

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

**РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО ЛАНДШАФТА
ПО СЕГМЕНТУ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ» :
«НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ»,
«НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»**

Москва 2024

РЕФЕРАТ

Отчет 100 с., 1 кн., 78 рис., 2 табл., источн.24

НЕЙРОТЕХНОЛОГИЯ, НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС, НЕЙРОГЕЙМИНГ, НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ, НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ, ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Объектом исследования является рынок Нейронет, представленный тремя сегментами: «НейроОбразование», «НейроРазвлечения и спорт», «НейроКоммуникации и маркетинг». Предметом исследования является разработка инновационного ландшафта. 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.

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.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
ЧАСТЬ 1. ФОРМИРОВАНИЕ ПАТЕНТНОГО ЛАНДШАФТА ДЛЯ СЕГМЕНТОВ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ» - «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ», «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»	13
1.Разведочный анализ данных патентных документов	13
1.1 Оценка релевантности ключевых слов для формирования целевой выборки патентных данных	13
1.2 Формирование целевой выборки с использованием патентного классификатора (технологических областей)	16
2. Визуальный анализ общей выборки патентной информации	20
2.1 Патентное картирование	20
2.2 Краткое описание карт секторов патентной карты	23
ЧАСТЬ 2. ИННОВАЦИОННЫЙ ЛАНДШАФТ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ» - «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ», «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»	25
1 Носимые технологии	25
2 Биологическая обратная связь и нейрообратная связь	29
3 НейроМаркетинг	32
4 Психометрическое моделирование и когнитивно-поведенческая терапия	37
5 Психотехника и коучинг	39
6 Системы реального времени, чат-боты, многопользовательские компьютерные игры....	42
7 Телемониторинг и системы удаленного мониторинга здоровья	46
8 Психофизиология эмоций	49
9 Метод автоматического распознавания выражений лица с помощью камеры и алгоритмов компьютерного зрения	51
10. Электроэнцефалография и мозг-компьютерные интерфейсы (ЭЭГ-НКИ)	53
11 Электромиография и мио-интерфейсы (ЭМГ-НКИ)	62
12 Патопсихоллингвистика и логопедия	65
13 Тест вызванного потенциала	67
14 Наголовный дисплей, VR/AR	68
15 Образование	85
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	98

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Биологическая обратная связь	—	технология, включающая в себя комплекс исследовательских, немедицинских, физиологических, профилактических и лечебных процедур
Большие данные, Big Data	—	Структурированные и неструктурированные данные огромных объемов и значительного многообразия, эффективно обрабатываемые горизонтально масштабируемыми программными инструментами.
Вызванный потенциал	—	электрический потенциал определённого вида, записанный из некоторой части нервной системы, наиболее часто мозга, человека или животных после воздействия стимула
Когнитивно-поведенческая терапия	—	одно из направлений психотерапии, которое позволяет решить эмоциональные и поведенческие трудности, работая с мышлением человека
Кооперативная патентная классификация	—	система патентной классификации, разработанная совместно Европейским патентным ведомством (ЕПО) и патентным ведомством США (USPTO). Она расширяет возможности поиска за счёт расширения и введения новых классификационных рубрик и полностью включает в себя Международную патентную классификацию (МПК).
Коучинг	—	метод консультирования, который помогает людям достигать личных и профессиональных целей через диалог с квалифицированным специалистом, называемым коучем
Магнитно-резонансная томография	—	способ получения томографических медицинских изображений для исследования внутренних органов и тканей с использованием явления ядерного магнитного резонанса.
Нейроинтерфейс	—	технология, которая позволяет обмениваться информацией между мозгом человека и внешним устройством, часто в виде специальных устройств, таких как шлемы, перчатки или имплантируемые электроды.
Нейрокогнитивные процессы	—	когнитивные функции, тесно связанные с функционированием определённых областей,

			нейронных путей или кортикальных сетей в мозге
Нейрокоммуникации	—		формы общения, сопровождающиеся передачей данных о физиологических параметрах человека и данных об активности его мозга
Нейромаркетинг	—		относительно новое направление в маркетинге, которое исследует, как мозг и поведение потребителей влияют на их покупательские решения
Нейронаука	—		междисциплинарная область знаний, занимающаяся изучением нейронных процессов.
НейроОбразование	—		система образования, опирающаяся на закономерности и использование нейрокогнитивных механизмов приобретения новых знаний, обучения и памяти, а также на данные об индивидуальных предрасположенностях человека и пластичности мозга, на применение нейрокомпьютерных интерфейсов, элементов виртуальной и дополненной реальности, гибридного интеллекта.
Нейрообратная (нейрофидбэк)	связь —		метод, позволяющий людям осознанно управлять своей мозговой активностью, используя данные электроэнцефалографии
НейроРазвлечение	—		система образования, опирающаяся на закономерности нейрокогнитивных механизмов приобретения новых знаний, обучения и памяти, а также на данные об индивидуальных предрасположенностях человека и пластичности мозга.
Нейрофидбэк	—		нейрообратная связь, терапевтическая методика обучения, которая использует электроэнцефалографию (ЭЭГ) для тренировки функциональной активности головного мозга в реальном времени
Патентный ландшафт	—		информационно-аналитическое исследование патентной документации, показывающее в общем виде патентную ситуацию в определенном технологическом направлении либо в отношении патентной активности субъектов инновационной сферы с учетом временной динамики и территориального признака: страны, региона или в мировом масштабе.
Патентное картирование	—		метод визуализации, который позволяет анализировать и интерпретировать патентные данные, выявляя значимые взаимосвязи и общие

тенденции в области технологии и инновации

Патопсихолингвистика	—	научная область, исследующая патологические отклонения в формировании и протекании речевых процессов, возникающих в условиях несформированности или распада личности
Психотехника	—	область психологии, изучающая методы и техники, направленные на осознанное управление сознанием, поведением и эмоциональным состоянием человека
Посттравматическое стрессовое расстройство	—	тяжёлое психическое состояние, возникающее в результате единичного или повторяющихся событий, оказывающих сверхмощное негативное воздействие на психику индивида.
Разведочный анализ данных	—	(англ. exploratory data analysis, EDA) анализ основных свойств данных, нахождение в них общих закономерностей, распределений и аномалий, построение начальных моделей, зачастую с использованием инструментов визуализации.
Способ	—	метод или процесс выполнения определённых действий для достижения какого-либо результата. В контексте патентного права способ относится к действиям, которые осуществляются с использованием материальных средств, и может включать в себя различные технологии и алгоритмы
Стимул	—	объект или событие, способное воздействовать на организм и изменять вероятность возникновения у него определённого поведения, то есть вызывать определённые поведенческие реакции
Тактильная обратная связь	—	технология, которая обеспечивает физическую реакцию на взаимодействие пользователя с приложением, например прикосновение к экранной кнопке или перелистывание ползунка, путём генерации вибраций или других подобных ощущений на устройстве пользователя.
Телемедицина	—	предоставление услуг здравоохранения в условиях, когда расстояние является критическим фактором, работниками здравоохранения, использующими информационно-коммуникационные технологии для обмена необходимой информацией в целях диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения исследований и оценок.
Телемониторинг	—	дистанционное наблюдение за параметрами

		здоровья с помощью различных медицинских приборов и передача этих данных через телекоммуникационные каналы врачу
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
Устройство	—	материальный объект, созданный для выполнения определённых функций. Это может быть прибор, механизм или конструкция, обладающая сложным внутренним строением
Электрокардиография	—	метод регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца
Электроокулография	—	метод измерения потенциала стояния роговицы и сетчатки, который существует между передней и задней частями человеческого глаза. Результирующий сигнал называется электроокулограммой.
Электромиография	—	метод, посредством которого специалисты оценивают функциональное состояние скелетных мышц и окончаний периферических нервов
Электроэнцефалография	—	метод исследования головного мозга, основанный на регистрации его биоэлектрической активности с помощью специальных электродов, наносимых на голову.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете применяют следующие сокращения и обозначения:

КПТ	-	когнитивно-поведенческая терапия
КПК	-	кооперативная патентная классификация
МЭГ	-	магнитоэнцефалография
НКИ	-	нейрокомпьютерный интерфейс
ПО	-	программное обеспечение
ПТСР	-	посттравматическое стрессовое расстройство
ПЭТ	-	позитронно-эмиссионная томография
фМРТ	-	функциональная магнитно-резонансная томография
фМРТ	-	функциональная магнитно-резонансная томография
ЭКГ	-	электрокардиография
ЭОГ	—	электроокулография
ЭЭГ	-	электроэнцефалография
ЭЭГ	-	электроэнцефалография
AI	-	искусственный интеллект
ЭМГ	-	электромиография
AI	-	(англ. Artificial Intelligence), Искусственный интеллект
AR	-	(англ. Augmented reality) – дополненная реальность
BCI, НКИ	-	(англ. Brain-computer interface) - интерфейс мозг–компьютер
CAGR	-	(англ. Compound annual growth rate) — совокупный среднегодовой темп роста
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

ETD	-	(англ. Eye-Tracking Device), Устройство для отслеживания направления взгляда и, в частности, регистрация движений головы
fMRI, фМРТ	-	(англ. Functional magnetic resonance imaging), Функциональная магнитно-резонансная томография
HMI, НКИ	-	(англ. Human machine interface), человек-машина интерфейс
IoT	-	(англ. Internet of things), Интернет вещей
IoT)	-	интернет вещей
MEG, МЭГ	-	(англ. Magnetoencephalography), Магнитоэнцефалография
MR	-	(англ. Mixed reality), смешанная реальность
VR	-	(англ. Virtual reality) – виртуальная реальность
XR	-	(англ. Extended reality), расширенная реальность

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа связана с исследованием инновационного ландшафта для одного из ключевых сегментов будущего рынка «Нейронет»: «НейроОбразование», «НейроРазвлечения и спорт», «НейроКоммуникации и маркетинг».

Согласно «дорожной карте» Национальной технологической инициативы Нейронет сегмент «НейроОбразование» рассматривается как система образования, основанная на нейрокогнитивных механизмах, которая учитывает индивидуальные предрасположенности и пластичность мозга, а также использует нейрокомпьютерные интерфейсы и элементы виртуальной реальности. В настоящее время рынок сегмента «НейроОбразование» активно развивается в таких направлениях, как дистанционное обучение и инновационные модели дополнительного образования. Приоритетом является создание учебно-лабораторных мест на основе нейротехнологий, с целью полного интегрирования систем естественного и искусственного интеллекта к 2035 году.

