных или психических заболеваний, а затем постепенно была расширена для помощи в улучшении внешней производительности здоровых людей пониманию связи между спортивными результатами и сном [31].

– Технология VR/AR предоставляет спортсменам безопасную интерактивную среду для тренировок и совершенствования своих навыков [32]. VR/AR-симуляторы могут создавать реалистичные и сложные сценарии тренировок, позволяя спортсменам совершенствовать навыки более эффективно [33]. VR также можно использовать для обучения спортсменов видам спорта, которые не распространены в их регионе, а также для подготовки к соревнованиям, проводимым в разных частях света [34].

В ходе исследования определены ведущие научно-исследовательские и образовательные организации, в которых активно ведутся работы в области сегмента «НейроРазвлечения и спорт». Показателем их активности определялось количеством научных публикаций.

Название учебного заведения	Кол-во публикаций
Университет Льежа / The University of Liège, Бельгия	265
Французский институт здоровья и медицинских исследований / The Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), Франция	59
Амстердамский свободный университет / Vrije Universiteit Amsterdam , Нидерланды	59
Гарвардский университет / Harvard University, США	55

Университет Сапиенца в Риме, Италия	36
Технический университет Мюнхена, Германия	33
Университет Колледж Лондона, Великобритания	33
Карлов университет в Праге, Чехия	30
Российская академия наук	30
Немецкий спортивный университет в Кёльне, Германия	29
Королевский колледж Лондона, Великобритания	28
Университет Бирмингема, Германия	28
Университет Парижа, Франция	28

Университет Льежа (Бельгия) уделяет большое внимание нейротехнологиям, о чем свидетельствует наличие лаборатории нейроморфной технологии, познания и нейронаук. Исследования Университета привели к достижениям в нейро- области, например, к разработке нейротехнологии, которая стимулирует спинной мозг для улучшения подвижности рук после инсульта.

Inserm уделяет большое внимание исследованиям в нейрообласти, которые связаны с использованием видеоигр для формирования когнитивных способностей мозга [35]. Лаборатория когнитивных нейронаук (INSERM U960) - одна из лабораторий Inserm, которая проводит исследования в области нейрогейминга. Лаборатория работает под руководством Этьена Коэчлина и состоит из пяти групп, включая Группу функций лобной доли и Группу принятия экономических решений, которые проводят исследования нейронных основ принятия решений и их нарушений при нервно-психических заболеваниях.

Исследования в области нейроразвития, проводимые в Vrije Universiteit Amsterdam (VU Amsterdam), в первую очередь направлены на понимание когнитивных и нейронных процессов при обучении, с особым акцентом на приобретении навыков грамотности и вычислений. Исследования университета в этой области направлены на улучшение понимания прочитанного и способности решать арифметические задачи, а также на разработку эффективных стратегий обучения этим навыкам студентов.

Гарвардский университет уделяет большое внимание исследованиям в области нейронаук и участвует в изучении пересечения нейронаук и развлечений, в

частности с помощью видеоигр. Факультет нейробиологии Гарвардской медицинской школы участвует в исследованиях в области нейронаук и ставит перед собой задачу содействовать совершенствованию и лидерству в области образования, исследований и обслуживания.

Отмечается высокая степень участия научных организаций из стран США, страны Евросоюза и Великобритании (Рис. 25). В целом детализация по научно-образовательным центрам и университетам дает общее представление об инновационном ландшафте в рамках рассмотрения инновационных процессов, связанных с проведением фундаментальных и прикладных научных исследований, включая разработки новых технологий.

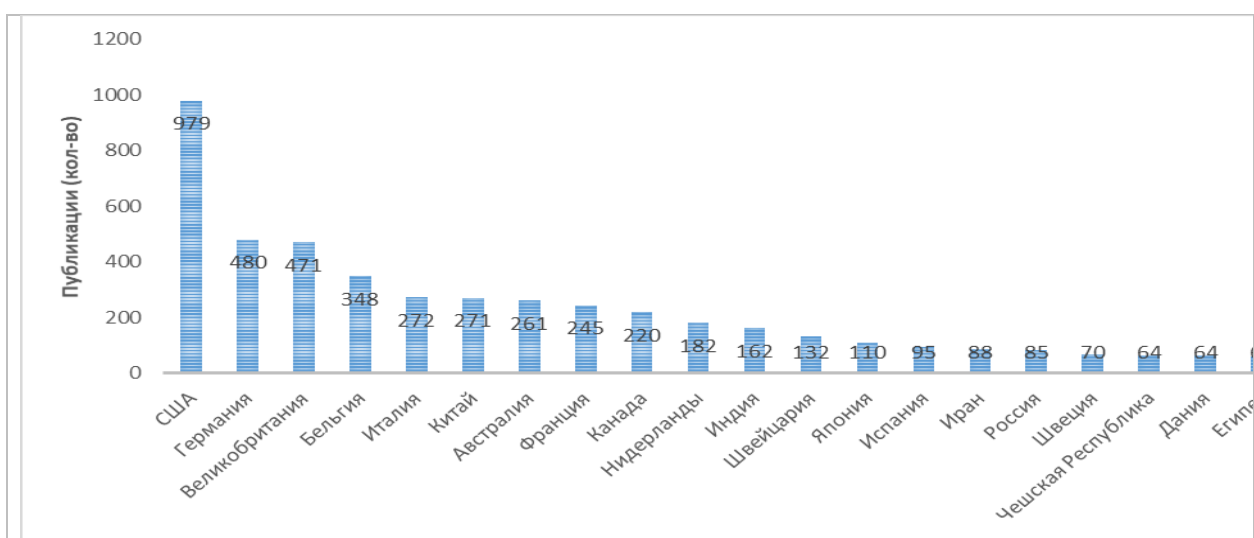


Рис. 25. Распределение кол-во публикаций в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» по странам.

Исследовательские работы, которые в перспективе могут оказать на развитие или появление новых технологических трендов в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» можно рассмотреть на следующих примерах.

В июле 2022 года ученые Университета штата Джорджия с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) обнаружили, что игры могут быть полезным инструментом для обучения принятию перцептивных решений (т.е. основанных на сенсорной информации) [36]. Те, кто часто играет в видеоигры, продемонстрировали лучшие сенсомоторные навыки принятия решений и повышенную активность в ключевых областях мозга по сравнению с теми, кто не играет. В исследовательском проекте приняли участие 47 человек студенческого

возраста, из которых 28 были отнесены к категории постоянных игроков в видеоигры, а 19 - к не игрокам.

Аналогичным образом исследователи и ученые из Университета Аалто в Финляндии разрабатывают компьютерную игру для лечения депрессии [37]. Игра требует от игроков решения задач в фантастическом городе, призванном оказать терапевтическое воздействие, которое облегчает симптомы депрессии и улучшает когнитивные способности. В настоящее время игра не подходит для пожилых людей, людей с тяжелой психотической депрессией или единственной формой лечения.

Основные технологические тренды могут быть определены по оценке активности работ, связанных с защитой интеллектуальной собственности на технические решения в интересующей нас области. С этой целью по сегменту «НейроРазвлечения и спорт» был сформирован и проанализирован патентный ландшафт, на основании которого были выявлены основные технологические направления, определяемые патентной активностью за последние пять лет.

На запрос патентных документов был сформирован массив патентных данных. Динамика патентования представлена на рисунке 3.11.

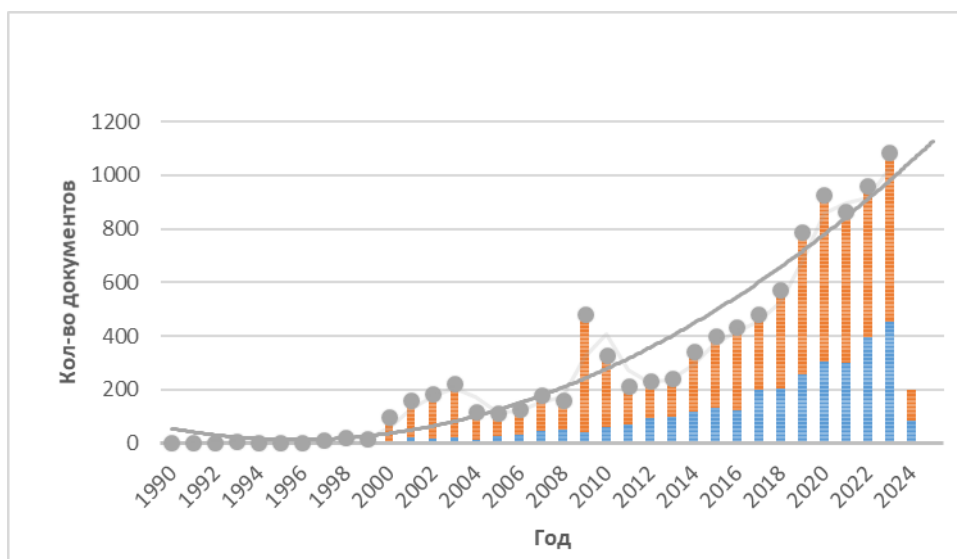


Рисунок 26. Динамика патентования в сегменте «НейроРазвлечения и спорт»

На Рис. 27 представлено распределение общего количества патентных публикаций с 2003 года по международным организациям и национальным патентным ведомствам. Значительная доля патентных документов зарегистрирована на территории США, стран Европейского Союз. На третьем месте со значительным отставанием находится Китай.



Рис. 27. Распределение патентов по странам

US: Соединенные Штаты Америки, EP: Европейский Союз, WO: Всемирная Организация Интеллектуальной Собственности, CN: Китай, TW: Китай(Тайвань), KR: Республика Корея, JP: Япония, IN: Индия, CA: Канада, DE: Германия, AU: Австралия, GB: Великобритания, RU: Россия, BR: Бразилия

Анализ массивов патентных данных позволяет выявить основные технологии и продукты, которые попадают под защиту интеллектуальной собственности. На Рис. 27 представлены диаграммы, в которых показано какие технологические концепты и технологические платформы попадают прежде всего под действующие защиту. Рынок сегмента в отношении интеллектуальной собственности «НейроРазвлечения и спорта» поделен между такими тяжеловесными корпорациями как SONY, META PLATFORMS, HTC, FITBIT, AFFECTIVA.

Sony имеет опыт в разработке и использовании нейроинтерфейсов, работает над разработкой игр VR, таких как World of Tanks VR (совместно с VRTech в рамках совместного предприятия Neurogaming). Sony также в разработке игр использует электромиографу для контроля в видеоиграх. Эти игры предназначена для залов виртуальной реальности с максимальным эффектом присутствия.



*Рисунок 28. Скриншот трансляции World of Tanks VR
(источник – youtube.com)*

Meta Platforms, ранее известная как Facebook, - одна из крупнейших технологических компаний, инвестирующих в нейротехнологии, в частности в интерфейсы BCI. В 2019 году Meta приобрела CTRL-Labs, стартап, разработавший браслет, который распознает нейромоторные сигналы, позволяя владельцу манипулировать компьютерной системой с помощью различных движений предплечья, кисти и пальцев (Рис. 29). Эта технология может предоставить пользователям новый, потенциально более доступный способ управления компьютерами.



Рис. 29. Способ управления компьютером CTRL-Labs

Компания HTC является одним из крупнейших игроков в области технологий VR, а ее платформа HTC Vive с момента своего появления занимает лидирующие позиции в области VR-игр. Одним из примеров работы HTC в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» является разработка прототипа периферийного

устройства, которое добавляет управление мозгом к VR-переживаниям. Это устройство, предназначенное для использования с HTC Vive (Рис. 30), использует технологию ЭЭГ для обнаружения сигналов мозга и преобразования их действия в VR-среде. Это позволяет пользователям управлять игрой с помощью своих мыслей.



Рисунок 30. HTC Vive читает мысли на SIGGRAPH

Концепты																					
	Беспроводная связь	Клиент	Процессор	Носитель информации	Непереносимая память	Оборудование сетевой инфраструктуры	Коммуникационное устройство	Социальные сети	Камера	Электрическая схема	Беспроводная коммуникационная сеть	Электронное устройство	Машинное обучение	Коммуникация	Модель машинного обучения	Виртуальная реальность	Управление циркулярностью	Вычислительное устройство	Средства хранения данных	Сеть	
SONY	339	29	35	133	109	190	194	0	98	139	160	69	51	104	35	24	112	30	6	91	
SONY GROUP	264	21	9	83	105	179	189	0	47	122	155	36	35	78	25	21	105	27	6	87	
META PLATFORMS	148	306	165	186	84	0	0	225	43	0	1	5	117	4	191	53	0	241	146	10	
HTC	28	9	8	41	1	0	0	1	84	0	0	63	12	12	6	144	0	12	4	0	
FITBIT	15	9	6	8	1	0	0	0	20	0	0	18	6	0	5	0	1	20	2	0	
SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS	1	0	0	3	0	0	0	0	8	1	0	4	4	0	5	1	0	0	0	0	
FACEBOOK	1	7	13	2	1	0	0	11	2	0	0	0	4	0	5	2	0	9	4	0	
AFFECTIVA	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	
BLUE GOJI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	
TACTOGEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	
SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	
GRETAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HUAWEI	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	0	1	0	
MAGIC LEAP	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	0	2	0	
NMES GROUP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SHENZHEN MACROTELLECT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SONY MOBILE COMMUNICATIONS	1	0	0	1	0	3	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
COGNITO THERAPEUTICS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NEUROENHANCEMENT LAB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Технологические платформы																					
	Компьютерные технологии	Телекоммуникации	Цифровая коммуникация	Аудиовизуальная технология	Оптика	Медицинская технология	IT-методы для управления	Измерения	Мебель	Контроль	Полупроводники	Электрическое оборудование	Другие потребительские товары	Основные процессы коммуникации	Транспорт	Фармацевтика	Другие специальные машины	Обработка	Химическое машиностроение	Текстильные и бумажные машины	
SONY	298	684	402	152	51	32	33	100	49	52	65	28	23	21	19	1	7	10	8	10	
SONY GROUP	165	568	275	34	15	14	18	65	32	35	5	7	18	2	12	0	0	4	0	7	
META PLATFORMS	352	169	317	51	45	2	149	14	13	4	13	15	3	4	1	0	4	3	0	1	
HTC	353	77	28	92	182	17	7	28	26	4	5	23	15	3	1	0	7	0	0	1	
FITBIT	28	48	7	8	1	104	1	27	9	11	1	2	2	1	0	0	0	0	5	0	
SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS	10	3	9	30	0	3	1	10	0	2	11	1	0	8	1	0	3	0	0	0	
FACEBOOK	10	2	11	3	0	0	8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AFFECTIVA	5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
BLUE GOJI	3	4	0	0	0	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TACTOGEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	
BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SONY INTERACTIVE ENTERTAINMENT	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
GRETAP	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HUAWEI	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MAGIC LEAP	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NMES GROUP	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SHENZHEN MACROTELLECT	2	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
SONY MOBILE COMMUNICATIONS	0	3	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COGNITO THERAPEUTICS	3	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NEUROENHANCEMENT LAB	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Рис. 31. Диаграммы, в которых показано какие технологические концепты и технологические платформы попадают под действующие защиту интеллектуальной собственности

Основные технологические тренды могут быть определены по оценке активности работ, связанных с защитой интеллектуальной собственности на технические решения в интересующей нас области.