Сегмент «НейроРазвлечения и спорт» включает в себя несколько подсегментов, таких как «развлечения» (игры и гаджеты для виртуальной реальности), «биометрия» (носимые устройства) и «системы мониторинга психоэмоциональных состояний». К 2035 году планируется создание масштабной игровой платформы, которая будет постоянно взаимодействовать с пользователем, контролируя его функциональные и психоэмоциональные состояния. На основе собранных данных платформа будет осуществлять неинвазивную стимуляцию для достижения оптимальных состояний, используя игровые форматы и тренинговые методики.

Рынок в сегменте «НейроКоммуникации» находится на этапе формирования, и в настоящее время отсутствуют комплексные решения для полноценного анализа восприятия потребителей информационного потока. Такие данные необходимы для различных сфер, включая маркетинг, киноиндустрию и социальные исследования. К 2035 году ожидается появление новых продуктов, таких как автоматизированные системы нейрометрики, недорогие решения для снятия нейрометрики и системы коммуникации между человеком и его окружением.

Нейронет, в рамках российской Национальной технологической инициативы, представляет собой рынок средств человеко-компьютерного взаимодействия (human-computer interaction, HCI), становление которого является значимой вехой в развитии нынешнего Интернета (Web 3.0) к 2030-2040 годам до Web 4.0 (NeuroNet, NeuroWeb, Brainet), в котором взаимодействие участников (людей, животных, интеллектуальных агентов) будет осуществляться на принципах нейрокоммуникаций, являющихся разновидностью биокommunikаций, и осуществляемых с использованием нейротехнологий.

Технологии нейрокоммуникаций могут применяться для управления техническими средствами и взаимодействия с искусственным интеллектом (artificial intelligence, AI), для биомониторинга и протезирования, прямой оперативной коммуникации, переживания чужого опыта, обмена впечатлениями и ощущениями, образования, совместного решения сложных задач, разрешения конфликтов, исследований рынка, программирования эмоций и т.д. Нейрокоммуникации связывают цифровые технологии и биологию. Нейрофизиология описывает функционирование человеческого мозга, цифровизация позволяет оцифровать поведение и характеристики личности человека, встроив поведенческие и эмоциональные аспекты жизнедеятельности в единую систему человеко-машинного взаимодействия в целях удовлетворения потребностей человека и общества.

Нейрокоммуникации традиционно используются в маркетинговом анализе, в когнитивных исследованиях, в психологии и нейрофизиологии обучения. Поэтому все три ключевые сегмента рынка Нейронет, исследуемые в текущем году, – «НейроОбразование», «НейроРазвлечения и спорт», «НейроКоммуникации и маркетинг» – будут рассматриваться на единой патентной карте нейрокоммуникаций.

В целях выполнения данного исследования, под нейрокоммуникациями будем понимать формы общения, сопровождающиеся передачей данных о физиологических параметрах человека и данных об активности его мозга, - как этот термин определен в экспертно-аналитическом отчете РВК 2015 года «Анализ состояния и динамики мирового рынка нейротехнологий» [1].

При этом, используем виды общения, классифицированные по своему содержанию как: когнитивное общение (cognitive communication), эмоциональное общение (emotional communication), мотивационное общение (motivational communication). А сопутствующую общению обработку данных физиологических параметров человека и данных об активности его мозга учтем посредством широкого описания устройств для контроля физиологических параметров человека (частота сердечного ритма, артериальное давление, температура тела, насыщение кислородом / сатурация, частота дыхания и др.), для электродиагностических исследований сердца, мозга, сетчатки, кожи, скелетных мышц (электрокардиография / ЭКГ, электроэнцефалография / ЭЭГ, электромиография и электронеуромиография ЭМГ / ЭНМГ, электроретинография / ЭРГ, электроокулография / ЭОГ, электродерматография / ЭДГ, электрическая активность кожи / ЭАК / КГР, фотоплетизмограмма и др.), для нейровизуализации (функциональная магнитно-резонансная томография / фМРТ, магнитоэнцефалография / МЭГ, позитронно-эмиссионная томография / ПЭТ и др.).

Такой подход к исследованию, с выделением трех групп ключевых понятий, визуально лучше всего представляют круги Эйлера, в качестве площадей которых выступают количественные значения найденных патентных документов, а их пересечения характеризуют взаимоотношения понятий между собой (рис.1). Например, поиск патентов и заявок в Orbit Intelligence по базе данных FamPat¹ (группирующей в одно патентное

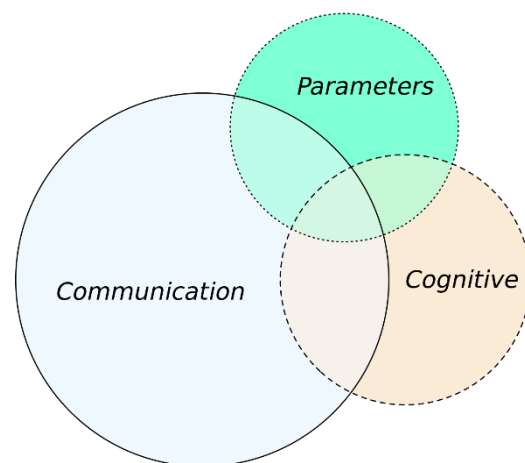


Рисунок 1 - Круги Эйлера представляют собой графический метод, позволяющий визуализировать взаимосвязи между различными сгруппированными по поисковым группам патентами (в нашем случае – нейрокоммуникация (communication), физиологические параметры (parameters) и работа мозга (cognitive)). Площади кругов могут быть интерпретированы как количественные значения найденных патентных документов, а пересечения кругов отражают отношения между этими понятиями

¹ База данных FamPat используется, когда необходим глобальный взгляд на технологию (патентный ландшафт), позволяющий сократить дублирование, присущее межстрановому распространению патентных документов из одного патентного семейства (в рамках конкурентной разведки и патентной защиты изобретений на территории разных стран). Например, американский патент US10874356 «Беспроводные ЭЭГ-наушники для когнитивного трекинга и нейрофидбэка» сербской компании mBrainTrain представляет патентное семейство, включающее документы US20190053766, WO2017/069644, RS62703, RS20150679, из которых последние два имеют название «Мобильное устройство и способ получения биофизиологических сигналов для оценки психического состояния, встроенное в беспроводную гарнитуру с наушниками».

семейство документы, защищающие одно и то же изобретение в разных странах, в отличие от базы данных FullPat, учитывающей каждый патентный документ обособленно) по наиболее значимым полям патентного документа «Заголовок» (TI, Title), «Аннотация» (AB, Abstract) и «Объект изобретения» (OBJ, Object of invention) дал данные, представленные в таблице ниже.

Таблица 1 - Результаты поиска патентов и заявок в Orbit Intelligence по базе данных FamPat по трем группам ключевых понятий Communication, Cognitive Parameters

Ключевые понятия и их взаимоотношения между собой	Количество документов патентной литературы
A (Communication...)	5 206 300
B (Cognitive...)	1 041 160
C (Parameters...)	900 107
A&B	146 640
A&C	107 636
B&C	36 888
A&B&C	7 500

ЧАСТЬ 1. ФОРМИРОВАНИЕ ПАТЕНТНОГО ЛАНДШАФТА ДЛЯ СЕГМЕНТОВ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ» - «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ», «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»

1.Разведочный анализ данных патентных документов

1.1 Оценка релевантности ключевых слов для формирования целевой выборки патентных данных

На рис. 2 приведена структура сформированного массива патентных документов (ось ординат) в зависимости от релевантных значений ключевых слов (ось абсцисс).

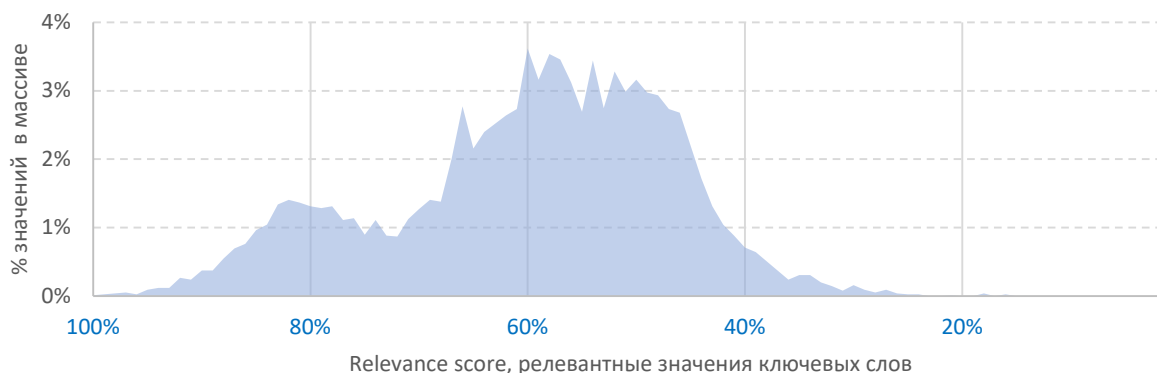


Рисунок 2 - Структура массива патентных документов в зависимости от релевантных значений ключевых слов

Оценка релевантности ключевых слов в документе зависит от их значимости и частотности появления в документе и определяется по алгоритму, основанному на сочетании следующих параметров: во-первых, тип поискового поля, содержащего ключевые слова (заголовок, аннотация, область техники, сущность изобретения, иллюстрации, технический результат от внедрения изобретения, претензии и исковые требования и др.), предопределяет разные весовые значения², наибольшее из которых присваивается словам в заголовке; во-вторых, положение ключевого слова в предложении/абзаце и часть речи, которую представляет ключевое слово – существительное, прилагательное и др. (прилагательное, обозначающее признак предмета, а не сам предмет, имеет меньшую релевантность, чем существительное); в-третьих, частота использования, синонимы и комбинационная повторяемость слов в документе. Окончательная оценка релевантности совокупности ключевых слов (relevance score) для каждого патентного документа нормализуется исходя из 100%-й оценки наиболее релевантного документа. В качестве примеров патентных документов с наиболее высокой релевантностью совокупности ключевых слов можно указать следующие.