С этой целью по сегменту рынка «НейроРазвлечения и спорт» был сформирован патентный ландшафт, на основании которого были выявлены основные технологические направления, определяемые патентной активностью за последние пять лет.

В визуализации патентного ландшафта определяются следующие технологические тренды:

1. Электронные носимые устройства
2. Технологии VR, AR
3. Игры (ПО)
4. Нейровизуализация и нейросигнал: нейроинтерфейсы (ЭЭГ, BCI), eye tracking
5. Машинное обучение и искусственный интеллект.

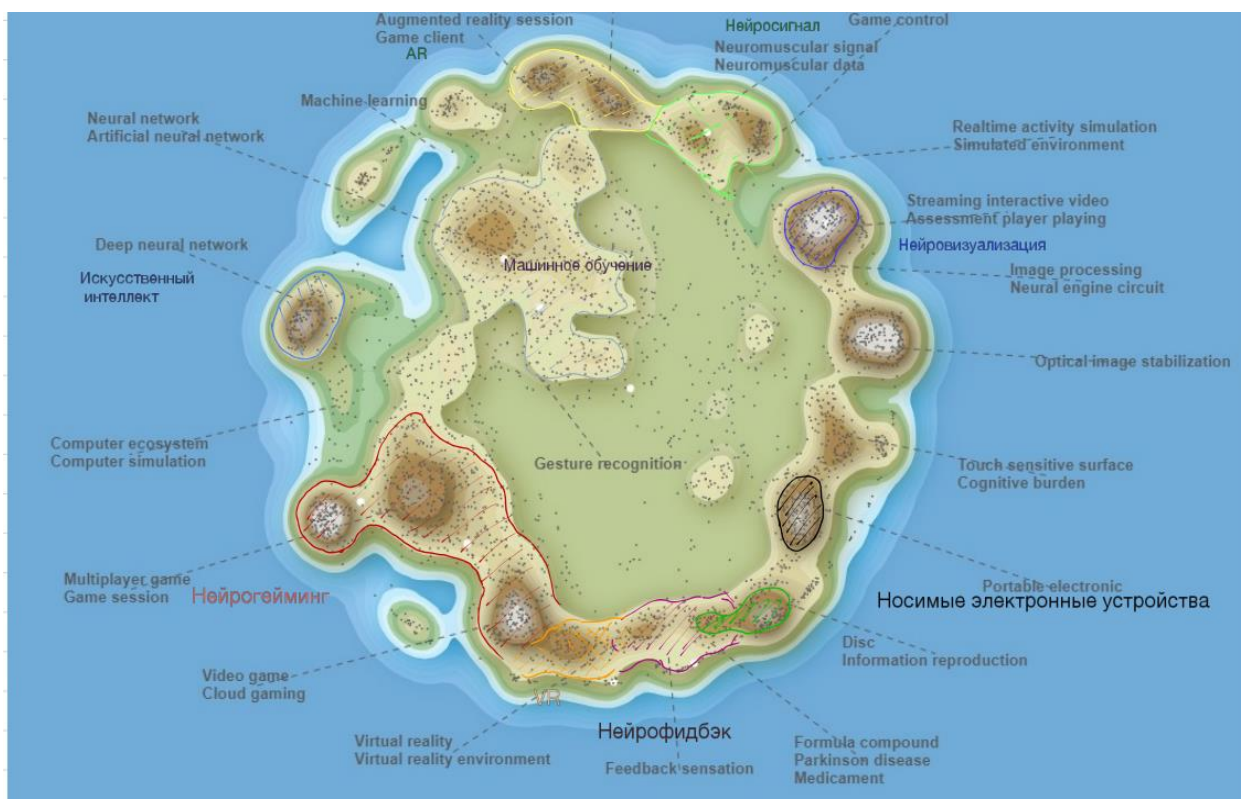


Рис.32. Патентный ландшафт по технологическим кластерам в сегменте «НейроРазвлечения и спорт» (патенты за последние 5 лет))

Перечислим основные технологически тренды, которые в настоящий момент определяют преимущественные характеристики компаний в сегменте «НейроРазвлечения и спорт».

- Технологии Нейроигр. Тренд направлен на разработку и использовании игровых технологий, включающих принципы нейронауки для улучшения игрового опыта и когнитивного обучения.

- Интерфейсы мозг-компьютер (BCI). Развитие данного тренда включает в себя интеграцию интерфейсов, управляемых мозгом, в развлекательные и спортивные приложения, чтобы позволить пользователям взаимодействовать с технологиями с помощью сигналов мозга.

- Средства улучшения когнитивных способностей. Тренд включает в себя инструменты и технологии, предназначенные для улучшения когнитивных функций, памяти, внимания и навыков принятия решений как для развлечений, так и для повышения спортивных результатов.

- Устройства нейрофидбэк. Устройства, обеспечивающие обратную связь в реальном времени по активности мозга, чтобы помочь пользователям улучшить свои когнитивные способности, справиться со стрессом, повысить концентрацию внимания и производительность в развлекательных и спортивных мероприятиях.

- Приложения виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR). Тренд включает в себя разработку и внедрение технологий VR и AR в сфере развлечений и спорта (создание впечатлений, повышение эффективности тренировок, анализ результатов).

Нейрогейминг

Новейшие технологии, такие как нейрогейминг, используются для создания инновационного игрового оборудования и программного обеспечения. Многие разработчики создают игры, помогающие людям улучшать психоэмоциональное состояние, когнитивную деятельность.

Нейрогейминг позволяет отслеживать волны мозговой активности, частоту сердечных сокращений, расширение зрачков, выражение лица и эмоции и может способствовать развитию игрового процесса, позволяя пользователям взаимодействовать с консолью непосредственно через нервную систему и связанные

с ней физиологические проявления, которые могут быть преобразованы в сигналы управления игрой.

Нейрогейминг использует такие технологии, как VR, AR и системы тактильных ощущений, для создания новых игр. Игровая индустрия постоянно развивается благодаря внедрению новейших технологий, чтобы захватить внимание и воображение геймеров по всему миру. Кроме того, технологические достижения, направленные на устранение расстройств у детей, могут стимулировать спрос на эту технологию.

Нейроинтерфейс

Культура нейро-игровых технологий все еще находится на стадии эволюции. Поэтому на рынке представлено лишь ограниченное количество нейроигр и ограниченное количество действий, включенных в игру. Однако быстрое развитие программного обеспечения и технологий может привести к тому, что нейроигры станут более сложными и будут включать в себя множество действий.

Нейроинтерфейсные технологии помогают улучшить навыки обучения и концентрации. Кроме того, исследования показали, как нейроигровые технологии могут помочь людям с болезнью Альцгеймера, СДВГ и другими сопутствующими заболеваниями. Такие компании, как Neuroelectrics³ (<https://www.neuroelectrics.com/>), разработали ЭЭГ-гарнитуру, предназначенную для стимуляции мозга во время игр для лечения таких проблем со здоровьем, как хроническая боль и депрессия. Компания утверждает, что ее продукт можно использовать для реабилитации после инсульта.



Игровое обучение

Игровое обучение (ИО) "вписывается" в функциональность нервной системы "чувствовать-думать-делать", если включено в поток образовательных стимулов. Кроме того, оно удовлетворяет нормальные "потребности" мозга. Главная потребность мозга - оставаться живым и сохранять контроль. Вторая потребность мозга - чувствовать себя хорошо, что включает в себя веселье, игру и получение

³ Neuroelectrics (Barcelona, Spain) стартап-компания, занимающаяся цифровым здоровьем мозга, которая диагностирует и лечит мозговые расстройства, а также улучшает общее состояние мозга.

вознаграждения. Третья потребность мозга - сохранять энергию, делая вещи логичными и последовательными. Обучение через игры дает мозгу чувство контроля, обеспечивает удовольствие, игру и вознаграждение, а также удовлетворяет желание сохранить энергию за счет логического сюжета.

Создание и потребление 3D контента становится все более доступным для обычных людей, благодаря развитию технологий. Виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR) становятся все более продвинутыми, позволяя создавать все более иммерсивные и реалистичные окружения. Искусственный интеллект играет важную роль в этом развитии, позволяя создавать более интеллектуальные и адаптивные виртуальные среды.

В области развлечений VR и AR также становятся все более популярными. Видеоигры, фильмы и другие формы развлечений создаются в 3D, что позволяет получить более иммерсивный и увлекательный опыт. ИИ может использоваться для создания более интеллектуальных и динамичных персонажей, а также для адаптации контента к предпочтениям и поведению пользователя.

Виртуальные рабочие места также являются одним из актуальных трендов, обеспечивая новые возможности для организации работы и совместного творчества. В сфере разработки новых продуктов и технологий виртуальные рабочие места также могут быть использованы для улучшения процесса проектирования и тестирования. Например, с помощью VR и AR можно создавать виртуальные прототипы продуктов и проводить виртуальные испытания перед началом производства. Это может помочь сократить время и затраты на разработку, а также улучшить качество конечного продукта.

В перспективе не только на 5 лет, но и более намечается вполне определенный тренд замены смартфонов и компьютеров на очки дополненной реальности в сфере развлечений и спорта.

В долгосрочной перспективе будет установлен устойчивый рынок видеоигр с VR/AR и нейроинтерфейсными технологиями. Причем геймификация коснется не только развлекательной игровой индустрии, но и появлением нейроигровых приложений в сфере медицинской реабилитации, образования и спорта.

К ожидаемым эффектам для решения задач технологического суверенитета можно отнести:

1. Интегрирование нейротехнологий в инструменты VR/AR/MR (в том числе, возможность быстрого считывания нейро-информации с помощью несложных неинвазивных электродов, что позволяет в значительной мере увеличить возможность работы виртуальных устройств как в плане скорости их работы, так и расширения всего функционала);

2. Использование биологической обратной связи (нейрофидбэк) в VR/AR/MR и фМРТ для нейрогейминга способствует к созданию более персонализированного, адаптивного игрового процесса. Интегрируя данные биологической обратной связи, такие как частота сердечных сокращений, мозговая активность или проводимость кожи, разработчики игр могут адаптировать игровую среду в режиме реального времени на основе физиологических реакций игрока. Эта динамическая обратная связь между телом игрока и игрой может усилить погружение, вовлеченность и даже терапевтический эффект от игрового процесса;

3. Непрерывное совершенствование интерфейсов мозг-компьютер (BCI), позволяющих пользователям взаимодействовать с игровыми технологиями с помощью сигналов мозга. Современные BCI способны считывать огромное множество электрофизиологических сигналов и их количество только увеличивается. К этим сигналам относятся медленные кортикальные потенциалы, потенциалы Р300 и мю- или бета-ритмы, регистрируемые с кожи головы, а также активность корковых нейронов, которая регистрируется имплантированными электродами

Ожидаемые эффекты отражают направления развития в сегменте «НейроРазвлечения и Спорт», направленные на инновации, улучшение игрового опыта и использование нейротехнологий для когнитивного тренинга и развлечений.

Часть 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧИМЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ТРЕНДОВ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ»: «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»

Для целей настоящего исследования под НейроМаркетингом понимается комплекс методов изучения поведения потребителей посредством исследования их подсознательных эмоциональных и поведенческих реакций на маркетинговые раздражители путем считывания нейро- и биометрических данных целевой аудитории.

Такая деятельность направлена на улучшение привлекательности коммерческих предложений (в частности, через тестирование продукта – вкус, визуальные и тактильные особенности, упаковка), рекламных сообщений или иных воздействий сенсорного маркетинга на органы чувств потенциальных покупателей (слух, зрение, осязание, обоняние).

У истоков НейроМаркетинга стояли исследователи иррациональности экономических решений человека (Даниэль Канеман, Амос Тверски, Эйл Смиidtс). В основе иррационального потребительского поведения лежат психологические механизмы (социальное подражание, заражение чужим поведением/настроением, внушение некритического восприятия внешней информации), весьма косвенно связанные с здравым расчетом баланса возможных достижений и издержек.

Согласно исследованиям 85% потребительских решений принимаются неосознанно. НейроМаркетинг позволяет понять подсознательные аспекты принятия решений, в то время как традиционный маркетинг, в основном, опирается на данные, полученные с помощью опросов или фокус-групп.