Во-первых, индийская заявка IN202421040374 от 24.05.2024 «Распознавание эмоций по выражению лица, с использованием электроэнцефалограммы и айтрекера» (первичная заявка 2024 года; technical impact = 0,0; среднегодовое последующее прямое цитирование патента = 0,00 fwd cit./year). Основным индексом МПК указан – G06F-003 «Вводные устройства или комбинированные вводные и выводные устройства для взаимодействия пользователя с компьютером». Технической областью данного изобретения авторы

² Ключевое слово (Concept) с низкой релевантностью – это слово, упоминающееся в документе небольшое число раз в «наименее интересных» частях патентного документа, например, в середине полнотекстового описания изобретения, где термин может использоваться контекстно – в описании чертежей, в описании технического результата при внедрении изобретения или описании альтернативных вариантов его исполнения/применения. Напротив, слово (даже с частотой 1), упомянутое в названии изобретения, области техники, аннотации, сущности изобретения, будет иметь более высокую релевантность.

обозначили – мозг-компьютерный интерфейс (объединяющий ЭЭГ, компьютер, камеру и айтрекер) для решения глобальной проблемы автомобильных аварий, путем использования системы прогнозирования на основе эмоций и внимательности водителя за рулем. Причиной отвлечения внимания водителя на дороге может выступать раздражительность и агрессия, вызванные как психологической, так и физической усталостью. Автопроизводители (в частности, BMW, Mercedes-Benz, Kia, Citroën, Peugeot) активно интересуются технологиями отслеживания эмоциональной реакции водителя на дорожную обстановку – для встраивания их в бортовые системы автомобилей.

Во-вторых, американский патент US8894484 от 30.01.2012 компании Microsoft «Система приглашения в многопользовательскую игру, без отвлечения внимания от игрового процесса» (2012 год; technical impact = 8,1; 11,92 fwd cit./year). Основными индексами МПК указаны – A63F-013 «Видеоигры, т.е. игры, использующие электронно-создаваемое визуальное двухмерное или более представление» и G06Q-050 «Информационные и коммуникационные технологии, специально предназначенные для внедрения бизнес процессов для особых разделов бизнеса, например, ЖКХ, туризм и др.». Технической областью данного изобретения авторы обозначили – наголовный дисплей (head-mounted display), позволяющий отправлять голосовые сообщения потенциальным игрокам жестом или взглядом выбрав их на экране своих очков, а также использующий методы и алгоритмы отслеживания глаз на основе видео в наголовных дисплеях (см. рис. 3). Данное изобретение предшествовало созданию «эргономичного беспроводного автономного голографического устройства Microsoft HoloLens», очков смешанной реальности, цены на которые начинаются от 3 500 долларов США, и управляются с помощью жестов, голосом (в устройство интегрирована Cortana, виртуальная голосовая помощница с элементами AI), с помощью специального кликера и пр. Хотя следует отметить, что оптические AR-гарнитур (в том числе и HoloLens), с основным их недостатком в виде «узкого поля зрения», вытесняются из мира пространственных компьютеров (spatial computers) пассивными / сквозного прохождения (pass-through) AR-гарнитурами (например, Apple Vision Pro, Meta Quest 3 и Varjo XR-4). По

новостным публикациям октября 2024 года, Microsoft снимает с производства HoloLens; но прекращая самостоятельное создание аппаратной части AR-гарнитуры, компания сохранит свое присутствие на рынке дополненной и смешанной реальности через сотрудничество с другими компаниями и армией США (в части создания интегрированной системы визуального расширения для улучшения ситуационной осведомленности солдата, Integrated Visual Augmentation System).

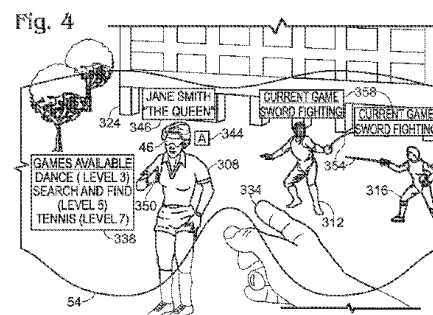
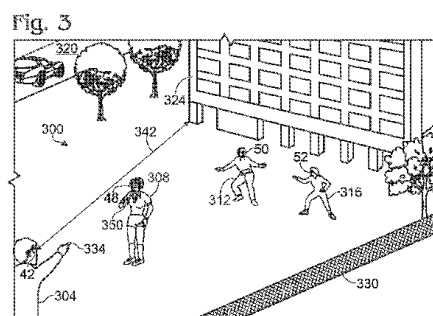


Рисунок 3 – Иллюстрации из патента US8894484 представляет собой схематический вид пространства взаимодействия: вверху – общий, внизу - как видно через прозрачный дисплей устройства отображения на голове, надетого на пользователя

В-третьих, европейский патент EP4003681 от 29.07.2020 компании Magic Leap «Система формирования изображения в наголовном дисплее дополненной и смешанной реальности, построенного на голографических перископических базовых элементах, в частности, с использованием

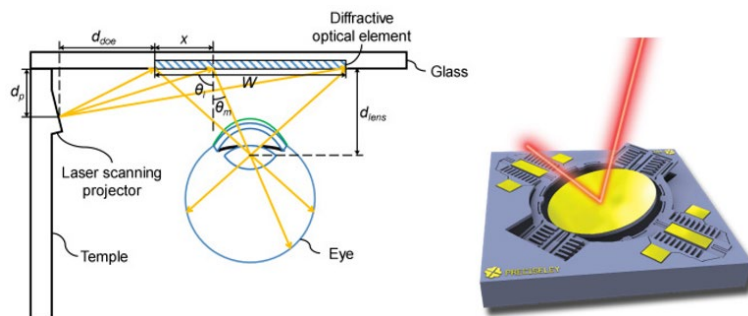


Рисунок 4 - Схема работы виртуального ретинального дисплея с дифракционными оптическими элементами, справа – типовой зеркальный сканер, подробнее см. [2]

сегментированного «горячего зеркала» или дифракционного оптического элемента», см. рис. 4, (2020 год; technical impact = 3,5; 0,75 fwd cit./year). Основным индексом МПК указан – B29D-011 «Изготовление оптических элементов, например линз или призм». Технической областью данного изобретения авторы обозначили – методы изготовления оптических элементов для наголовных дисплеев дополненной и смешанной реальности, позволяющих отслеживать движения глаз пользователя, проводить его биометрическую идентификацию, оценивать аккомодацию зрачков, в частности, для применения в таких отраслях, как маркетинг, здравоохранение и образование.

В-четвертых, международная заявка WO2024/198603 с приоритетом китайского патента CN118737441 от 28.03.2023 компании Huawei «Электронное устройство и способ распознавания эмоциональных аномалий, основанный на разговорах во сне» (2023 год; technical impact = 0,0; 0,00 fwd cit./year). Основным индексом МПК указан – G16G-050 «Информационные и коммуникационные технологии, специально предназначенные для медицинской диагностики, медицинского моделирования или извлечения медицинских данных». Технической областью данного изобретения авторы обозначили – интеллектуальный терминал психологии сновидений, способный распознавать нежелательные поведенческие феномены, наблюдающиеся при засыпании, в течение сна или при пробуждении, в частности, на основании аудио / видео фиксирования пациента во сне и его физиологических параметров. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что сновидения, будучи полноценным психическим феноменом, обладают выраженными особенностями, позволяющими выделить в отдельное психологическое направление нормальную и патологическую психологию сновидения. Аналогичные исследования показывают высокий информационный потенциал сновидений для целей психотерапевтической и психодиагностической практики, а также возможность использования полученных результатов в других отраслях, в частности, прикладной психологии, исследовании художественного творчества, рекламы и иных творческих продуктов деятельности человека [3].

Такое положение вещей на вышеприведенном графике (см. рис. 2), с отсутствием ярко выраженной высокой релевантности совокупности ключевых слов в патентных документах, связано с тем, что ключевые слова в рассматриваемой области техники, по своей сути, близки скорее к такой части метаданных, как «теги» (ассоциированные ключевые слова, относящиеся к какой-либо информации), а в наименовании изобретения используются по отдельности, или в единичных комбинациях, или вообще не используются, возникая лишь в раскрытии сущности изобретения и описании технического результата от его внедрения, в соответствии с рекомендациями по оформлению патентных документов и принятыми в

Международном патентном классификаторе названиями рубрик для соответствующих областей техники при указании вариантов применения технического решения.

Поэтому при экспертном разборе собранного массива патентных документов мы сделали акцент на соответствующие технологические области (technology domain) и ключевые показатели (key invention metrics)³ [4] рассматриваемых патентных документов, что позволило уточнить массив данных, структура которого (ось ординат) в зависимости от релевантных значений ключевых слов (ось абсцисс) приведена на рисунке 5 ниже (красная диаграмма).

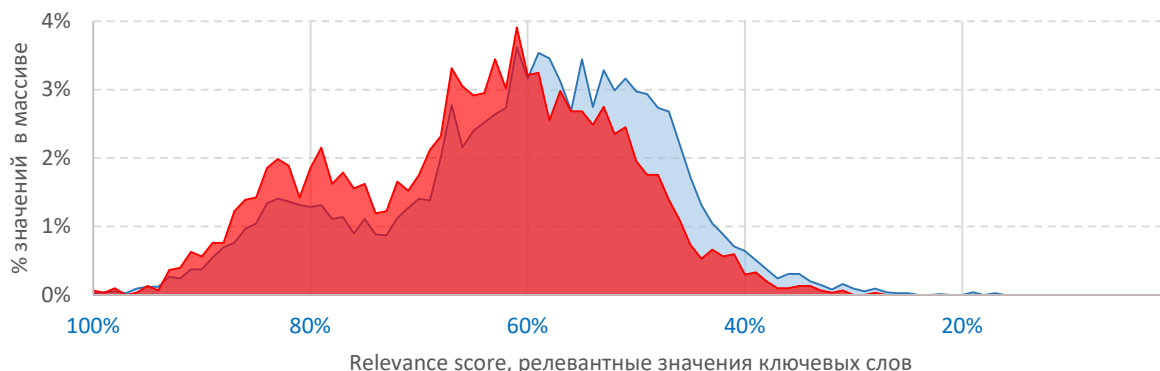


Рисунок 5– Структура массива патентных документов в зависимости от релевантных значений ключевых слов

Укрупненная кластеризация ключевых слов сформированного массива патентных документов представлена на рисунке 6.