Принципиально важным моментом в исследованиях НейроМаркетинга является то, что они затрагивают только естественную, незамутненную сознанием биологическую реакцию человека в ответ на маркетинговые раздражители. В частности, эмоциональный маркетинг, направленный на продвижение продукта (товара или услуги) посредством вызова эмоционального отклика у потребителя, продает не столько сам продукт, сколько связанную с ним эмоцию, которая в результате UX-исследования маркетологов становится для покупателя личным эмоциональным опытом и в дальнейшем побуждает человека к иррациональному потребительскому поведению.

Понимание неврологической основы эмоций позволяет маркетологам создавать рекламу с большей вовлеченностью клиентов, большей убеждающей силой и долговечностью воздействия. Исследование компании Nielsen продемонстрировало, что объявления с эмоциональным воздействием были на 23% успешнее, чем те, которые были ориентированы только на контент [45]. В 2002 году американские компании Brighthouse и SalesBrain первыми предложили нейромаркетинговые исследования и консалтинговые услуги, пропагандируя использование технологий и знаний из области когнитивной нейронауки.



Методы НейроМаркетинга используются для регистрации эмоционального отклика, исследования внимания, памяти, стрессорности (когнитивная оценка и копинг) и других функциональных состояний головного мозга и вегетативной нервной системы.

К таким методам относят:

- регистрация кожно-гальванической реакции или изменения электрического сопротивления кожи;
- регистрация частоты дыхательных движений;
- регистрация параметров работы сердечно-сосудистой системы;
- регистрация движений глаз (айтрекинг, eye tracking);
- регистрация сокращений лицевых мышц испытуемых при помощи электронейромиографии и видеомониторинга (оценивают мимику, отражающую эмоциональные состояния человека);
- регистрация электрической активности головного мозга (электроэнцефалография, вызванные потенциалы), а также магнитоэнцефалография (позволяют получать динамические карты ритмов мозговой активности, амплитуда и частота которых могут быть соотнесены с изменением уровня внимания и эмоционального состояния человека);
- функциональная магнитно-резонансная томография (позволяет визуализировать усиление локального мозгового кровотока и оценивать активацию

нейронов головного мозга, вызванную натуралистическими стимулами – например, фильм, видеоролик, музыка, запах – при изучении нейрокогнитивных механизмов регуляции эмоций [41]);

– позитронно-эмиссионная томография и магнитно-резонансная спектография (позволяют получать динамические карты распределения биологически активных веществ в мозге человека, которые являются физиологической основой внимания и эмоций)⁴.

В зависимости от предметной области маркетингового исследования применяются разные виды инструментов (см. таблицу ниже), основными из которых являются айтрекеры и ЭЭГ [40].

Предметная область тестирования	Применяемые инструменты НейроМаркетинга
Рекламные ролики, аниматики (превизуализация), бордоматики (прототип рекламного ролика)	Айтрекинг, биобраслет, ЭЭГ
Плакаты, билборды, логотипы	Айтрекинг, ЭЭГ
Сайты, порталы, терминалы, лендинги, Интернет-магазины, мобильные приложения	Айтрекинг, глубинное F2F (Friend-to-friend) интервью с применением проективных техник или анкетирование, полиграф
Продукт (вкус, запах, звук, внешний вид)	Айтрекинг, биобраслет, ЭЭГ
Компьютерные игры	Айтрекинг, биобраслет, глубинное F2F интервью
Кино, сериалы, шоу	Айтрекинг, биобраслет, ЭЭГ
Текст	Айтрекинг, биобраслет, глубинное F2F интервью, ЭЭГ
Мнение, оценка, ощущение потребителя	Айтрекинг, биобраслет, глубинное F2F интервью с применением проективных техник
Торговое пространство	Айтрекинг, биобраслет, камеры для не включенного наблюдения за покупателями

Условно различают два вида НейроМаркетинга:

– фундаментальный (основанный на эмпирических научных исследованиях в таких областях знаний, как нейрофизиология, когнитивная психология,

⁴ Исследователи нейробиологии предполагают, что модальность, качество эмоций, а также их интенсивность определяются взаимоотношением норадренергической, дофаминергической, серотонинергической, холинергической систем, а также целым рядом нейропептидов, включая эндогенные опиаты.

поведенческая экономика, и направленный на профилирование аудитории, брендинг, выявление эффективных каналов коммуникации (для получения данных проводят психологические исследования, например, ZMET-исследование);

- инструментальный (исследования, основанные на работе с приборами для регистрации нейрофизиологических реакций на различные маркетинговые стимулы
- применяется для оценки рекламных материалов: сайт, полиграфия, логотип, фильм, дизайн и упаковка (для получения данных проводят фМРТ или распознавание эмоций через датчики и сигналы: ЭЭГ, eye tracker).

Ежегодно в рекламные кампании инвестируется более 400 млрд долл. США. Однако традиционные методы проверки и прогнозирования эффективности этих инвестиций не всегда оказываются состоятельными, поскольку зависят от готовности и компетентности потребителей описать свои ощущения при виде рекламы. НейроМаркетинг предлагает методы прямого исследования сознания, не требующие когнитивного или сознательного участия, что способно повысить эффективность как коммерческих (например, при прогнозировании продаж музыкальных клипов, микрозаймов), так и других рекламных сообщений (например, при проведении антитабачной кампании).

Проводить исследования в этой области довольно затратно, поэтому подробный анализ делают в основном крупные компании (Coca-Cola, Pepsi, Nestle, Lays, McDonald's, PayPal, General Motors, Procter&Gamble, Mercedes-Benz, Intel, IBM, Microsoft, Amazon, Apple). При этом, компании, как правило, предпочитают не афишировать факт использования инновационных методик по взаимодействию со своими потребителями, чтобы не навлечь на себя негативную реакцию со стороны общественности⁵ и обвинения в нарушении этических норм (ведь главная задача маркетинга – это продажа товара, независимо от того, насколько он нужен или полезен).

⁵ Как это было в 2004 году с научным исследованием Рида Монтегю, профессора нейробиологии Медицинского колледжа Бэйлора (США), о том, почему люди демонстрируют сильные субъективные предпочтения в пользу одного из двух практически идентичных по химическому составу напитков Coke и Pepsi, опубликованным в журнале Neuron (McClure SM, Li J, Tomlin D, Cypert KS, Montague LM, Montague PR. Neural correlates of behavioral preference for culturally familiar drinks. Neuron. 2004 Oct 14; 44(2):379-87. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2004.09.019>). Это исследование вызвало волну резкой критики в адрес нейромаркетинга из-за опасений, что он таит в себе скрытый код, позволяющий настроить наше восприятие ниже уровня нашего сознания.

Большинство публикаций, ассоциированных ключевым словом «НейроМаркетинг», носят популяризационный характер, что предопределено их броскими заголовками⁶, избыточными модными словами, широтой тегов и большим авторским коллективом, потенциально склонным к самоцитированию.

Все же судьба данного сегмента «Нейронета» в значительной степени зависит от успехов в области знаний, занимающейся изучением нейронных процессов, а также от технологических возможностей анализировать массивы структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного сущностного многообразия.

В России с 2013-2014 годов наблюдается необнуляющийся интерес к НейроМаркетингу, который в региональном срезе представлен наибольшими значениями в Московской агломерации, г. Санкт-Петербурге, Марий Эл, Ярославской области, Томской области и других регионах, что в целом коррелирует с количеством студентов, обучающихся по специализации «Реклама и связи с общественностью» и в тематическом аспекте представлен: «Маркетинг», «Книги», «Учебный курс», «Роджер Дули»⁷.

Анализируя популярность нейромаркетинга в мире и в России, можно оценить показатели частотности запросов слова «нейромаркетинг/neuromarketing» в поисковых системах Google и Яндекс – они не обнуляются, т.е. интерес к теме поддерживается постоянный (возможно, в большей степени за счет студенческого сообщества) (Рис. 33).

⁶ Например, публикация об ученых, занимающихся созданием биоэвристик для решения задач глобальной оптимизации и исследованиями в области роевого интеллекта, на основе наблюдения за саранчой и стадами травоядных животных доработавших самонастраивающиеся алгоритмы искусственного интеллекта, обладающие коллективным разумом и самоорганизацией, которые нашли применение в качестве основы для AI-диджея и для НейроМаркетинговых решений.

⁷ Роджер Дули – автор книги, переведенной на русский язык в 2021 году «Нейромаркетинг. Как влиять на подсознание потребителя», ISBN: 978-985-15-3439-1.

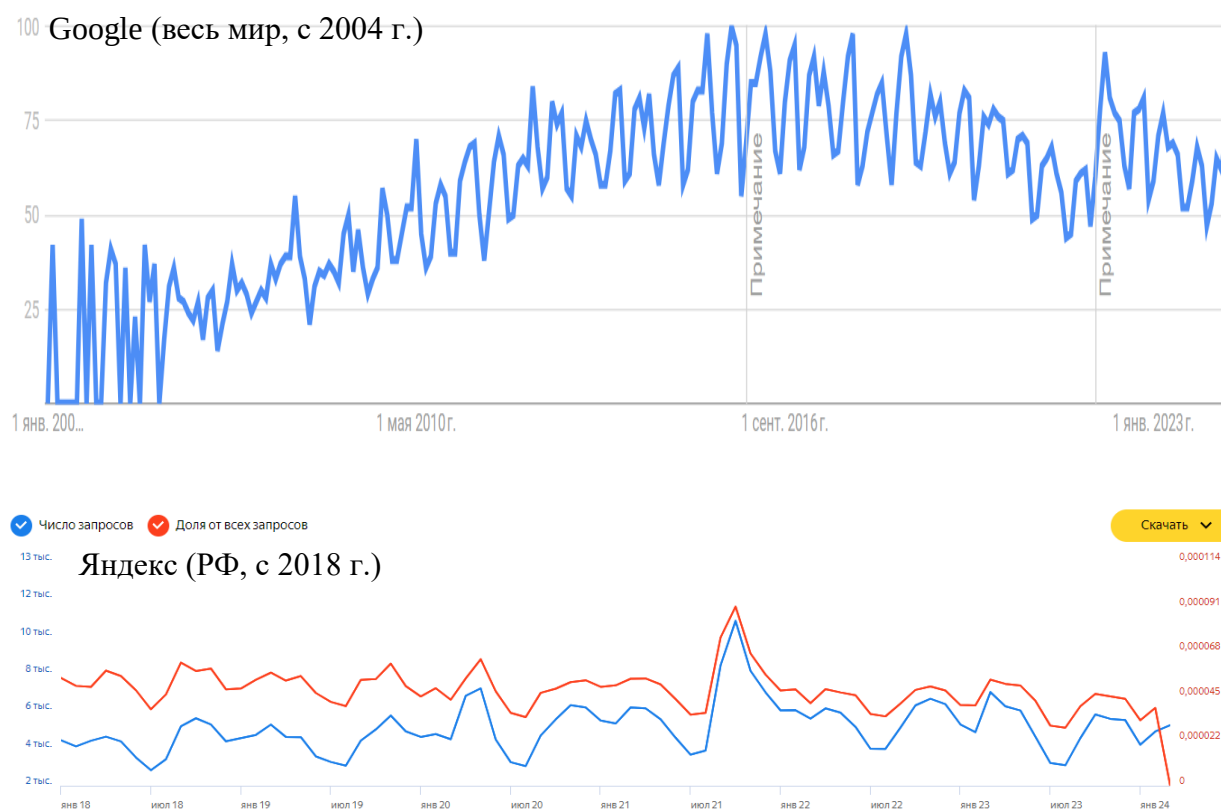


Рис. 33. Частотность запросов слова «НейроМаркетинг» в поисковых системах Google и Яндекс

В мировой практике НейроМаркетинг является одним из способов получения финансирования научных исследований бизнесом или некоммерческими организациями, так как полученные деньги от клиентов направляются на усовершенствование оборудования, разработку новых технологий и проведение дополнительных экспериментов.

Результатом чего является развитие технологической базы не только в нейромаркетинге, но и в социальной сфере, так как данные технологии нашли применение для облегчения деятельности людей с ограниченными возможностями (в частности, за счет использования мозг-компьютерных интерфейсов).

1. Обзор мирового рынка «Нейронет» и глобальных технологических трендов в сегменте «НейроКоммуникации и маркетинг».

Информацию о достигнутых объемах НейроМаркетинга можно найти в отчетах «The global Neuromarketing market size ...»⁸, сведения в которых постоянно корректируются, дополняются новыми показателями.

По данным компании 360 Market Updates, объем мирового рынка НейроМаркетинга оценивался в 1,31 млрд долл. США в 2022 году и, с темпом прироста CAGR 8,68%, к 2031 году достигнет 2,16 млрд долл. США.

По данным компании Verified Market Research, объем мирового рынка НейроМаркетинга оценивался в 1,44 млрд долл. США в 2023 году и, с темпом прироста CAGR 8,89%, к 2030 году достигнет 2,62 млрд долл. США.



По данным компании Mordor Intelligence, объем мирового рынка НейроМаркетинга достиг 1,44 млрд долл. США в 2023 году, оценивается в 1,57 млрд долл. США в 2024 году и, с темпом прироста CAGR 8,89%, к 2029 году достигнет 2,41 млрд долл. США.

В региональном разрезе, наибольший рост рынка НейроМаркетинга ожидается в Северной Америке и далее в порядке убывания в Азиатско-Тихоокеанском регионе и Европе, Латинской Америке, Ближнем Востоке и Африке. Доминирующая роль Северной Америки на рынке НейроМаркетинга обусловлена развитой технологической инфраструктурой, мощным потенциалом исследований и разработок, а также высоким уровнем осведомленности и принятия методологий НейроМаркетинга (компании из списка Fortune-500⁹ широко охвачены нейромаркетинговыми услугами).

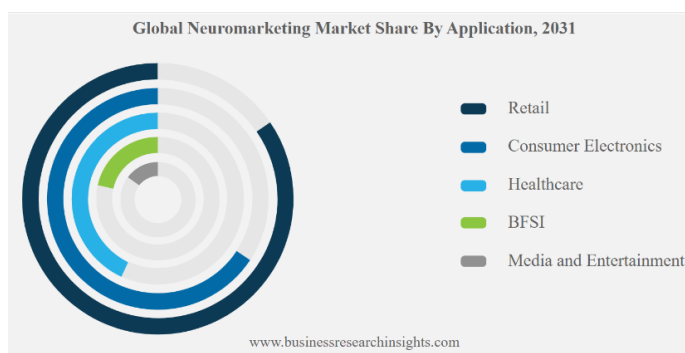
Присутствие ключевых игроков маркетингового рынка (Nielson, Ipsos, Kantar, Information Resources, IQVIA и другие), исследовательских институтов и

⁸ Источники информации по ключевому слову «Neuromarketing»: www.360marketupdates.com, www.verifiedmarketresearch.com, www.mordorintelligence.com, www.transparencymarketresearch.com, www.mckinseywell.com, www.businessresearchinsights.com.

⁹ Выручка 500 крупнейших компаний США за 2022 год составила 16,1 трлн долл. США (64 % ВВП страны), чистая прибыль - 1,8 трлн долл. США.

технологически подкованных потребителей, разнообразие отраслей данного региона, от технологических гигантов (Google, Apple, Microsoft, Amazon, Meta Platforms) до крупных производителей потребительских товаров (Coca-Cola, PepsiCo, General Electric, General Motors, Colgate-Palmolive, Campell's) и значимых в мировом масштабе американских медиа и кинематографии (CBS, Fox, Disney, Sony Pictures, Paramount Pictures, Universal Studios, Warner Bros., Netflix Studios), распространяющих американские ценности и стандарты образа жизни¹⁰ [37], еще больше усиливает позиции Северной Америки в продвижении инноваций на данном рынке, укрепляя ее в качестве ключевого центра для дальнейшего расширения рынка НейроМаркетинга.

По отраслевым областям применения методов НейроМаркетинга исследователи, в качестве основных, выделяют следующие: розничная торговля, бытовая электроника, здравоохранение, банковские, финансовые услуги и страхование (BFSI), медиа и развлечения [43].



В розничной торговле (**Retail**) НейроМаркетинг используется для повышения качества обслуживания покупателей, оптимизации выкладки товаров в магазинах и создания привлекательных витрин, отвечающих предпочтениям покупателей.

В условиях жесткой конкуренции электронных бытовых товаров (**Consumer Electronics**) их производители используют НейроМаркетинг для изучения предпочтений потребителей-пользователей, что помогает в разработке дизайна продукта и маркетинговых стратегий.

В здравоохранении (**Healthcare**) применяются методики НейроМаркетинга для повышения вовлеченности пациентов, улучшения коммуникационных

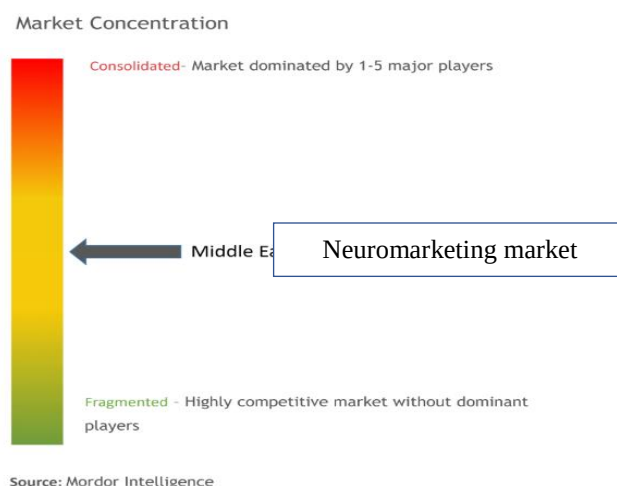
¹⁰ Кинопродукция может служить катализатором изменения поведения индивидуума или группы, чаще всего обусловленного осознанным или неосознанным желанием копировать стиль жизни и привычки главных героев того или иного произведения. Кроме того, публичная дипломатия в форме кино устанавливает «мостики» между вопросами сознания широких масс и политическими интересами государства.

стратегий в здравоохранении, оптимизации дизайна медицинских продуктов и услуг, создавая более качественные маркетинговые и образовательные материалы.

BFSI использует НейроМаркетинг для лучшего понимания финансовых решений потребителей и их отношения к финансовым рискам, для повышения уровня их доверия финансовым институтам и не критического восприятия внешней информации, что позволяет разрабатывать эффективные маркетинговые и финансовые продукты.

Медиа и развлечения (Media & Entertainment) используют данные НейроМаркетинга для адаптации контента и рекламы пользовательскому опыту, оптимизируя вовлеченность и эмоциональные связи, что позволяет проводить более эффективные кампании и создавать качественный контент.

Рынок НейроМаркетинга является умеренно конкурентным, где наравне с несколькими крупными маркетинговыми агентствами (которые могут позволить себе сотрудничество с медицинскими или исследовательскими учреждениями для использования дорогостоящих передовых технологий нейровизуализации), присутствуют и другие компании, находящие своих потребителей благодаря растущему спросу на нейромаркетинговые приложения (в том числе онлайн платформенные решения) и технологическому совершенствованию доступного по цене¹¹ специализированного оборудования (биометрические датчики, например, технологии



¹¹ Высокая стоимость и низкая мобильность устройств, необходимых для нейровизуализации активности мозга, ограничивают мониторинг функционального состояния человека. С развитием портативных устройств с высокой разрешающей способностью и снижением цен на соответствующие приборы, а также с разработкой новых алгоритмов онлайн-обработки биоэлектрической активности (ЭЭГ, fNIRS, полиграфы) расширяются возможности индивидуального подхода к нейрофизиологии человека (в частности, при оценке работоспособности человека, преодолению сонливости, повышению внимательности).

отслеживания движений глаз, внедренные, в частности, в устройства виртуальной реальности).

В NMSBA, международное сообщество компаний, занимающихся НейроМаркетингом, входит более 180 организаций, клиентами которых выступают практически все крупнейшие компании мира из списка Fortune-500, зарегистрированные или ведущие большую часть деятельности в США [42].

Согласно данным доклада «Рынок нейромаркетинговых исследований» Высшей школы бизнеса НИУ ВШЭ, количество организаций, занимающихся нейромаркетинговыми исследованиями, постоянно растет – с 2008 по 2022 год их число увеличилось в 8 раз.

К компаниям данного рынка международные исследователи относят: Nielsen Company (NielsenIQ), Ipsos, MediaScience, Immersion, Buyology, Merchant Mechanics, Emotion Research LAB, Mindspeller, Neural Sense, Compumedics, nViso, MindMetriks, Cadwell Industries, SYNETIQ, SR Labs, Uniphore, CloudArmy, EyeSee, Forebrain, DervalResearch, Neurons, Promosapiens, BrainSigns, BrainGroup Global, Kochstrasse, Ottosunove, ThinkNeuro, ThinkAlike Laboratories, Tobii Technology, IQVIA, Kantar Group.

В России нейромаркетинговые исследования проводят Нейротренд, SensoryLab, «Лаборатория мозга», «НейроБренд», FasTest Neuro Solutions (ООО «Брейн Компани»), Z&G Branding, ООО «СМАРТСЛАБ», рекламное агентство «Well Media», «Центр нейроэкономики и когнитивных исследований НИУ ВШЭ», лаборатория нейромаркетинга МГИМО, экспериментальная лаборатория «Нейротехнологии в управлении» кафедры «Логистика и маркетинг» Финансового университета при Правительстве РФ.

Методы НейроМаркетинга прямо или опосредованно используются в России такими компаниями, как Сбер, Альфа-банк, Газпромбанк, Джонсон&Джонсон, Mail.ru, KFC, Makfa, Teva, Tele2, Билайн, Borjomi Russia, Кинопоиск, Freedom Group, Wildcraft (магазин спортивной одежды), Gant, AB InBev Efes и другие. При этом, продажа нейромаркетинговых услуг нередко дополняется такими названиями, как: UX-исследования, геймификация, NUDGE, поведенческий маркетинг, психографика и поведенческий анализ данных.

Российские исследователи отмечают некоторое перераспределение маркетинговых бюджетов от традиционных социологических исследований к инновационным автоматизированным и наукоемким решениям, что позволяет надеяться на дальнейшее развитие НейроМаркетинга. Отмечаются перспективы применения комбинации технологий, например, VR с нейро-, появление интереса к нейромаркетинговым методам не только у маркетологов и PR-агентств, но и в других областях профессиональной деятельности (предрейсовый медицинский осмотр водителей, профориентация, формирование команды, как один из уровней организационного консультирования, разработка и оценка реабилитационных программ, поведенческие/психографические оценки восприятия публичных персон, креативных решений и дизайн-проектов).

Можно отметить российскую компанию Нейротренд, которая работает в сфере нейромаркетинга с 2013 года. Компания получила поддержку в рамках Национальной технологической инициативы и успешно разработала собственный программно-аппаратный комплекс¹², с помощью которого можно проводить распределенные комплексные исследования реакций на различные стимулы (фильмы, видео-рекламу, аудио, тексты и т.д.), и собственные алгоритмы обработки данных и методики интерпретации результатов. По данным <https://navigator.sk.ru/orn/1121407> выручка компании за 2023 год составила 192 млн рублей.¹³



Компания имеет ряд запатентованных методик / способов оценки внимания, интереса, запоминаемости, эмоциональной вовлеченности, динамики эмоциональной реакции¹⁴. В том же направлении работают

¹² Собственный программно-аппаратный комплекс «Нейробарометр» и оборудование для замеров: ай-трекеры, электроэнцефалографы, полиграфы, пульта для регистрации скорости реакций и другие инновационные решения. <https://neurotrend.ru/laboratoriya>

¹³ «Нейротренд»: создать, продать и масштабировать труднообъяснимый высокотехнологичный продукт, <https://incrusia.ru/concoct/nejrotrend-sozdat-prodat-i-masshtabirovat-trudnoobyasnimyj-vysokotekhnologichnyj-produkt/>

¹⁴ RU2779383C1 «Способ тестирования эффективности рекламных материалов», RU2723732C1 «Способ анализа эмоционального восприятия аудиовизуального контента у группы пользователей», RU2722440C1 «Способ определения эффективности визуального представления текстовых материалов», RU2722447C1

международные и российские организации: Fujitsu, Ovomind, Northwestern Polytechnical University, Nielsen, Panasonic, IBM, Affectomatics, Toyota, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology AIST, Citibank, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», ООО «Кварта ВК», ЗАО «Нейроком», ООО «Аби ИнфоПоиск» и другие.

Можно привести ряд примеров успешного применения методов НейроМаркетинга. Компания PayPal в ходе своего исследования обнаружила, что рекламные ролики, ориентированные на уникальные преимущества продажи, такие как скорость и удобство, вызывают более значимую реакцию мозга, чем реклама таких функций, как безопасность и защищенность – это побудило PayPal подчеркнуть скорость и простоту своей платежной системы в своем маркетинге по привлечению большего количества пользователей.

Компания Google использовала технику айтрекинг, чтобы определить, как пользователи ведут себя при чтении поисковых запросов и выяснила, что пользователи, как правило, читают их по порядку, сверху вниз, поэтому в результатах поиска Google начала ставить миниатюры, пытаясь привлечь внимание пользователей к отдельным результатам ниже.

Также айтрекинг воспользовались в нейромаркетинговой кампании бренда Sunsilk. Приведенный рисунок показывает, как изменилось внимание потенциальных покупателей, в чье поле зрения попали два баннера – в случае с баннером слева покупатели не замечали шампуня и смотрели только на девушку (лишь 6% из 200

испытуемых

взглянули на товар), в

случае с баннером

справа покупатели,

отслеживая взгляд

девушки, видели

упаковку шампуня (товар заметили 84% из 200 человек).



«Способ оценки произвольного внимания на основе глазодвигательных показателей и амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ», RU2747571C1 «Способ и система объективной оценки реакции слушателя на аудиоконтент по спектру произвольных аффективных категорий на основе ЭЭГ», RU2708197C1 «Способ измерения запоминаемости мультимедийного сообщения».

По данным платформы The Lens, онлайн-средства поиска патентной и научной литературы, в 2019 году будет пройден пик научной публикационной активности на тему «Нейромаркетинга»¹⁵, к основным областям исследований которой относятся: Психология, Компьютерные науки, Бизнес, Маркетинг и Реклама – каждой из которых присущи свои особенности, методы и подходы, а также концентрация на своих специфических аспектах и проблемах.