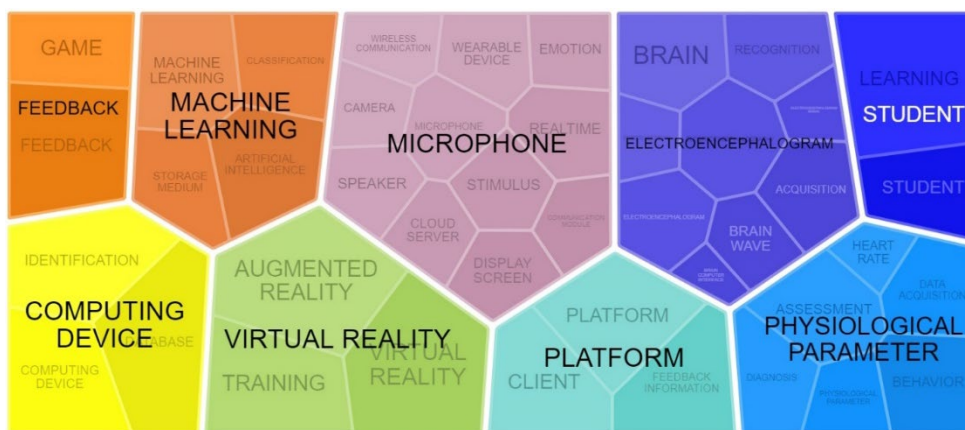


Рисунок 6 – Укрупненная кластеризация ключевых слов

1.2 Формирование целевой выборки с использованием патентного классификатора (технологических областей)

В целом, упомянутые устройства и приборы, а также способы их использования или применения, в значительной степени учтены в патентных документах, в которых техническими объектами изобретений являются «диагностика» и «психологические опыты»

³ В частности, интенсивность последующих прямых цитирований каждого из рассматриваемых патентов. Последующие прямые цитирования (forward citations, fwd cit.) в наибольшей степени влияют на техническую значимость патента (technical impact), зависящего также от совокупного количества различных патентных классов и технологических областей, географии патентования, размера патентного семейства.

(подкласс А61В Международной патентной классификации), что предопределяет значимую роль такой технологической области патентного картирования, как медицинские технологии (medical technology) из группы «приборы». Но за счет множественного индексирования технических объектов изобретений, позволяющего из классифицированной в целом технической сущности изобретения выделить любые составные части технического объекта изобретения, которые по задумке авторов также представляют собой изобретательскую информацию и сами по себе составляют дополнение к уровню техники, т.е. являются новыми и неочевидными объектами, формируется картина по технологическим областям (см. рисунок 7), в которой значимые роли также отводятся средствам контроля (control) той же группы «приборы», группе «электротехника» и, в частности, компьютерным технологиям (computer technology), ИТ-методам в управлении (IT methods for management), телекоммуникациям (telecommunications) и цифровым коммуникациям (digital communication), а также видеоигровым устройствам (furniture, games) из группы «Другие». Сказанное также находит отражение и в кластеризации общего массива патентных документов по индексам МПК.



Рисунок 7 – Технологические области по пяти основным группам: 1 Химия (11 сот), 2 Электротехника (8 сот), 3 Приборы (5 сот), 4 Машиностроение (8 сот), 5 Другие (3 соты)

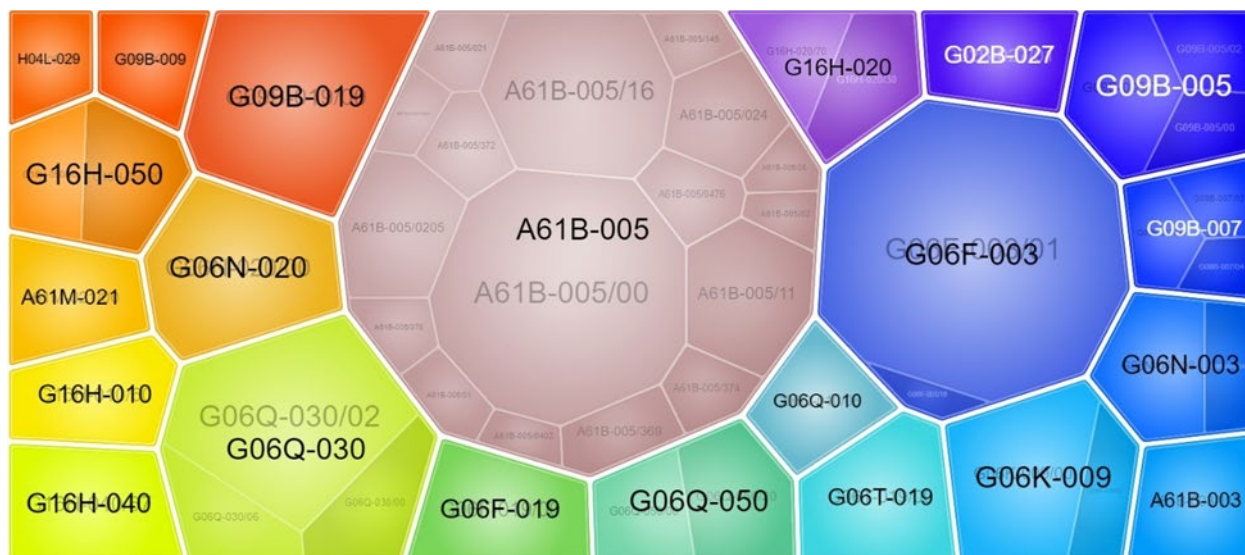


Рисунок 8 – Кластеризация общего массива по индексам МПК

Наиболее крупные кластеры, приведенные на рисунке 8: A61B-005 «Измерения для диагностических целей»; G06F-003 «Вводные устройства или комбинированные вводные и выводные устройства для взаимодействия пользователя с компьютером»; G06Q-030 «Коммерция» (услуги по работе с клиентами, маркетинг); G09B-019 «Средства обучения» и G09B-005 «Учебные устройства с электроприводом»; G16H-020 «Информационные и коммуникационные технологии специально предназначенные для работы медицинского оборудования или устройств (или их взаимодействия, т.е. аспекты работы, сосредоточенные на обработке медицинских данных)»; G06N-020 «Машинное обучение»; G06K-009 «Способы и устройства для считывания и распознавания графических данных».

В качестве общих характеристик собранных патентных документов отметим следующие:

- удельный вес патентных документов массива, приходящихся на ТОП-10 правообладателей (без учета корпоративной структуры материнских компаний) = 5%;
- средний technical impact (без учета нулевых значений, присущих очень новым документам) = 4,2;
- среднегодовое последующее прямое цитирование патента = 4,00 fwd cit./year;
- соотношение числа патентных заявок Pending к числу выданных и действующих в настоящее время патентов Granted (темп изобретательской активности) = 93%;
- средний возраст патентных семейств = 7,4 лет;
- удельный вес цитируемых, но неподдерживаемых к настоящему времени патентов в сформированном массиве данных = 34%.

Двадцатилетняя динамика патентования сформированного массива данных приведена на рисунке 9 (данные за 2022-2024 годы еще в процессе накопления). При этом следует отметить, что примерно равными долями по 1/3 распределились количественные значения: действующих патентных документов, утративших силу патентных документов и новых рассматриваемых патентных заявок. Соотношение числа утративших силу патентных документов Dead и действующих в настоящее время патентов Granted в рассматриваемом двадцатилетнем периоде уменьшается с 1,38 в 2004 году до 0,47 в 2021 году.

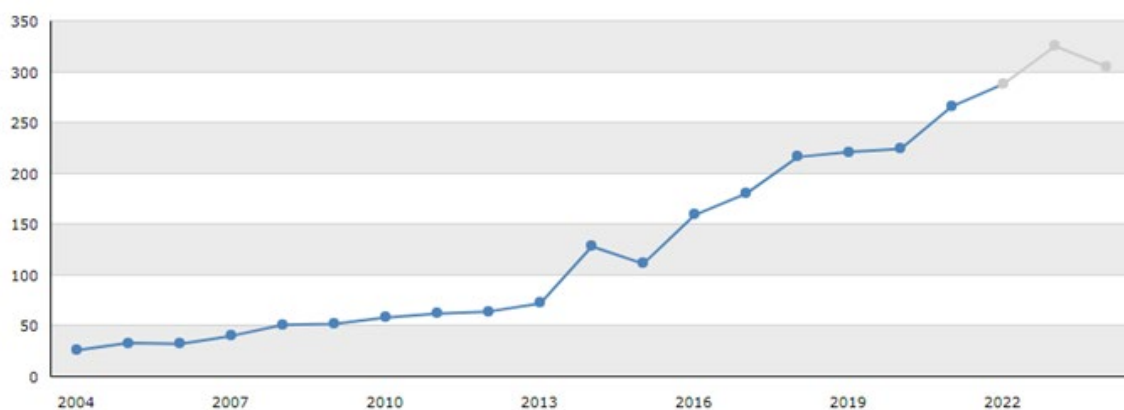


Рисунок 9 - Динамика патентования за период 2004-2024 гг.

В рассматриваемом массиве данных наиболее долговечные патентные документы, поддерживаемые к настоящему времени, принадлежат компаниям: Continuum Global Solutions (специализируется на проектировании клиентского опыта⁴ в таких отраслях, как автомобилестроение, коммуникации, финансовые технологии, здравоохранение, государственный сектор, а также туризм, гостиничный бизнес и развлечения); Experian Marketing Solutions (предоставляет широкий спектр маркетинговых и консалтинговых услуг); Braemar Manufacturing (дочерняя структура Philips, в частности, специализирующаяся на разработке и производстве устройств для дистанционного электрокардиографического мониторинга); Microsoft; Google; Afferent (специализируется на разработке биоэлектронных устройств и интраоперационном нейромониторинге); Avaya (специализируется на выпуске программно-аппаратных комплексов для контакт-центров и голосовой телефонии, в частности, с использованием решений на базе AI-технологий, позволяющих оценивать эмоциональный отклик пользователей по выражению лица) и другие компании.

На рисунке 10 представлены в общем виде ТОП-100 компаний (без учета холдинговых структур, не объединяя в материнскую компанию ее дочерних организаций) по количеству выданных патентов (диаметр круга), среднему количеству лет действия патентов (ось абсцисс), числу несомоцитированных патентов последних пяти лет (ось ординат).

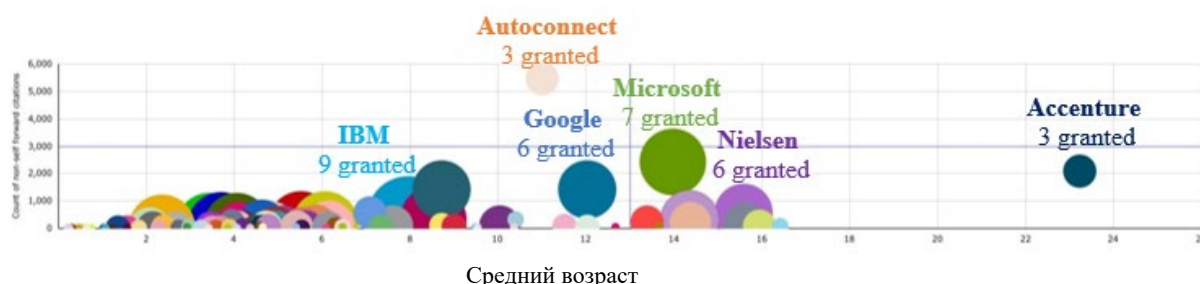


Рисунок 10 – Характеристика совокупности патентных документов для ТОП-100 компаний

География накопленного патентования (по странам защиты изобретений) приведена на рисунке 11. Кроме того, Европейская патентная организация выдала 233 европейских

⁴ Проектирование клиентского опыта (customer experience, CX) – это интегрированное управление всеми каналами взаимодействия с клиентом для получения прогнозируемого результата, в виде определённых впечатлений клиента, позиционирования компании, управления отношениями и пр.

патента (EP)⁵ и помимо этого еще и Всемирная организация интеллектуальной собственности выдала 83 международных заявки (WO)⁶.

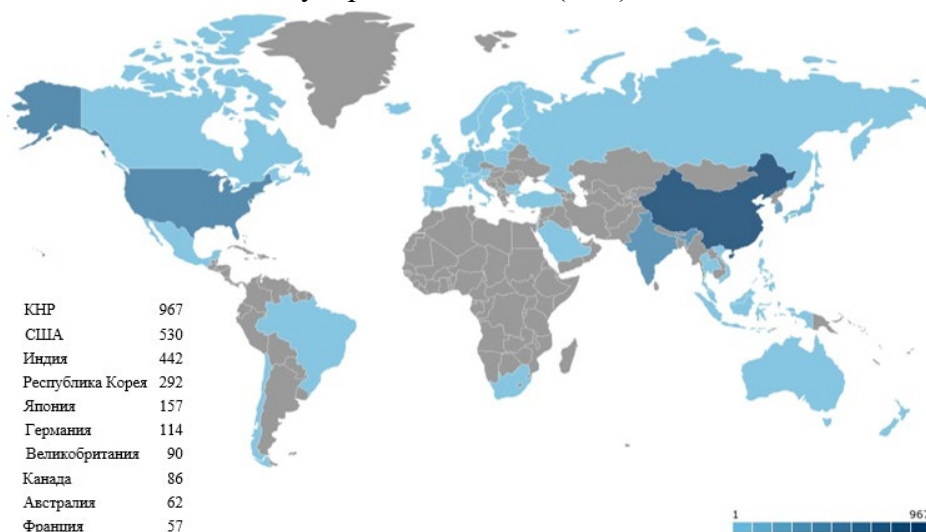


Рисунок 11 – География накопленного патентования (по странам защиты изобретений)

2. Визуальный анализ общей выборки патентной информации

2.1 Патентное картирование

Для анализа патентной информации использовано патентное картирование, выполняемое по алгоритму самоорганизующейся карты (т.н. карты Кохонена). Патентное картирование представляет собой метод визуализации, который позволяет анализировать и интерпретировать патентные данные, выявляя значимые взаимосвязи и общие тенденции в области технологии и инновации. В данной работе процесс картирования представляется в виде картографического двумерного отображения большого массива упорядоченных и систематизированных данных. На рисунке 12 представлена патентная (ландшафтная) карта для сегментов рынка «Нейронет» – «Нейрообразование», «Нейроразвлечения и спорт», «Нейрокоммуникации и маркетинг». Карта была построена на основе ранее полученной выборки данных, формирование которых подробно рассмотрено в первом разделе, с помощью программного обеспечения Questel. Данные визуализированы в виде построения ландшафтной карты.

На патентной карте представлены семейства патентов, отсортированные по кластерам, в основном в зависимости от семантически нормализованных концептов и кодов международного патентного классификатора, содержащихся в патентах.

Извлечение концептов происходит из полных текстов (оригинальных английских или переводных на английский машинным образом), затем они стандартизируются на основе синтаксических и семантических правил (обработка естественного языка, Natural Learning processing). Каждый концепт имеет определенный вес в зависимости от поля (т.е. названия,

⁵ Европейский патент обеспечивает правовую охрану изобретениям, действующую на территории 38 государств – членов Европейской патентной организации.

⁶ В рамках международного договора о патентной кооперации (Patent Cooperation Treaty, PCT), являющегося основой «системы РСТ», обеспечивается единая процедура подачи патентных заявок для защиты изобретений в каждом из 156 договорившихся государств (когда охрана изобретений требуется в нескольких странах). «Международный патент» не выдается, но по истечению 20-31 месяца с подачи международной заявки производится переход на национальную фазу – ведение делопроизводства в каждом выбранном или указанном государстве с последующим получением охранного документа (национального патента).

реферата, формулы, описания и др.), в котором оно было выявлено, и частоты его появления: Извлеченные концепты отражают семантическое содержание патента.

Карта строится из релевантных концептов в 4 этапа:

- 1) создание векторной модели с извлеченными концептами,
- 2) кластеризация концептов,
- 3) снижение размерности,
- 4) проекция на двумерном пространстве (карте), чтобы расстояния как можно точнее отражали расстояния сходства с помощью алгоритма самоорганизующейся карты.

Алгоритм самоорганизующейся карты (SOM, self-organized map) — это метод машинного обучения, который используется для создания низкоразмерного представления многомерных данных при сохранении их топологической структуры. Метод является неконтролируемым, что означает, что он не требует заранее заданных меток для классификации данных. В процессе обучения карта Кохонена классифицирует входные данные на кластеры, визуально отображая их на двумерной плоскости. Векторы с близкими признаками располагаются в соседних ячейках карты, а цвет ячеек может варьироваться в зависимости от анализируемых параметров.

Использование SOM в патентном картировании позволяет:

- классифицировать патенты по различным характеристикам, таким как область применения или технологические тренды.
- выявлять кластеры патентов (сектора), которые могут быть связаны по тематике или инновационным решениям,
- создавать визуальные представления, которые упрощают анализ больших массивов данных и помогают исследователям быстро находить нужную информацию.

При чтении карты следует обратить на некоторые правила [5]:

1. Каждая точка соответствует одному патентному семейству, а расположение точек основано на сходстве патентных семейств:
2. Чем больше общих концептов и кодов МПК, тем ближе они расположены.
3. Расстояния рассчитываются между каждым патентом и представляются в одном многомерном представлении (N патентов в N-1 измерениях).
4. Во время проецирования программа рассчитывает положение каждого кластера. Если патенты из одного кластера расположены на нескольких «горах» или на «горе» и еще в «зеленой зоне», это означает, что программа определила, что некоторые патенты связаны с другими кластерами и не могут быть ограничены одной горой.
5. Топографическое представление основано на плотности точек: чем больше патентов в одной области, тем выше горы. Области с низкой плотностью патентов в одной области, тем выше горы. Области с низкой плотностью представлены водой и зелеными полями.



Рисунок 12 – Патентная карта для сегментов рынка «Нейронет» - «Нейрообразование», «Нейроразвлечения и спорт», «Нейрокоммуникации и маркетинг»

2.2 Краткое описание карт секторов патентной карты

	Наименование картированного сектора	Описание технических объектов изобретений
1	Носимые технологии wearable technology	электронные «устройства», располагающиеся близко к коже или на ее поверхности, где они обнаруживают, анализируют и передают, как правило, через модуль беспроводной связи (Bluetooth) и в пределах персональной сети информацию о нейрофизиологических и биометрических параметрах человека
2	Био- и нейро- обратная связь bio- and neuro- feedback	«способы» осуществления исследовательских процедур, в ходе которых человеку посредством внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с помощью микропроцессорной или компьютерной техники (например, через смартфон), предъявляется информация об измеренной физиологической реакции человека на стимульный материал
3	НейроМаркетинг neuromarketing	«способы» осуществления коммерческих маркетинговых коммуникаций (совокупность информационных и коммуникационных технологий), которые применяют нейробиологию и нейрофизиологию для исследования рынка, изучая сенсомоторные, когнитивные и аффективные реакции потребителей на маркетинговые стимулы
4	Психометрическое моделирование и когнитивно-поведенческая терапия cognitive behavioural therapy	«способы» создания и валидации психологических измерительных инструментов и разговорной психотерапии (в основе которых лежит анализ и коррекция когнитивных искажений, приводящих к нежелательным эмоциональным реакциям), формирующие методы и техники когнитивно-поведенческой терапии, которые в свою очередь позволяют создать «когнитивные сервисы», использующие AI-технологии в сфере нормализации психического здоровья человека
5	Психотехника и коучинг coaching, psychotechnics	«способы» в виде научно обоснованных психологических средств и приемов при работе с людьми и решении прикладных задач самораскрытия посредством сильной речевой ответственности на поведение, установки, оценки индивида и/или группы лиц
6	Системы реального времени, чат-боты, многопользовательские компьютерные игры real-time operating systems, chatbot, multiplayer video game	«способы» и «устройства» в виде программно-аппаратных комплексов с AI-алгоритмами «когнитивных сервисов», обеспечивающие функционирование систем реального времени, где большое количество событий, в основном внешних по отношению к компьютерной системе, должно быть принято и обработано за определенный конечный период времени, чтобы поддерживать постоянное и своевременное взаимодействие с контролируемой средой
7	Телемониторинг и системы удаленного мониторинга здоровья telehealth, remote patient monitoring	«способы» и «устройства» (включающие программно-аппаратные комплексы и «домашние» маломощные мобильные медицинские диагностические устройства) дистанционного контроля и оценки важных показателей здоровья пациента (обмен медицинской информацией), посредством использования компьютерных и