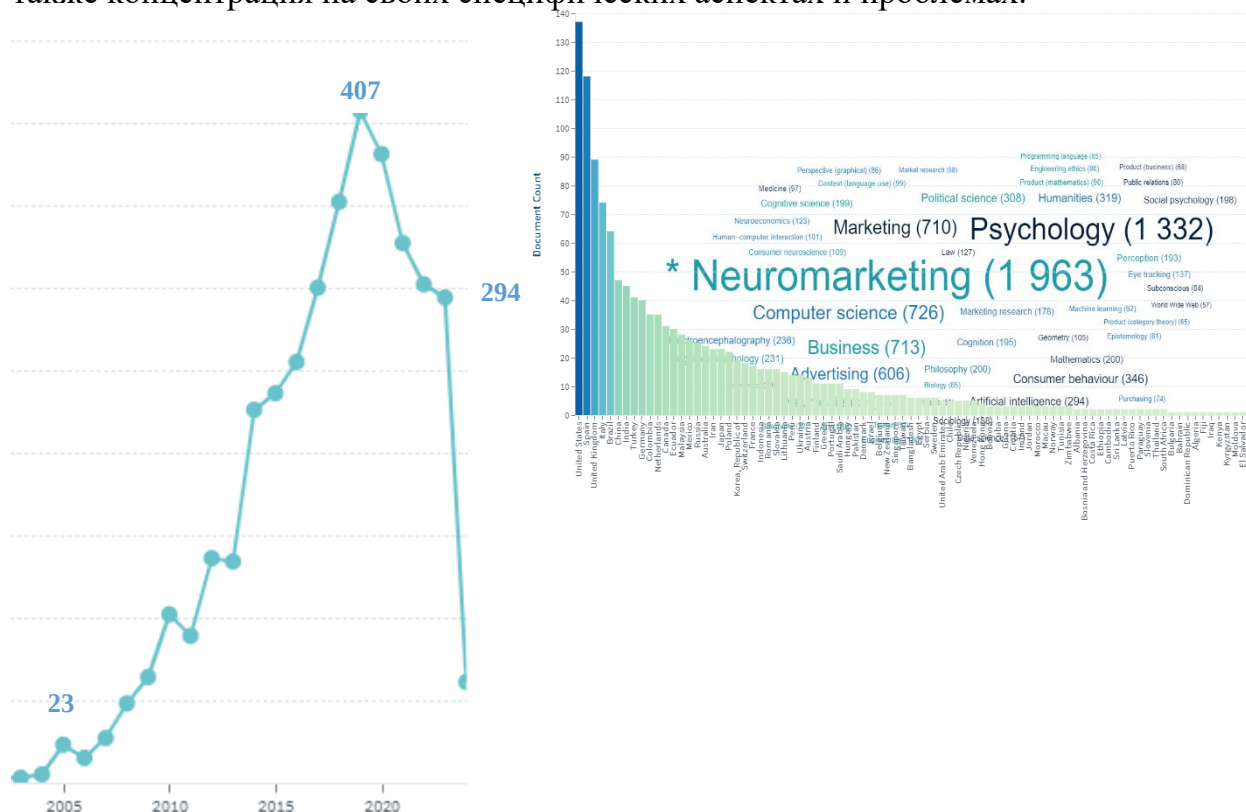


Рис.34. Хронология и география публикационной активности по теме НейроМаркетинга, а также связанные с ней основные области исследований

На Рис. 34 представлена хронология и география публикационной активности по теме НейроМаркетинга, а также связанные с ней основные области исследований.

Начальным стимулом публикационной активности по данной теме в 2004-2005 годах стали достижения в области нейровизуализации, которые показали возможности расшифровки сознательного опыта человека на основе неинвазивных измерений активности его мозга (в частности, с использованием фМРТ), допустив распространение этих методов на выявление скрытых или бессознательных психических состояний, усиленные достижениями методов, инструментов и приложений, используемых для анализа больших данных, помогающих

¹⁵ При этом, сервис Google scholar (не предназначенный для наукометрических изысканий, но позволяющий быстро найти нужную «научную» литературу путем обхода сайтов поисковым роботом) находит более 32 тыс. публикаций по этой теме (включая, препринты, постпринты, репозитории, блоги, нерцензируемые материалы, выступления на конференциях и семинарах).

распознавать динамические паттерны мозговой активности, порождающие восприятие, эмоции и познание.

Наибольшее количество публикаций по заданной теме принадлежит: Sapienza University of Rome, Complutense University of Madrid, Aston University, King Juan Carlos University, IULM University of Milan, Slovak University of Agriculture, Imperial College London, Islamic Azad University, University of Granada, University of Oxford.

Эти университеты имеют свои сильные стороны, за которые их ценят в мире и рейтингуют (например, самыми сильными сторонами первого в нашем списке Sapienza University of Rome считаются: археология, древняя история, филология, философия, экономика), но в этом списке и в заданной последовательности (по убыванию количества публикаций по НейроМаркетингу) они оказались, по большей части, потому, что «ВУЗ пытается не отставать от современных тенденций и большое внимание уделяет биомедицине, генетике, квантовой физике и астрофизике»¹⁶, из-за чего появляются публикации ради публикации, ради цитирования, ради привлечения внимания к университету за счет использования длинных и броских заголовков с модными словами и массовым авторством.

Об этом же свидетельствуют и данные научной электронной библиотеки Elibrary.ru – по заданной теме, ограниченной использованием ключевого слова «нейромаркетинг», находится более 2800 публикаций¹⁷, из которых 1904 приходится на тематическую рубрику «Экономика. Экономические науки», 119 – на «Психологию», 103 – на «Народное образование. Педагогику», 62 – на «Медицину и здравоохранение». На рисунке 3.3 приведено распределение указанного количества публикаций по годам и по организациям.

¹⁶ К профессии нейромаркетолога можно прийти из психологии, нейробиологии и нейрофизиологии, экономики, рекламы, коммуникационного менеджмента, маркетинга. В частности, в России можно пройти обучение бакалавриата по специальностям: 38.03.02 «Менеджмент» (с профилем «Маркетинг»), 37.03.01 «Психология», 42.03.05 «Медиакоммуникации», 42.03.01 «Реклама и связи с общественностью». Дополнительные знания можно получить на курсах в ведущих вузах и бизнес-школах: НИУ ВШЭ, ИТМО, РЭУ им. Г.В.Плеханова, МГИМО, ТГУ и других. <https://www.profguide.io/professions/neyromarketolog.html>

¹⁷ Из них 1370 статей в журналах, включая 55 статей в журналах, входящих в Web of Science или Scopus (в том числе Journal of marketing research, Journal of advertising research, European journal of marketing, Journal of consumer psychology), 80 статей в журналах, входящих в ядро РИНЦ, 56 статей в журналах, входящих в RSCI.

№	Название организации	Статей	Год	Статей
1	Финансовый университет при Правительстве РФ	147	2024	32
2	Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова	123	2023	364
3	Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского	88	2022	371
4	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова	69	2021	353
5	Санкт-Петербургский государственный экономический университет	66	2020	330
6	Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ	61	2019	323
7	Государственный университет управления	59	2018	280
8	Санкт-Петербургский государственный университет	59	2017	217
9	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	53	2016	183
10	Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского	46	2015	119

Рис. 35. Распределение публикаций в научной электронной библиотеке Elibrary.ru по годам и по организациям

Один из фокусов данной работы акцентирован на поиске взаимосвязи областей науки (публикационная активность исследователей) и технологий (патентная активность исследователей). Патенты являются, по сути, квинтэссенцией технологического прогресса, непосредственными результатами инновационной деятельности в сфере технологий, а научные публикации, в свою очередь, достаточно разносторонне характеризуют состояние некоторой научной области в целом, дают представление о коллективах ученых и институтах, о характере проводимых ими исследований.

Самой цитируемой публикацией является - «Расшифровка психических состояний по активности мозга человека»¹⁸, 2006 года, написанная в соавторстве исследователей из Института когнитивистики и нейробиологии Общества Макса Планка (Германия) и Института когнитивных нейронаук Университетского колледжа Лондона (Великобритания). Новые подходы к декодированию мозговой активности человека приблизили научное сообщество к идентификации различных когнитивных и перцептивных состояний, ментальных репрезентаций психических состояний человека, посредством комплекса биометрических и вербальных исследований.

Также, по части цитируемости, можно отметить публикацию «Нейромаркетинг: надежда и ажиотаж вокруг нейровизуализации в бизнесе»¹⁹, 2010 года, написанная в соавторстве исследователей из Университета Дьюка (США) и

¹⁸ Haynes, JD., Rees, G. Decoding mental states from brain activity in humans. Nature Reviews Neuroscience 7, 523–534 (2006). <https://doi.org/10.1038/nrn1931>

¹⁹ Ariely, D., Berns, G. Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. Nature Reviews Neuroscience 11, 284–292 (2010). <https://doi.org/10.1038/nrn2795>

Университета Эмори (США). В качестве причин приобретения популярности применения методов нейровизуализации для маркетинга продукции исследователи отмечают следующие две: надежда на удешевление и ускорение получения качественных результатов над другими методами маркетинга (маловероятно в ближайшем будущем); надежда на то, что с помощью новых методов маркетологи получают информацию, которую невозможно получить с помощью традиционных методов маркетинга, а именно скрытую информацию о потребительском опыте (что особенно ценно на этапе разработки идеи о новом продукте, его дизайне и представлении потенциальным потребителям – так называемый «пользовательский дизайн 2.0», который будет учитывать не только то, что выражают потребители, но и то, что они думают).

Третья наиболее цитируемая публикация «Нейромаркетинг: Новая наука о поведении потребителей»²⁰, 2011 года, написанная одним из сооснователей американской компании SalesBrain, одной из первых предложившей в 2002 году нейромаркетинговые исследования и консалтинговые услуги, и соавтором книги «Тренинг по нейромаркетингу. Где находится кнопка «Купить» в сознании покупателя?» (изданной в России в 2015 году).

Автор указывает на наличие научных и эмпирических данных, подтверждающих то, что существуют определенные принципы, которые должны применяться к рекламным сообщениям, чтобы оптимизировать обработку информации на уровне нашего мозга (в современном мире мы получаем в среднем 10 000 сообщений в день, из которых обрабатывается только та их часть, которая обращена непосредственно к рептильному мозгу; по оценкам аналитической компании IDC в 2012 году лишь 0,4% сгенерированной в мире информации анализировалось). Чтобы уйти от этических проблем НейроМаркетинга, автор апеллирует к некоммерческим информационным кампаниям, направленным на изменение саморазрушающего поведения людей, в частности, к улучшению методов убеждения людей не курить или не писать сообщения во время вождения машины.

В качестве индикатора взаимосвязи областей науки и технологий представляют интерес научные публикации, упомянутые в патентных документах –

²⁰ Morin, C. Neuromarketing: The New Science of Consumer Behavior. Soc 48, 131–135 (2011). <https://doi.org/10.1007/s12115-010-9408-1>

они позволяют провести анализ и оценку доли и значимости научных и технических знаний в технологических достижениях²¹.

Так, помимо упомянутой выше самой цитируемой научной публикации, можно выделить публикацию «Об использовании инструментов визуализации мозга ЭЭГ или МЭГ в нейромаркетинговых исследованиях»²², 2011 года, написанную международным авторским коллективом из Sapienza University of Rome, Scientific Institute for Research, Hospitalization and Healthcare, Fondazione Santa Lucia (Италия), Hangzhou Dianzi University (КНР). Авторы представили обзор некоторых работ, представляющих интерес для маркетинговых исследований с использованием методов ЭЭГ и МЭГ, которые характеризуются высоким временным разрешением (в отличие от фМРТ) и улучшенными пространственными разрешениями, в частности приведен пример использования методов ЭЭГ для анализа культурных различий между просмотром видеорекламы газированных напитков в западных (Италия) и восточных странах (КНР).

Отметим, что в патентных документах области исследований значительно сфокусированы на Computer science, Artificial intelligence, EEG и только во вторую очередь на Psychology, по сравнению с областями исследований в научных публикациях, большая часть которых приходится на экономические науки, (см. для сравнения рисунок выше 3.3).

Через призму патентного исследования маркетинг, как таковой, классифицирован как «Обработка данных; вычисления или счет»²³, производимые преимущественно с использованием информационных и коммуникационных технологий, специально предназначенных для коммерческих, финансовых, административных и управленческих целей. Техническими объектами изобретений, так или иначе связанными с маркетингом, выступают системы или способы, которые включают операции существенной обработки данных (в том числе графических

²¹ Как правило, именно патенты (в силу особенности своей сферы и жестких требований как к самим изобретениям, так и к их описаниям) предоставляют исчерпывающую информацию об уровне технологического развития, о степени актуальности и новизны некоторых областей науки и техники, о вкладе стран, коллективов, отдельных исследователей в развитие определенных областей.

²² Vecchiato G, Astolfi L, De Vico Fallani F, Toppi J, Aloise F, Bez F, Wei D, Kong W, Dai J, Cincotti F, Mattia D, Babiloni F. On the use of EEG or MEG brain imaging tools in neuromarketing research. *Comput Intell Neurosci*. 2011; 2011:643489. doi:10.1155/2011/643489.

²³ Класс G06, Подкласс G06Q, Основная группа G06Q-030, Подгруппа G06Q-030/02.

данных)²⁴, а также, но опосредованно и с прикладной точки зрения, моделирующие устройства в сочетании с вычислительными средствами, демонстрирующие работу машин или систем.

НейроМаркетингу же присуща классификация технических решений комбинационного типа, когда составные части технического объекта изобретения могут представлять собственную изобретательскую информацию, характеризующую различные аспекты объекта изобретения (например, многостадийный процесс или система с несколькими подсистемами), или, когда изобретательская информация относится к двум или более самостоятельным объектам изобретения.

Так, упомянутая выше базовая классификация маркетинга, существенно дополнена и акцентирована на «Медицинских измерениях для диагностических целей»²⁵, включая способы, приборы (в том числе приборы для психологических опытов), инструменты и принадлежности, что наглядно продемонстрировано на нижеприведенном рисунке 3.4 технологических областей (technology domain)²⁶.