		телекоммуникационных технологий
8	Психофизиология эмоций facial feedback, social cognition	«способы» понимания и анализа поведения, чувств и эмоций через их психофизиологические проявления и экспрессию, хорошо передающуюся богатством человеческой мимики (а также характером разнообразных жестов человека, его походкой, направлением взора, изменением темпа речи и движений)
9	Метод автоматического распознавания выражений лица с помощью камеры и AI computer vision, biometrics, scene understanding, emotion AI	«способы» и методы сбора и анализа мимических выражений, связанных с таким функциональным сервисом искусственного интеллекта, как компьютерное зрение, позволяющим компьютерным системам извлекать значимую информацию из цифровых изображений и видеопотоков, включая распознавание изображений (обнаружение и классификацию объектов)
10	Электроэнцефалография и мозг-компьютерные интерфейсы electroencephalogram signal, brain-computer interface, motor imagery	«способы» и методы обработки сигналов электроэнцефалограммы с последующим их преобразованием в команды, адресованные внешнему техническому устройству или компьютеру
11	Электромиография и мио-интерфейсы electromiographic signal, electromiographic sensor	«способы» и «устройства» для обработки сигналов, возникающих в скелетных мышцах человека, с последующим их преобразованием в команды, адресованные внешнему техническому устройству или компьютеру
12	Патопсихолингвистика и логопедия	«способы» и «устройства» для диагностики / выявления / описания и коррекции речевых патологий (патологических отклонений в формировании и протекании речевых процессов в условиях несформированности или распада личности), коррекционно-образовательные и реабилитационные программы (для людей с ограниченными возможностями здоровья и, в частности, психолого-педагогическая реабилитация детей после кохлеарной имплантации)
13	Тест вызванного потенциала visual evoked potential test and olfactory brain brain computer interface	«способы» применения визуальных и обонятельных стимулов для диагностики и мониторинга состояния пациентов с неврологическими расстройствами
14	Наголовный дисплей, VR/AR	«способы» и «устройства», совмещающие нейротехнологии и VR/AR, с целью обеспечения более глубокого восприятия, обучения и взаимодействия человека с окружающей средой
15	Образование student, teacher, classroom, interactive	«способы» формирования новых подходов к обучению с использованием нейрокоммуникационных устройств, которые основываются на принципах работы нейрокогнитивных процессов с учетом индивидуальных особенностей человека и способности мозга к изменениям

ЧАСТЬ 2. ИННОВАЦИОННЫЙ ЛАНДШАФТ ПО СЕГМЕНТАМ РЫНКА «НЕЙРОНЕТ» - «НЕЙРООБРАЗОВАНИЕ», «НЕЙРОРАЗВЛЕЧЕНИЯ И СПОРТ», «НЕЙРОКОММУНИКАЦИИ И МАРКЕТИНГ»

1 Носимые технологии

Картированный сектор «Носимые технологии» (wearable technology, wearable electronics, smart wireless wearable device) представляет собой любые технологии, связанные с созданием электронных устройств, часто располагающихся близко к коже или на ее поверхности, где они обнаруживают, анализируют и передают, как правило, через модуль беспроводной связи (Bluetooth, Bluetooth Low Energy, Advanced Navigation Technologies) информацию (в качестве элемента Интернета вещей / Internet of things, IoT, рисунки 13), такую как жизненно важные показатели (нейрофизиологические и биометрические параметры человека) и/или данные об окружающей среде, что в некоторых случаях позволяет обеспечить немедленную биологическую обратную связь с носителем (biofeedback).

Существенно важным технологическим решением для данного сектора является минимизация размера и стоимости конечного устройства, при длительном обеспечении связи между передающими небольшие объемы данных маленькими устройствами-датчиками и мобильным устройством (например, смартфоном) в пределах персональных сетей (PAN, Personal Area Network). Поэтому большинство носимых устройств в областях здравоохранения, физкультуры и спорта, охранных систем и домашних развлечений на сегодняшний день оснащены технологией беспроводной связи Bluetooth с низким энергопотреблением (Bluetooth Low Energy, BLE). Технология беспроводной связи ANT+ с ультранизким энергопотреблением (ultra-low power) в настоящее время поддерживается только носимыми устройствами Garmin, Wahoo и несколькими моделями устройств от Coros, Suunto и Polar; при этом она не используется такими признанными поставщиками спортивного оборудования, как Fitbit, Withings, Oura Ring, Apple и Samsung.

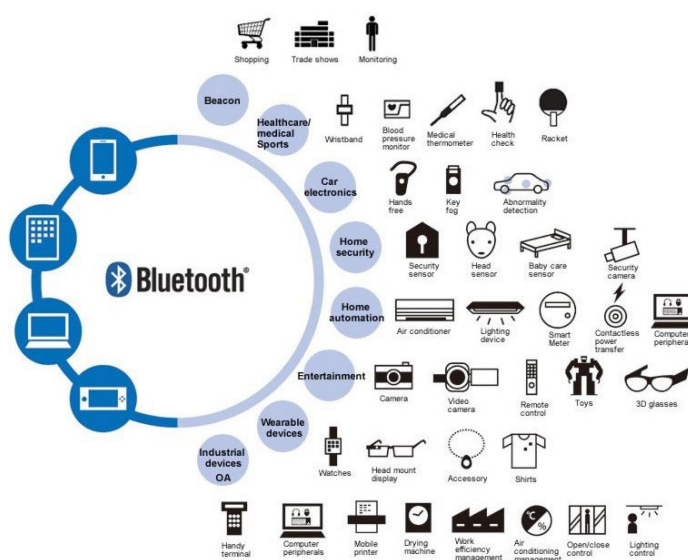


Рисунок 13– Использование и применение Bluetooth Low energy в IoT [6]

Такие технологические решения можно носить как аксессуары (смарт-часы / smartwatches, фитнес-трекеры / fitness trackers, смарт-очки / smartglasses), встраивать в одежду (в том числе, «умные ткани» / smart fabrics / e-fabrics / e-garment / e-textiles / electronic textiles / smart materials), имплантировать в тело пользователя (в частности, инъекционные системы, нейростимуляторы, нейропротезы / neuroprosthetics) или татуировать на коже (например, беспроводная электромеханическая электронная татуировка–биосенсор для отслеживания информации от организма / smart tattoos / electronic tattoo / fluorescent glucose biosensors; или смарт-тату для восприятия информации извне – светочувствительная татуировка, следящая за уровнем ультрафиолетового солнечного излучения / photochromic tattoos), рисунок 14.

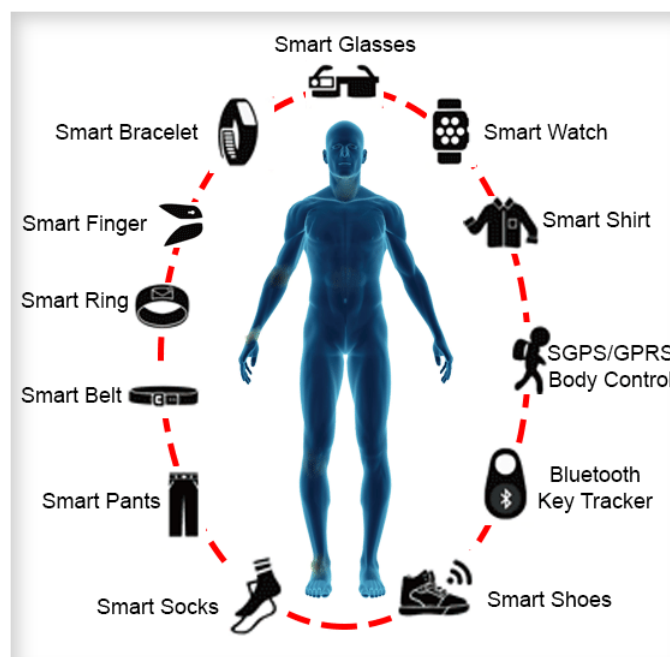


Рисунок 14– Различные типы носимых технологий [7]

В отчете [8] по сегментам рынка «НейроФарма» и «НейроАссистенты» отмечалось, что технологии искусственного интеллекта (ИИ) и интернета вещей (IoT) позволяют носимым устройствам оставаться инновационными и перейти к разряду «умных» устройств (smart device), способных с высокой эффективностью решать, как самостоятельно, так и в сетевом взаимодействии с другими устройствами, рутинные задачи в повседневной жизни без человеческого вмешательства.

Данный сектор, расположенный в центральной части патентной карты, является не только самым многочисленным, но и самым большим по площади, т.е. выступает значимым связующим звеном с техническими объектами множества других картированных секторов, представляющих собой самостоятельную изобретательскую информацию и дополнение к уровню техники. Техническая сущность изобретений, описанная авторами в патентных документах собранных в рассматриваемом секторе, касается технического объекта вообще (его природы или функции, т.е. функционально-ориентированной природы технического объекта, как этот термин определен в параграфах 85 и 86 Руководства к международной патентной классификации⁷), вне зависимости от области его применения. Речь идет не только и, возможно, даже не столько об устройствах и приборах (wireless wearable devices), а скорее об их способности осуществлять измерение, определение, регистрацию, человеко-компьютерное взаимодействие (human-computer interaction, HCI), в части интерфейсов ввода-вывода. Т.е. технические объекты собранных здесь изобретений выражаются такими двумя категориями объектов (в терминологии параграфа 81 Руководства к международной

⁷ Техническая сущность изобретений, описываемая в патентных документах, касается либо самой природы или функции какого-либо объекта, либо способа его применения или использования. Поэтому категория объекта техники может иметь природу либо «функционально-ориентированную», либо «ориентированную по применению».

патентной классификации⁸), как «способы» измерения и «устройства», посредством которых осуществляются эти измерения. Это находит свое отражение в классифицировании собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора: абсолютное преобладание индекса A61B-005 «Измерения для диагностических целей» с акцентированием внимания на G06F-003 «Вводные устройства или комбинированные вводные и выводные устройства для взаимодействия пользователя с компьютером» и на G08C-017 «Устройства для передачи сигналов, отличающиеся использованием беспроводной электрической связи».