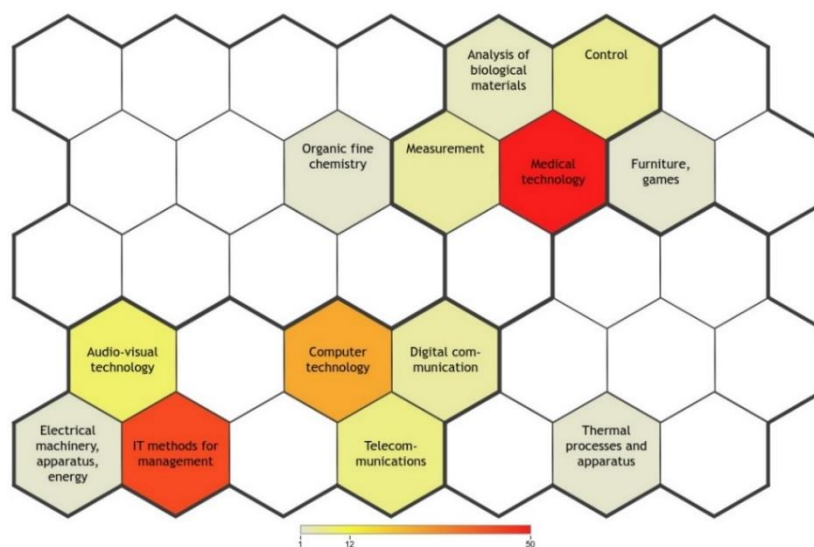


Рис.36. Технологические области НейроМаркетинга

География накопленного патентования (по странам защиты изобретений), годовые темпы роста публикационной активности за рассматриваемые 20 лет (с

²⁴ Под операциями существенной обработки данных понимаются операции обработки данных, для выполнения которых требуется технологическая (например, компьютерная) система или устройство.

²⁵ Класс А61, Подкласс А61В, Основная группа А61В-005.

²⁶ В группе «Приборы» - Medical technology, в группе «Электротехника» - IT methods for management, Computer technology.

учетом прекративших действие патентов)²⁷ приведены на рисунке 3.5. Также, в «легенде» к рисунку слева указан удельный вес ТОП-10 правообладателей на рассматриваемой территории.



Рис. 37. География накопленного патентования (по странам защиты изобретений)

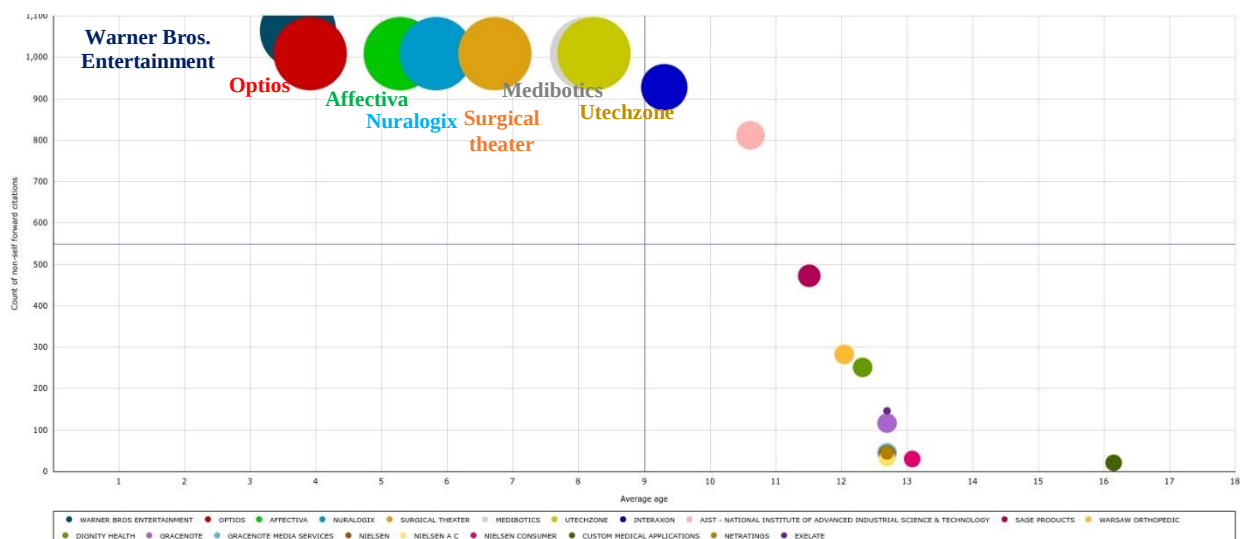


Рис. 38. ТОП-20 компаний по количеству действующих в настоящее время патентов

На рисунке 3.6 представлены в общем виде ТОП-20 компаний по количеству выданных и действующих в настоящее время патентов (диаметр круга), среднему количеству лет действия патентов (ось абсцисс), числу несомотирующих патентов последних пяти лет (ось ординат).

Примечательно, что наибольшее число прямых цитирований имеют патентные документы с «условно» незначительным средним возрастом (4-8 лет), что свидетельствует о выявлении новых технических сущностей в объектах изобретений (неочевидные способы, продукты, устройства или материалы, включая способы их

²⁷ Отметим весьма значимый удельный вес патентных документов, которые прекращают поддерживаться правообладателями на весьма ранних периодах. Такая недолговечность патента свидетельствует о слабости перспектив коммерциализации запатентованных разработок и инноваций.

использования или применения). Такое положение вещей можно назвать инверсным, т.к. в устоявшихся технических областях чаще цитируются более долгосрочные патентные документы, просто за счет длительности их существования.

Warner Bros. Entertainment – один из крупнейших концернов по производству фильмов и телесериалов в США. Изменения в медиаконтексте, как синергетическом элементе системы массовой коммуникации, заставляют компании разрабатывать альтернативные и инновационные стратегии для принятия решений относительно привычек и предпочтений аудитории.

В этом отношении методология нейронаук предоставляет привлекательный вариант для анализа зрительского опыта, в частности тестированием вовлеченности потребителей занимается Time Warner Medialab [38, 39]. Патенты данной компании посвящены «формированию и контролю кинематографического контента на основе данных с биометрических датчиков определения неврологического состояния, с целью оценки степени вовлечения в контент и эмоционального отклика на него»: EP3738230, US20200405213, US20230047787, US20200297262, US11303976.

Optios – компания, воплощающая передовые открытия в области нейронаук в практические инструменты и программы, которые оптимизируют работу мозга для повышения индивидуальной производительности посредством вычислительной и экспериментальной нейронауки, нейровизуализации, нейроинженерии и вычислительного моделирования. Патенты данной компании посвящены «измерениям, усилению и адаптивному реагированию на физиологические / нейрофизиологические состояния, в частности, в целях оценки работоспособности / производительности человека»: US11602293, EP4157089, US20220133194, WO2022/261247, EP2906114.

Affectiva (SmartEye) – компания по разработке программного обеспечения, создавшая искусственный интеллект (Emotional AI), понимающий человеческие эмоции, когнитивные состояния и поступки, анализируя выражения лица и голоса. Патенты данной компании посвящены «оценке когнитивного состояния человека, в частности, при управлении автомобилем»: US10922566, US11017250, US10897650, US11935281, US10779761.

Nuralogix – пионер в разработке аффективного искусственного интеллекта, облачная платформа которого позволяет измерять более 100 параметров здоровья и самочувствия с помощью видеокамеры / смартфона, например, приложение Anura (или его частный случай умное зеркало Anura MagicMirror²⁸). Патенты данной компании посвящены «системам и методам обнаружения видимых и невидимых человеческих эмоций, сублиминальных реакций, в частности, при проведении онлайн-маркетинговых исследований»: EP3349654, EP3030151, EP3414723, US10702173, WO2018/085945, US11337626.

Surgical Theater – разработчик платформенного решения медицинской визуализации с технологией расширенной реальности (eXperiential Reality), объединяющей материальную и цифровую сферы, преобразуя изображения пациента во всеобъемлющую 360-градусную среду; включает в себя дополненную реальность (AR), виртуальную реальность (VR), смешанную реальность (MR) и искусственный интеллект (AI). Патенты данной компании посвящены «динамической и интерактивной хирургической навигации с дополненной реальностью»: US11197722, EP3361979, EP3662452, US11547499.

Medibotics – технологический стартап с концепциями продуктов и разработками на стыке медицинских и носимых технологий, включая носимые устройства (например, Motion Recognition Clothing и модульная «умная» одежда, носимый монитор потребления пищи Willpower Watch и носимые мониторы активности мозга, включая очки с ЭЭГ-датчиками для использования в повседневной жизни и мягкие повязки на голову с ЭЭГ-датчиками для использования во время сна). Патенты данной компании посвящены «носимым мониторам активности мозга, в частности, очки с ЭЭГ-датчиком, функционирующие как мозг-компьютерный интерфейс, и «умной» одежде, распознающей движения человека²⁹»: US10321873, US10234934, US9582072, US10234942.

Utechzone – разработчик технологий машинного зрения, интегрирующий оптику, алгоритм обработки изображений, автоматизацию, механику и управление

²⁸ Это устройство с 21,5-дюймовым экраном, камерами и другими сенсорами. Оно сканирует лицо человека, анализируя кровотоки. Зеркало использует запатентованную технологию трансдермальной оптической визуализации для обнаружения сосудов лица.

²⁹ Потенциальные области применения этой технологии включают: медицину (например, анализ походки, измерение физической нагрузки и энергии, профилактика травм, телемедицина), развлечения (например, анимация, виртуальная реальность, игры, живые выступления) и спорт (например, тренировки, виртуальный спорт).

движением для передовых систем автоматической оптической инспекции для высокотехнологичных отраслей промышленности (системы инспекции печатных плат и полупроводников). Патенты данной компании посвящены «системам слежения за зрачком, устройствам для обнаружения моргания»: US9501691, US9723979, CN106618479, CN104571487, TW201533609.

Interaxon – разработчик программных и аппаратных интерфейсов, позволяющих людям управлять мебелью, аудиоаппаратурой, игрушечными автомобилями и визуальными устройствами с помощью своего разума (в частности, головная повязка с датчиком мозга Muse). Патенты данной компании посвящены «системам и методам улучшения контента на основе данных о состоянии мозга, в частности, за счет ассоциирования ЭЭГ-данных с музыкальным произведением при оценке эмоционального отклика»: US11786163, US11743527, EP2972678.

Nielsen, Gracenote, Exelate, Netratings – связанные компании, работающие в области анализа аудитории, сбора данных и аналитики, проводящие маркетинговые измерения в индустрии товаров повседневного спроса, медиаизмерения и исследования потребителей. Патенты данных компаний посвящены «репозиторию нейроинформатики, анализу эффективности маркетинга и развлечений, системам оценки потребительского опыта, системам нацеливания стимулов на основе нейрофизиологии и нейроповедения, анализатору мозговых паттернов по данным нейроотклика»: EP2142082, EP2130146, EP2287795, EP2180825, EP2317463, US20190282153, EP2377084, EP2417904, US11704681.

Также, можно упомянуть компании PayPal, Google и Microsoft, чей успешный опыт применения нейромаркетинга при разработке и оптимизации своих продуктов доказал свою эффективность при определении потребительской реакции на дизайнерские решения разработчиков.

Цифровизация бизнеса, когда компании все чаще используют цифровые инструменты для повышения эффективности, понимания рынка и работы с клиентами, набирает обороты даже после пандемии, которая дала толчок развитию электронной коммерции. Поэтому аналитики сходятся во мнении, что для привлечения клиентов нужно делать ставку на цифровую рекламу, которая предлагает беспрецедентные возможности для персонализированного таргетинга, взаимодействия в реальном времени и получение измеримых результатов.

Увеличение расходов на рекламу в цифровых медиа связано с еще одной цифровой тенденцией, когда крупные брендовые FMCG-компании (HUL, ITC, Marico, Emami, Reckitt, Wipro Consumer и Colgate Palmolive) покупают небольшие D2C (direct-to-consumer)³⁰ и запускают свои собственные цифровые бренды и омни-каналы, завоеывая популярность среди потребителей. Кроме того, новые тренды привели к пересмотру связи между долей рынка и рентабельностью.

Многие маркетинговые агентства интегрируют нейромаркетинг в свои комплексные маркетинговые стратегии, используя такие технологии, как отслеживание глаз и распознавание эмоций на лице, а также аналитику для оценки подсознательной реакции потребителей на различные маркетинговые стимулы.

2. Барьеры, ограничивающие развитие сегмента «НейроКоммуникации и маркетинг»».

Традиционно выделяют несколько сдерживающих факторов для развития рынка применения нейрофизиологических исследований в маркетинге:

Во-первых, высокая стоимость исследований из-за необходимости использования специализированного дорогостоящего оборудования, наличия соответствующих компетенций у персонала (наличие междисциплинарных коммуникаций специалистов разных профилей – нейробиологи, психологи, маркетологи – должны работать в связке, чтобы перевести научные данные на язык бизнеса) и, как следствие, возникновение логистических сложностей³¹.

Хотя некоторые крупные нейромаркетинговые агентства (Nielsen, Ipsos, GfK, Kantar, GlobalData)³² сотрудничают с медицинскими или исследовательскими учреждениями для использования передовых технологий нейровизуализации, это не является распространенной практикой в отрасли. Два основных инструмента для сканирования мозга – магнитно-резонансный томограф и электроэнцефалограф – являются весьма дорогостоящими. Цена первого измеряется десятками миллионов рублей (например, магнитно-резонансный томограф Philips Ingenia Elition X стоит более 130 млн рублей), цена второго – в сто раз меньше (Электроэнцефалограф Comet EEG, Grass-Technologies и Электронеуромиограф Viking Quest, Nicolet

³⁰ D2C - (direct-to-consumer) – это бизнес-модель, при которой производитель продает товары покупателям своими силами без посредников (Avon, Nike, JustRight, Caviar, Natura Siberica, «Объединенные кондитеры»).

³¹ Как совокупность организационно-управленческих и производственно-технологических процессов.

³² Рыночная капитализация компании Nielsen (США) – 10,06 млрд долл. США, Ipsos (Франция) – 2,99 млрд долл. США, GfK (Германия) – 1,72 млрд долл. США, Kantar (Великобритания) – 4 млрд долл. США.