Весьма значимым техническим решением в данном секторе является патент EP2733578 «Распознавание носимым устройством жестов руки», принадлежащий компании Samsung Electronics (2013 год; technical impact = 12,7; 121,09 fwd cit./year). На него есть множественные ссылки компаний, чьи изобретения связаны с созданием носимых устройств, распознающих жесты взаимодействия большого и других пальцев руки на основе считываемых нервно-мышечных сигналов (Meta Platforms Technologies, Apple, Medibotics, Google, Microsoft, Sony и др.), что используется в работе виртуальных ассистентов, для сурдоперевода, в приложениях с дополненной реальностью, развлекательных сервисах. В развитие темы управления гаджетом за счет чувствительности к нажатиям и различным жестам (умные ткани с электронной информацией) можно упомянуть патент US12067178 «Сенсорное устройство на текстильной основе для браслетов смарт-часов», принадлежащий компании Apple (2015 год; technical impact = 7,8; 8,00 fwd cit./year), а примером умных тканей с акцентом на мониторинге биометрических сигналов пользователя может быть патентный документ US20150148619 «Одежда для мониторинга биометрических сигналов», принадлежащий компаниям Athos Works (см. рисунок 15) и MAD Apparel (2014 год; technical impact = 7,7; 7,20 fwd cit./year) или патентный документ EP2417905 «Системы и методы для физиологического мониторинга в реальном времени», принадлежащий компании Adidas (2005 год; technical impact = 7,5; 6,16 fwd cit./year).

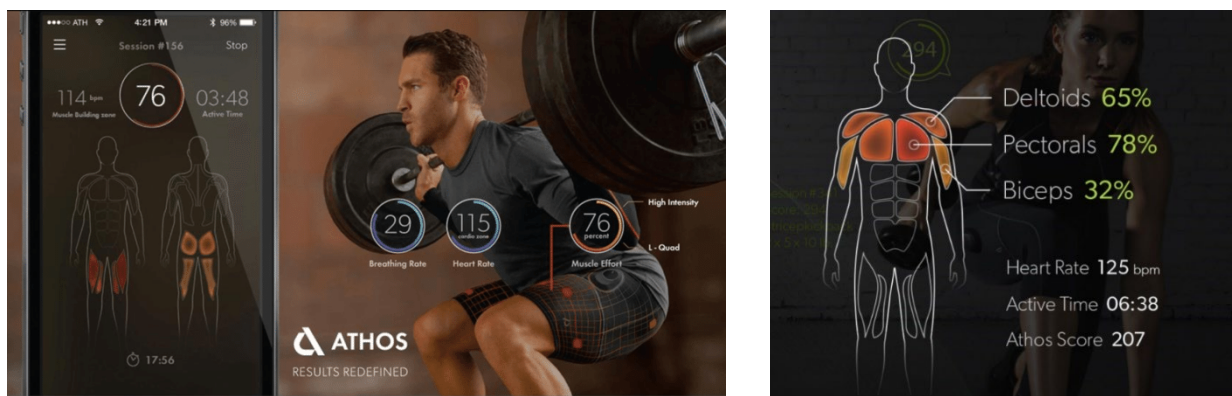


Рисунок 15 - Спортивная одежда Athos

⁸ Техническими объектами изобретений, или категориями объектов техники, могут быть новые и неочевидные способы, продукты, устройства или материалы (или способы их использования или применения). Статья 1350 ГК РФ «Условия патентоспособности изобретения» также определяет, что в качестве изобретения охраняется техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу, штамму микроорганизма, культуре клеток растений или животных) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств), в том числе к применению продукта или способа по определенному назначению.

Также, можно упомянуть разработки беспроводных ЭЭГ-наушников для отслеживания когнитивных процессов и нейрофидбэка (Smarting от компании mBrainTrain, EPOC от компании Emotiv (рисунок 16), Nautilus от компании G-Тес, NeuroSky от компании MindWave, Muse от компании InteraXon). В качестве примера патентных документов, связанных с их созданием, можно упомянуть патент US10936065 «Система и метод обеспечения персонализированного контента на основе анализа биосигналов и когнитивного состояния пользователя», принадлежащей компании Emotiv (2016 год; technical impact = 4,7; 2,38 fwd cit./year) или патент US12081821 «Система и метод улучшения контента с помощью данных о состоянии мозга», принадлежащий компании InteraXon (2013 год; technical impact = 9,5; 34,09 fwd cit./year).

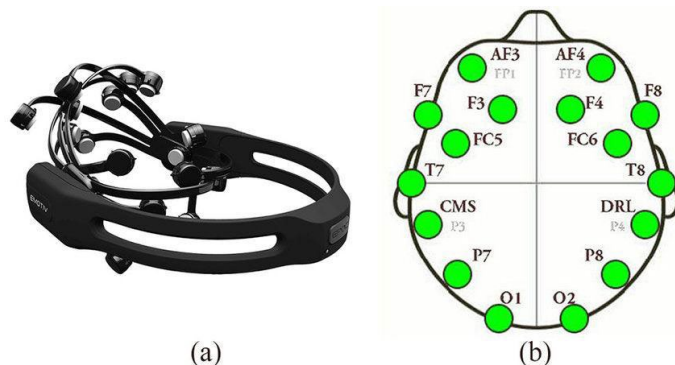


Рисунок 16– Нейроинтерфейс EMOTIV EPOC+ 14 Channel Mobile EEG

В качестве небольших носимых устройств можно упомянуть глюкометры непрерывного действия (continuous glucose monitor, CGM), включающие в себя, в частности, чувствительные к глюкозе пластыри (например, FreeStyle Libre), чувствительные к глюкозе зажимы для мочки уха (например, GlucoWatch), подкожные имплантаты, см. рисунок 17 (например, Eversense) и умные контактные линзы для диабетиков (от Google X). Для примера имплантируемых биодатчиков можно упомянуть патент US10945644 «Система непрерывного 90-дневного мониторинга глюкозы с использованием флуоресцентных биосенсоров», принадлежащий компании Senseonics (2018 год; technical impact = 4,5; 2,00 fwd cit./year).

Eversense® CGM System Components

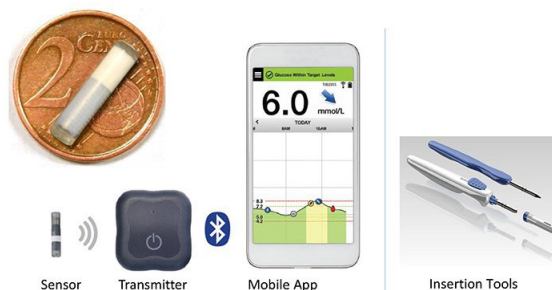


Рисунок 17 – Подкожные имплантаты Eversense™

Среди ключевых игроков на рынке⁹ выделяют (устойчиво удерживаются ряд лет первые четыре места указанными компаниями): Apple, Xiaomi, Samsung, Huawei, Garmin, Amazon, Meta, Nike, Motorola, Sony, Google, HTC, Michael Kors, Adidas, Polar, TomTom, Fossil, ASUSTeK, LG, Casio, Withings, Jawbone, Fitbit, Oura Health, Ultrahuman, Whoop и другие. Исследователи ожидают, что к концу 2024 года мировые поставки носимых электронных устройств превысят 543 млн единиц, что в денежном выражении составит 74,3 млрд долл. США.

⁹ Каждый в своем сегменте, по типам носимой электроники: умные часы (iWatch, Samsung Gear S3), умные очки (Google Glass, HoloLens Microsoft), умные браслеты, умные ювелирные изделия (кольцо Ringly, подвеска Senstone), умная одежда (футболка Polar Team Pro Shirt, купальник Spinali Design smart bikini, шорты Lumo Run, носки Owlet и Sensoria) и др.

2 Биологическая обратная связь и нейрообратная связь

Вторым по занимаемой на патентной карте наибольшей площади (значимая связь с множеством соседствующих секторов), но со значительно меньшим количеством патентных документов (минимально выраженный рельеф из-за имеющихся ограничений по патентованию в области психологии¹⁰), является картированный сектор «Биологическая обратная связь и нейрообратная связь» (bio- and neuro- feedback, behavior modification), представляющий собой сосредоточенные на системах или способах цифрового вычисления или обработки данных перекрёстные технические аспекты компьютерной, информационной или коммуникационной областей с медицинской областью или областью здравоохранения, которые позволяют измерить физиологические реакции человека, подвергающегося стимуляции (в виде получаемой информации или совершаемого

действия), и мгновенно сообщить ему результаты измерения (биологическая обратная связь активности человеческого мозга называется нейрофидбэк, рисунок 18). По существу, это комплекс исследовательских, немедицинских, физиологических, профилактических и лечебных процедур, в ходе которых человеку посредством внешней цепи обратной связи (организованной преимущественно с помощью микропроцессорной или

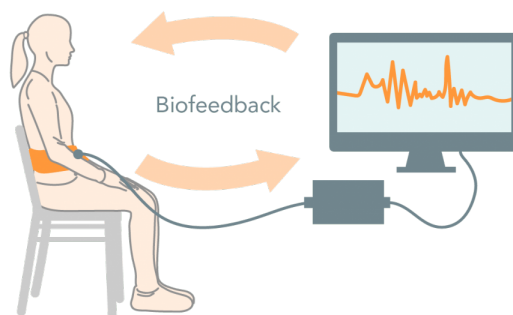


Рисунок 18 – Биологическая обратная связь

посредством носимых технологий), предъявляется информация о состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов (мышечная активность, кровоснабжение сосудов, сопротивление кожи, частота сердечного ритма, артериальное давление, температура тела, сатурация, частота дыхания, мозговая активность). Биологическая обратная связь может быть использована как «зеркало» для улучшения самосознания о внутренних состояниях, а также как инструмент обучения для приобретения определенных навыков саморегуляции. Применение биологической обратной связи, в основном, основано на заранее прописанных алгоритмах, данные для которых получены в лабораторных условиях с использованием как физиологических, так и психологических измерений.

В клинической практике методы биологической обратной связи часто выступают в качестве дополнения к когнитивной и поведенческой терапии. В настоящее время

¹⁰ Во-первых, существует ряд принципов не позволяющих признать решения в качестве изобретений – не являются изобретениями методы ведения интеллектуальной деятельности и решения, которые заключаются лишь в предоставлении информации (например, методика может быть признана неохраняемой, если она представляет собой общую идею или концепцию психологической работы, без описания конкретных действий). Во-вторых, существуют предъявляемые к изобретениям условия патентоспособности («промышленная применимость», «новизна» и «изобретательский уровень»). При оценке новизны учитываются только те особенности метода, которые непосредственно относятся к изобретению как к техническому решению; т.е. даже при наличии ряда отличий от ближайшего аналога, патентуемая методика может быть признана не имеющей новизны, если отличия заключаются, например, лишь в представлении определенной информации. Учитывая, что технический результат изобретения должен представлять собой объективно проявляемое при реализации методики техническое свойство или явление, то «улучшение эффекта психотерапевтического воздействия» нужно подтверждать описанием клинических случаев из практики с указанием достигнутых эффектов. Из-за указанных ограничений, в качестве альтернативы получению патента многие рассматривают вопрос охраны метода как объекта авторского права.