Biomedical стоят более 1,5 млн рублей каждый). Для сравнения, средняя стоимость нейромаркетингового исследования в России составляет 300-700 тыс. рублей.

Во-вторых, остается ограниченным понимание того, как лучше анализировать данные нейромаркетинга и превращать их в полезные сведения для маркетинговых стратегий. Это связано со сложностями однозначной интерпретации полученных данных – на восприятие маркетинговых стимулов влияет жизненный опыт человека и индивидуальные особенности восприятия. Кроме того, результаты, полученные в работе с небольшими фокус-группами, трудно экстраполировать на покупателей в целом, поэтому возможны ошибки в выводах и рекомендациях для заказчиков исследований.

В-третьих, конкуренция с традиционными маркетинговыми подходами и наличие скептицизма у отраслевых специалистов к результатам нейромаркетинговых исследований и оценке практической эффективности. Нейромаркетинг критикуют, утверждая, что это бессмыслица и субъективное исследование рынка, в котором трудно определить, где заканчивается исследование и начинаются гипотезы. Приверженцы таких взглядов готовы использовать методы нейромаркетинга лишь в качестве дополнительного метода исследования к существующим, которые в итоге дадут некую научную обоснованность маркетинговым советам, которые специалисты дают на протяжении уже многих лет.

В-четвертых, нейромаркетинг критикуют из-за опасений, что он таит в себе скрытый код, позволяющий настроить наше восприятие ниже уровня нашего сознания, что он может воздействовать на бессознательную часть психики в обход рациональной. Поэтому нейромаркетинг считают неэтичной манипуляцией и вторжением в личное пространство покупателей.

В-пятых, этические особенности и сбор биометрических персональных данных о клиентах создает проблемы в правовом аспекте, в частности, по вопросам конфиденциальности, защиты данных и согласия субъекта персональных данных на их использование для маркетинговых целей.

В-шестых, изменение предпочтений в обществе и развитие новых рынков, формирующих альтернативные потребности целевой аудитории, могут привести к тому, что дорогостоящее нейромаркетинговое исследование быстро потеряет свою актуальность.

Перспективные научно-технологические тренды и ожидаемые эффекты для решения задач технологического суверенитета

В последние годы методы, используемые для получения обратной связи от пользователей, эволюционировали в сторону сбора биосигналов и автоматического определения психических состояний с использованием искусственного интеллекта [46]. В этом контексте были разработаны более доступные и портативные устройства для сбора разнообразных биосигналов.

Интерфейсы мозг-компьютер (BCI), датчики электродермальной активности или айтрекеры являются хорошо известными и показательными примерами новых устройств, используемых в нейромаркетинге для улавливания биологических сигналов. С помощью этих устройств можно легко проводить эксперименты, основанные на применении стимулов, таких как изображения или видео, к группе испытуемых, а также отслеживать их биосигналы без необходимости использования профессионального оборудования.

Более того, они объединяют мультимодальные данные для получения более полной информации. После получения данных от испытуемых, участвующих в эксперименте, в последних работах предлагается использовать решения ИИ для выявления конкретных паттернов биосигналов, которые могут быть связаны с психическим состоянием или реакцией.

Традиционно эксперты выполняют эту идентификацию путем сбора статистики сигналов и их визуальной интерпретации, хотя это и имеет недостатки в виде субъективности оценки результатов. Однако недавнее внедрение алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения в эту область позволяет распознавать закономерности и снижает субъективность, вносимую человеческим суждением, еще больше подчеркивая инструменты, используемые для проверки гипотез в контексте мультимодального объединения данных.

На каждом этапе нейромаркетинговых исследований имеется широкий спектр альтернатив, а значит количество возможных комбинаций растет по экспоненте, и поиск оптимальной комбинации для достижения наилучшего решения поставленной задачи является творческой деятельностью маркетолога – это сложная задача, отнимающая много времени и требующая глубоких знаний в разных областях. Более того, ни одна работа в научной литературе не рассматривает все фазы

нейромаркетингового цикла и не исследует варианты на каждом его этапе [47, 48, 49, 50, 51, 52, 53]. Поэтому остановимся на инструментальном нейромаркетинге.

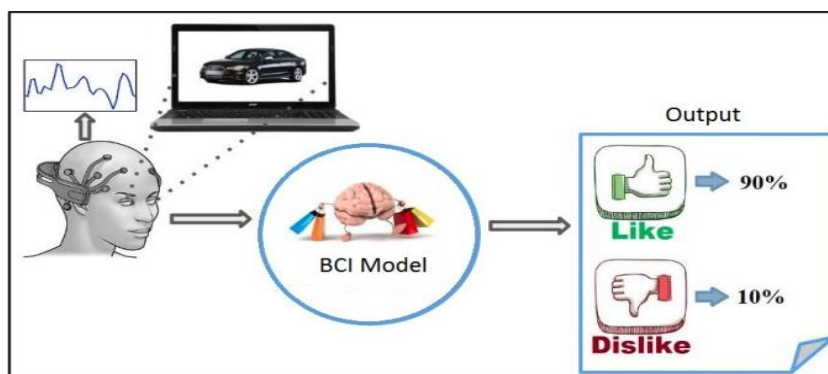


Предполагается, что виртуальная реальность (VR) станет важной частью нейромаркетинга в будущем. Гарнитура VR может быть объединена с устройством ЭЭГ для сбора неврологических данных. Это будет гораздо дешевле, чем покупка стандартного аппарата ЭЭГ, и упростит участие потребителей в нейромаркетинговых исследованиях.

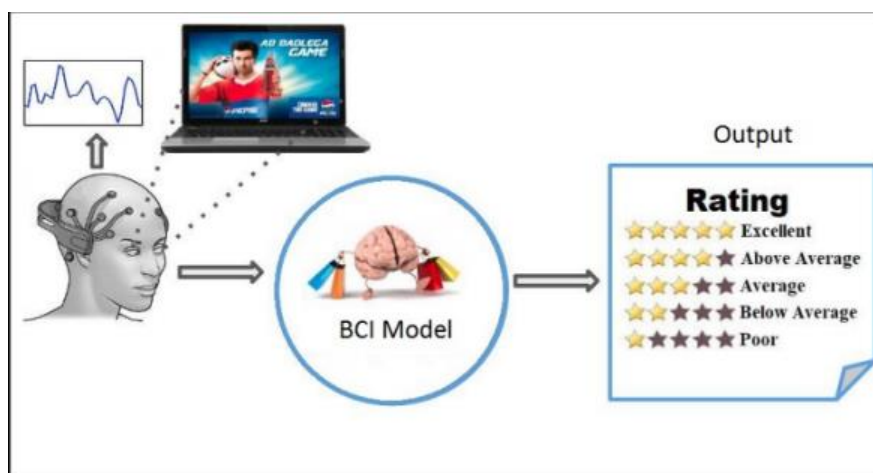


Устройства виртуальной реальности также могут содержать трекеры отслеживания глаз (например, VIVE Focus 3 Eye Tracker), которые будут следить за тем, на чем сосредоточен покупатель. Отслеживание движения глаз и распознавание эмоций по выражению лица (например, VIVE трекер лица) пока в наибольшей степени находят применение в игровой метавселенной, но также могут получить широкое распространение в розничной торговле и ресторанном бизнесе для улучшения качества обслуживания клиентов. Некоторые исследователи также предполагают, что в будущем появятся контактные линзы VR, способные измерять размер зрачка потребителя при просмотре рекламы.

Инструментальный НейроМаркетинг зависит, в значительной степени, от развития информационных, компьютерных и медицинских технологий.



*Пример нейромаркетингового сценария:
пользователь смотрит рекламу продукта, в то время как одновременно регистрируются сигналы ЭЭГ. Модель BCI предсказывает, нравится или не нравится человеку продукт, анализируя сигналы мозга*



Сценарий прогнозирования рейтинга видео с использованием сигналов ЭЭГ. Модель BCI предсказывает уровень интереса пользователей по непрерывной шкале

Рис.39. Примеры «НейроМаркетинга»

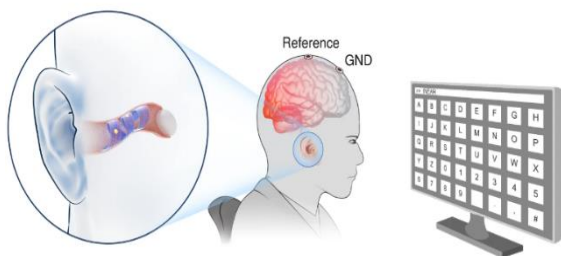
На сегодняшний день существует множество различных типов электроэнцефалографов, оптимизированных под решения специальных задач. Их можно классифицировать на стационарные, амбулаторные и портативные, а также мобильные электроэнцефалографы и нейрогарнитуры (по мере уменьшения устройства, как правило, качество записи ЭЭГ уменьшается, но и цена его тоже уменьшается).



Современные технологии не позволяют осуществлять высокоточное дистанционное считывание активности мозга человека. Самым действенным способом по-прежнему остаётся установка электродов на кожу головы или имплантация непосредственно в мозг.

Но исследователи работают над новыми датчиками активности мозга, которые, в частности, устанавливаются в ушной канал и могут найти применение в изучении качества сна пациентов и для слежения за активностью водителей.

Также, данное решение развивает созданное в 2018 году универсальное носимое ЭЭГ устройство (в виде шлема Imec) с функционалом по анализу когнитивных процессов, измерению эмоционального фона и коррекции эмоций при помощи музыки.



Нейрогарнитура, как разновидность приборов для записи ЭЭГ, предназначенная для удобного съема сигнала электрической активности мозга с поверхности головы и передачи ее на компьютер или устройство его заменяющее, по областям применения делится на исследовательский (Cognionics, gres.at, Neuroelectrics, Mitsar, Advanced Brain Monitoring, OpenBCI) и любительский уровень (NeuroSky, Macrotellect, Interaxon, Emotiv).

Примерами использования исследовательской нейрогарнитуры могут быть: исследования биопотенциалов мозга в режиме реального времени, клиническая практика (мониторинг состояния больного, обнаружение приступов эпилепсии), синхронизация с протезами, нейромаркетинг. Примерами использования

любительской нейрогарнитуры могут быть: контроль уровня стресса, нормализация режима сна, улучшение памяти, медитация, нейропилотирование, видеоигры.

Но мало считать электрическую активность головного мозга или гемодинамические реакции мозга; важно качественно интерпретировать эту информацию. Для этого, в качестве одного из перспективных направлений в области искусственного интеллекта является использование методов машинного обучения, в части исследования пространственно-распределенной информации с помощью многомерных подходов, для анализа паттернов активности мозга (многовоксельный анализ паттернов по фМРТ).

Методы анализа данных фМРТ с использованием технологий мультимодального нейрокартирования – ISC и MVPA – являются трендом в области прогнозирования и модуляция экономического поведения потребителей; так в Центре нейроэкономики и когнитивных исследований НИУ ВШЭ, основываясь на двух указанных методах анализа фМРТ, разработали новый методологический подход, позволяющий связать, с одной стороны, поведенческий эффект повествования на принятие решений и, с другой стороны, нейрональные реакции на убеждающий нарратив. По итогам была зарегистрирована компьютерная программа для MPVA анализа ЭЭГ измерений предпочтений потребителей.

Методы нейромаркетинга используются во многих областях, таких как реклама и киноиндустрия, брендинг / дизайн, ценообразование, позиционирование бренда, принятие решений покупателями, индустрия развлечений и туризм [44]. Анализ ритмов мозговой активности (ЭЭГ) и гемодинамических реакций (фМРТ) в совокупности с более простыми методами регистрации эмоционального отклика человека могут быть полезны при подготовке любой информационной кампании и соцопросах – при продвижении потребительских товаров и услуг, развлечений, туризма, HoReCa, при формировании комфортной городской среды, учитывающей мнение жителей, при агитации за политических кандидатов и выстраивании государственной политики.

В данные тренды укладываются новостные события в сегменте «Нейромаркетинга». В апреле 2023 года компания Cadwell Industries объявила о запуске в США системы Voyager для удаленного беспроводного доступа к домашнему ЭЭГ-мониторингу с видео (Arc Apollo+). Теперь, когда Arc Apollo+

имеет функцию сбора данных ЭЭГ с автоматическим заполнением данных, врачи и технологи могут удаленно получать доступ к данным ЭЭГ в реальном времени и видео от пациентов, работающих на дому. Эта функция позволяет проводить тщательный анализ в режиме реального времени с полным набором данных для ежедневной отчетности.



В июле 2022 года компания Tobii (главный разработчик технологии отслеживания движения глаз (айтрекинга)) заключила с Sony Interactive Entertainment соглашение



о разработке PlayStation VR2 с айтрекингом. PlayStation VR2 устанавливает новый стандарт для развлечений в виртуальной реальности.

В сентябре 2022 года компания Tobii заключила партнерство с HeadVantage.

В рамках развивающего стартапа предлагается снабдить шлем каждого спортсмена (речь идет о таком виде как бейсбол, крикет) сенсорными устройствами, миниатюрной камерой и устройством по отслеживанию движения глаз. Обработываемая сенсорная информация будет в интерактивном режиме передаваться болельщикам. По замыслу разработчиков это приведет к еще более вовлеченности болельщиков в спортивном мероприятии, спортивные болельщики смогут лучше понимать процессы принятия решения спортсменов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Ожидается, что в сегменте «НейроОбразование» рынка «Нейронет» в ближайшей перспективе будут разработаны и внедрены датчики для мониторинга физического и эмоционального состояния учащихся во время учебного процесса, предоставляя ценные данные для повышения эффективности образовательных методик и технологий.

2. VR/AR/MX технологии в сегменте «НейроОбразования» позволят создавать обучающие материалы, которые станут заменой обычных учебных материалов. Нейроинтерфейсы BCI, HMI найдут применение в создании нового адаптивного и персонализированного обучения.

3. В сегменте «НейроРазвлечения и спорт» также, как и в предыдущем сегменте будет происходить интегрирование нейротехнологий в инструменты VR/AR/MR. Возможность быстрого считывания нейро-информации с помощью несложных неинвазивных электродов позволит в значительной мере увеличить возможность работы виртуальных устройств как в плане скорости их работы, так и расширения всего функционала.

4. Использование биологической обратной связи (нейрофидбэк) в VR/AR/MR и фМРТ для нейрогейминга будет способствовать созданию более персонализированного, адаптивного игрового процесса. Интегрируя данные биологической обратной связи, такие как частота сердечных сокращений, мозговая активность или проводимость кожи, разработчики игр смогут адаптировать игровую среду в режиме реального времени на основе физиологических реакций игрока. Эта динамическая обратная связь между телом игрока и игрой может усилить погружение, вовлеченность и даже терапевтический эффект от игрового процесса.

5. Будут непрерывно совершенствоваться нейроинтерфейсы BCI, позволяющих пользователям взаимодействовать с игровыми технологиями с помощью сигналов мозга. Современные BCI способны считывать огромное множество электрофизиологических сигналов и их количество только увеличивается. К этим сигналам относятся медленные кортикальные потенциалы, потенциалы P300 и мю- или бета-ритмы, регистрируемые с кожи головы, а также активность корковых нейронов, которая регистрируется имплантированными электродами

6. Потенциально, нейромаркетинг открывает новые инновационные горизонты в маркетинге. Изучая внутреннюю работу человеческого мозга и расшифровывая ее для создания эффективных маркетинговых стратегий, нейромаркетинг предлагает свежие идеи, которые могут стать движущей силой успешных кампаний в будущем. Компании, которые используют нейромаркетинг

сегодня, могут стать лидерами, используя возможности нейронауки для проведения рекламных кампаний, ориентированных на клиента и создающих высокоэффективные и ориентированные на него предложения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Antonenko P.D. Educational Neuroscience: Exploring Cognitive Processes that Underlie Learning // Mind, Brain and Technology: Learning in the Age of Emerging Technologies / ed. Parsons T.D., Lin L., Cockerham D. Cham: Springer International Publishing, 2019. P. 27–46.
2. Нейроинтерфейсы — Центр биоэлектрических интерфейсов — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» [Electronic resource]. URL: <https://bioelectric.hse.ru/neurointerfaces/> (accessed: 26.03.2024).
3. Современные тренды развития нейронаучных исследований в образовании [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-trendy-razvitiya-neyrонаuchnyh-issledovaniy-v-obrazovanii/viewer> (accessed: 26.03.2024).
4. Shavlovskaya O.A. Neuroprotectors in the correction of cognitive impairment // Z. nevrol. psikiatr. im. S.S. Korsakova. 2018. Vol. 118, № 9. P. 130.
5. Neuroeducation Market Size, Share | CAGR of 3.4% [Electronic resource] // Market.us. URL: <https://market.us/report/neuroeducation-market/> (accessed: 23.03.2024).
6. Neuroeducation Market Soars to Reach USD 3.0 billion by 2032 | Addressing the Rising Demand for Educational Technology [Electronic resource] // Yahoo Finance. 2023. URL: <https://finance.yahoo.com/news/neuroeducation-market-soars-reach-usd-112300283.html> (accessed: 12.04.2024).
7. РОББО [Electronic resource]. URL: <https://rfrit.ru/robbo> (accessed: 15.04.2024).
8. Varwin Robotics [Electronic resource]. URL: <https://enterprise.varwin.com/robotics> (accessed: 20.04.2024).
9. Brain Computer Interface Market Size, Report 2023-2032 [Electronic resource]. URL: <https://www.precedenceresearch.com/brain-computer-interface-market> (accessed: 13.04.2024).
10. Фридрихович З.Э., Анатольевна С.Ю., Васильевна Ж.Е. Нейротехнологии в профессиональном образовании: рефлексия их возможностей: 3 // Педагогическое образование в России. Россия, Екатеринбург: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный педагогический университет», 2021. № 3. P. 8–15.
11. Абабкова М.Ю., Леонтьева В.Л. Нейрообразование в контексте нейронауки: возможности и технологии: 1 // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. Россия, Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2018. Vol. 13, № 1. P. 451–459.
12. Черникова Л.А. Нейрореабилитация: современное состояние и перспективы развития. ПМЖ. 2005; 22: 1453. [Electronic resource]. URL: http://www.rmj.ru/articles/obshchie-stati/Neyrореабилитaciya_sovremennoe_sostoyanie_i_perspektivy_razvitiya/ (accessed: 13.04.2024).
13. Alemdag E., Cagiltay K. A systematic review of eye tracking research on multimedia learning // Computers & Education. 2018. Vol. 125. P. 413–428.
14. Eye-Tracking in Educational Practice: Investigating Visual Perception Underlying Teaching and Learning in the Classroom | Educational Psychology Review

[Electronic resource]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09565-7> (accessed: 13.04.2024).

15. Liu Y. et al. Impacts of Color Coding on Programming Learning in Multimedia Learning: Moving Toward a Multimodal Methodology // *Front Psychol.* 2021. Vol. 12. P. 773328.

16. Video Education through the Lens of Educational Neuroscience: A Concise Review *TechTrends* [Electronic resource]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11528-024-00946-1> (accessed: 13.04.2024).

17. Towards measuring cognitive load through multimodal physiological data | *Cognition, Technology & Work* [Electronic resource]. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10111-020-00641-0> (accessed: 13.04.2024).

18. Dell completes acquisition of Wyse Technology [Electronic resource]. URL: <https://finance.yahoo.com/news/dell-completes-acquisition-wyse-technology-123008277.html> (accessed: 15.04.2024).

19. Neuro-gaming Technology Market Size & Share Analysis - Industry Research Report - Growth Trends [Electronic resource]. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/neuro-gaming-technology-market> (accessed: 05.04.2024).

20. AES E-Library» Audio Augmented Reality: A Systematic Review of Technologies, Applications, and Future Research Directions [Electronic resource]. URL: <https://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=22008> (accessed: 06.04.2024).

21. What Is WebAR? | Web-based Augmented Reality [Electronic resource]. URL: <https://www.whatiswebar.com/> (accessed: 06.04.2024).

22. AR/VR headset shipments by market 2021-2026 | Statista [Electronic resource]. URL: <https://www.statista.com/statistics/1301629/ar-vr-headset-shipments-by-market/> (accessed: 06.04.2024).

23. Brain Computer Interface Market Size, Share | CAGR of 15.7% [Electronic resource] // *Market.us*. URL: <https://market.us/report/brain-computer-interface-market/> (accessed: 06.04.2024).

24. Рынок нейроразвлечений и спорта — глобальные и российские тренды — Будущее на vc.ru [Electronic resource]. URL: <https://vc.ru/future/569261-rynok-neyrorazvlecheniy-i-sporta-globalnye-i-rossiyskie-trendy> (accessed: 06.04.2024).

25. В развлечения приходят нейротехнологии [Electronic resource]. URL: <https://www.comnews.ru/content/223648/2022-12-23/2022-w51/razvlecheniya-prikhodyat-neyrotekhnologii> (accessed: 06.04.2024).

26. Геймспорт | Участник проекта «Сколково» [Electronic resource]. URL: <https://navigator.sk.ru/orn/1124112> (accessed: 15.04.2024).

27. Lau-Zhu A., Lau M.P.H., McLoughlin G. Mobile EEG in research on neurodevelopmental disorders: Opportunities and challenges // *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2019. Vol. 36. P. 100635.

28. Baqapuri H. et al. A Novel Brain–Computer Interface Virtual Environment for Neurofeedback During Functional MRI // *Frontiers in Neuroscience*. 2021. Vol. 14.

29. Liao Y.-Y. et al. Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial // *Front. Aging Neurosci.* Frontiers, 2019. Vol. 11.

30. Anderson-Hanley C. et al. Neuropsychological Benefits of Neuro-Exergaming for Older Adults: A Pilot Study of an Interactive Physical and Cognitive Exercise System

(iPACES) // Journal of Aging and Physical Activity. Human Kinetics, Inc., 2017. Vol. 25, № 1. P. 73–83.

31. Gong A. et al. A Review of Neurofeedback Training for Improving Sport Performance From the Perspective of User Experience // Front. Neurosci. Frontiers, 2021. Vol. 15.

32. The Cognitive and Affective Neuroscience of Superior Athletic Performance - Handbook of Sport Psychology - Wiley Online Library [Electronic resource]. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119568124.ch23> (accessed: 09.04.2024).

33. Richlan F. et al. Virtual training, real effects: a narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality // Front Psychol. 2023. Vol. 14. P. 1240790.

34. Дмитренко Е.Л., Габдрахманова А.И. Использование технологических возможностей виртуальной реальности в освещении спортивных олимпийских мероприятий: 2 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Социально-гуманитарные науки. Россия, Челябинск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», 2023. Vol. 23, № 2. P. 106–112.

35. Koechlin E., Ody C., Kouneiher F. The Architecture of Cognitive Control in the Human Prefrontal Cortex // Science. American Association for the Advancement of Science, 2003. Vol. 302, № 5648. P. 1181–1185.

36. Jordan T., Dhamala M. Video game players have improved decision-making abilities and enhanced brain activities // Neuroimage: Reports. 2022. Vol. 2, № 3. P. 100112.

37. Lukka L. et al. The qualities of patients interested in using a game-based digital mental health intervention for depression: a sequential mixed methods study // BMC Digital Health. BioMed Central, 2023. Vol. 1. P. 37.

38. Swant, Marty (2016). “Time Warner and Nielsen will study how virtual reality affects the subconscious”. Adweek, April 5. <http://www.adweek.com/digital/time-warner-and-nielsen-will-study-how-virtual-reality-affects-subconscious-170614>

39. Time Warner Inc. Selects Nielsen as Strategic Partner for Medialab Research, April 05, 2016, <https://www.businesswire.com/news/home/20160405006321/en/Time-Warner-Inc.-Selects-Nielsen-as-Strategic-Partner-for-Medialab-Research>

40. Шишакова Ю.В. Развитие нейромаркетинга в России. Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2021. Т. 31. № 4. С. 621-626, <https://journals.udsu.ru/econ-law/article/view/6210/5604>

41. Карточка проекта фундаментальных и поисковых научных исследований, поддержанного РНФ: «Исследование нейрокогнитивных механизмов регуляции эмоций: мультимодальный подход, комбинирующий инвазивные и неинвазивных методы нейровизуализации и стимуляции мозга», <https://rscf.ru/project/22-48-08002/>

42. Елубаева, Н. О. Инновации в нейромаркетинге: тренды на 2023 год // Молодой ученый. – 2022. – № 51 (446). – С. 407-411. <https://moluch.ru/archive/446/97775>

43. Neuromarketing Market Report Coverage (2019-2022), Updated On: 01 April 2024, <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/neuromarketing-market-110471>

44. Kübra Karabacak, Neuromarketing approach in tourism sector, RIMAK International Journal of Humanities and Social Sciences, ISSN: 2717-8293, Volume 6, Issue 1, January 2024, <https://www.rimakjournal.com/dergi/neuromarketing-approach-in-tourism-sector20240205120118.pdf>
45. Neuromarketing: The Future Of Marketing Strategy, Amine Bentahar, Jul 13, 2023, <https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2023/07/13/neuromarketing-the-future-of-marketing-strategy/?sh=61fa02da6c9a>
46. Data fusion in neuromarketing: Multimodal analysis of biosignals, lifecycle stages, current advances, datasets, trends, and challenges; Mario Quiles Pérez, Enrique Tomás Martínez Beltrán, Sergio López Bernal, Eduardo Horna Prat, Luis Montesano Del Campo, Lorenzo Fernández Maimó, Alberto Huertas Celdrán, 2024 <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102231>
47. Bercea M.D. Anatomy of methodologies for measuring consumer behavior in neuromarketing research, Proceedings of the Lupcon Center for Business Research (LCBR) European Marketing Conference. Ebermannstadt, Germany, LCBR, Ebermannstadt, Germany (2012)
48. dos Santos R.d.O.J., de Oliveira J.H.C., Rocha J.B., Giralaldi J.d.M.E. Eye tracking in neuromarketing: a research agenda for marketing studies Int. J. Psychol. Stud., 7 (2015), p. 32
49. Mileti A., Guido G., Prete M.I. Nanomarketing: a new frontier for neuromarketing, Psychol. Mark., 33 (8) (2016), pp. 664-674
50. Hakim A., Levy D.J. A gateway to consumers' minds: Achievements, caveats, and prospects of electroencephalography-based prediction in neuromarketing, Wiley Interdiscip. Rev.: Cogn. Sci., 10 (2) (2019), Article e1485
51. Bazzani A., Ravaioli S., Faraguna U., Turchetti G. Is EEG suitable for marketing research? A systematic review, Front. Neurosci., 14 (2020), p. 1343
52. Kalaganis F.P., Georgiadis K., Oikonomou V.P., Laskaris N.A., Nikolopoulos S., Kompatsiaris I. Unlocking the subconscious consumer bias: A survey on the past, present, and future of hybrid EEG schemes in neuromarketing, Front. Neuroergonomics, 2 (2021), p. 11
53. Khurana V., Gahalawat M., Kumar P., Roy P.P., Dogra D.P., Scheme E., Soleymani M. A survey on neuromarketing using EEG signals, IEEE Trans. Cogn. Dev. Syst., 13 (2021), pp. 732-749.