сформирована новая парадигма биологической обратной связи, выходящая за рамки традиционных клинических применений. Системы биологической обратной связи становятся более портативными (emWave, Stone Biofeedback, Wild Divine, StressEraser), удобными и доступными по цене, а физиологическая информация становится легкодоступной в нашей повседневной жизни за счет появления новых мультимедийных средств (осязательный интерфейс пользователя / tangible user interface; периферийное человеко-компьютерное взаимодействие / peripheral interaction; эластичные дисплеи / elastic displays; умный внешний дисплей гаджета / ambient display; интерактивные музыкальные инструменты, использующие окружающую среду в качестве интерфейса, см. рисунок 19¹¹⁾ [9]. В различных сенсорных системах биологическая обратная связь может быть представлена с помощью

различных средств: во-первых, зрения (экраны, дисплеи, окружающее освещение) – данные в виде диаграмм, технической или медицинской графики, анимации и игр; во-вторых, слуха (динамики) – данные в виде одномодового звукового отображения; в-третьих, тактильных ощущений (вибрация); в-четвертых, комбинации этих методов.

Здесь, как и в предыдущем секторе «Носимые технологии», авторы патентных

документов сделали акцент на функционально-ориентированной сущности технических объектов своих изобретений, т.е. на самой возможности осуществления непрерывного мониторинга в режиме реального времени определенных физиологических показателей, на наличии взаимосвязи между физиологией и внешним «раздражителем», на возможности осознания внутренних состояний человека, связанных с возбуждением, расслаблением, осуществлением какой-либо деятельности. Значимой составляющей является повышение осведомленности человека о физических реакциях на физический, эмоциональный или психологический стресс и его способность влиять на свои собственные физиологические реакции (в частности, с помощью мультимедийных, игровых и других приемов), а также развивать навыки саморегуляции, которые играют роль в улучшении здоровья и благополучия. При этом ни инструментальные модальности биологической обратной связи (ЭЭГ, ЭМГ, спирометрия, вариабельность ритма сердца, температура, гальваническая кожная реакция, стабилметрическая платформа и др.), ни сферы применения биологической обратной связи (тренеры, педагоги, терапевты, маркетологи и др.) в данном секторе не рассматриваются. Т.е. техническим объектом собранных здесь изобретений является

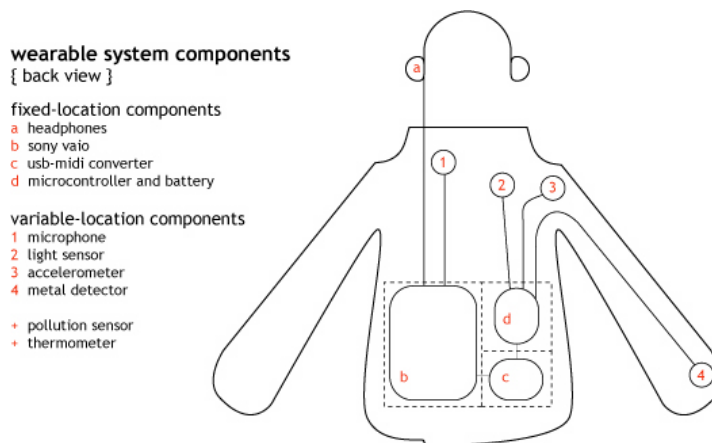


Рисунок 19 – Sonic City система, позволяющая пользователям создавать электронную музыку в режиме реального времени, прогуливаясь по городской среде и взаимодействуя с ней

¹¹ Например, проект Sonic City – это портативная система для создания электронной музыки, основанная на восприятии параметров тела и окружающей среды, которые сопоставляются с параметрами обработки звука и превращают городские звуки из реальной жизни в музыку. В итоге персональный звуковой ландшафт создается совместно телом пользователя (восприятие окружающей действительности, эмоции), местной активностью и городской атмосферой при простой прогулке по городу. Встречи, события, архитектура, погода, неправильное поведение – все это становится средством взаимодействия с городом.

«способ» использования записанных физиологических параметров подвергающегося стимуляции человека, в частности записанных биоэлектрических или биоманитных сигналов тела или его частей. «Способ» здесь интерпретируется в широком смысле слова, в качестве самой возможности / способности использования записанных данных, а в инвентаризации систем биологической обратной связи уделяется особое внимание методам биосенсорики, подходам к обработке биоданных, протоколам биологической обратной связи и механизмам обратной связи. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу A61B-005/05 «Определение, измерение или запись с целью диагностирования посредством электрических токов или магнитных полей, в т.ч. запись биоэлектрических или биоманитных сигналов тела или его частей» с акцентированием внимания на G16H «Информационные и коммуникационные технологии, специально предназначенные для манипулирования медицинскими данными или обработки медицинских данных».

В качестве примера использования методов модификации поведения (включая когнитивно-поведенческую терапию, биологическую обратную связь и тренировки по релаксации)¹² для смягчения или устранения синдромов, связанных с мышечным напряжением или психическим стрессом, можно упомянуть патентный документ US20190313934 «Устройство и система для мониторинга и лечения медицинских состояний, связанных с чрезмерным мышечным напряжением (в частности, за счет использования технологии поверхностной электромиографии)», принадлежащий компании Biotrak Health (2017 год; technical impact = 6,4; 5,14 fwd cit./year). Данная компания занимается разработкой цифровой терапевтической платформы, которая обеспечивает научно обоснованное профилактическое лечение расстройств, связанных со стрессом (но в упомянутом документе существенные технические признаки сфокусированы именно на биологической обратной связи). В частности, их интеллектуальная повязка на голову Halo™ (рисунок 20) контролирует напряжение и обеспечивает обратную связь, помогая предотвратить хронические головные боли, мигрень и дисфункцию височно-нижнечелюстного сустава.

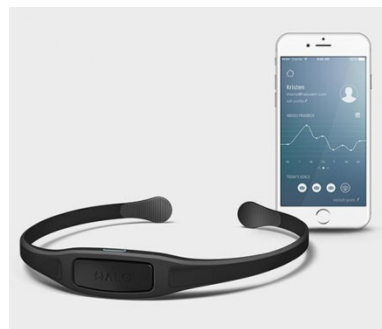


Рисунок 20 – Интеллектуальная повязка на голову Halo™

Дополнительно в данном секторе можно выделить патентные решения, связанные с сигма-дельта модуляцией или сигма-дельта аналого-цифровыми преобразователями, используемыми в схемах для точного преобразования различных тестовых и измерительных сигналов в цифровые значения (часто используются в приложениях с очень низкой частотой, требующих высокого разрешения). Например, такой преобразователь

¹² Указанная совокупность методов также эффективная для лечения других заболеваний, связанных с психическим стрессом и тревогой, включая депрессию, тревожность, рассеянный склероз, гипертонию, бессонницу, раздражительность, кишечный синдром, синдром дефицита внимания и гиперактивности, недержание мочи и пр.

может быть включен в схему измерения биопотенциала, т.е. в схему, сконфигурированную для измерения физиологических сигналов, таких как ЭКГ, ЭМГ, ЭЭГ, давление, импеданс тканей и сигналы движения. Измерение собственных и вызванных биопотенциалов требует усиления достоверных сигналов порядка микровольт при одновременном подавлении больших потенциалов поляризации и шума окружающей среды порядка вольт. Например, патент EP2198521 «Аналого-цифровой преобразователь в системах с низким уровнем шума», принадлежащий компании Medtronic.

3 НейроМаркетинг

Картированный сектор «НейроМаркетинг» (neuromarketing, neurobranding, emotional branding, neuroeconomics, behavioral economics, рисунок 21) представляет собой совокупность информационных и коммуникационных технологий, специально предназначенных для коммерческих целей, способы реализации которых сопровождаются операциями существенной обработки данных, т.е. при выполнении которых требуется технологическая / компьютерная система или устройство.

Многие крупные бренды, такие как Walt Disney, Pepsi, McDonald, Netflix, M&Ms, HP, Hyundai, Ebay, Frito-Lay, Campbell's, используют нейромаркетинговые исследования в своих целях, в том числе посредством проведения подобных исследований собственными силами (Google, Coca-Cola, Microsoft). Компания Hyundai использовала ЭЭГ для тестирования прототипов своих автомобилей – измеряя активность мозга в ответ на различные дизайнерские особенности; Microsoft использовала методы нейромаркетинга для тестирования содержания рекламы своей игровой консоли Xbox, выявляя наиболее захватывающие и интересные потребителю фрагменты; аналогичным образом и Yahoo использовала ЭЭГ при создании своего рекламного ролика; Walt Disney извлекает выгоду из понимания человеческих эмоций и реакций, калибруя сюжетную линию фильма соответствующим образом; TikTok также заказывала подобные исследования по распознаванию эмоций.

Патентные документы в данном секторе принадлежат: Nielsen, Accenture Digital, Olson Zaltman Associates, Alibaba Group, Janssen-Cilag, 89 Degrees, Angabongil, AtomyAZA, IBM, Avaya и др. Уместно упомянуть дочерние компании Nielsen и их специализации: eXelate – собственная и тщательно подобранная база оффлайн/онлайн данных Nielsen, охватывающая множество моделей поведения и аудиторий; Gracenote – занимается данными о контенте и обеспечивает инновационный развлекательный опыт для ведущих мировых медиакомпаний; NetRatings – предоставляет услуги по измерению и анализу интернет-аудитории (один из признанных лидеров в интернет-статистике и рейтингах).

Выборочные примеры патентных документов: US20150186923 «Системы и методы измерения маркетингового влияния кросс-брендинга, использующие неврологические данные» (2013 год; technical impact = 3,8; 1,18 fwd cit./year); EP2130146 «Анализ эффективности маркетинга и развлечений, основанный на данных нервной системы и

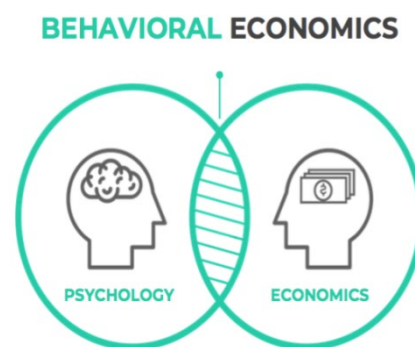


Рисунок 21– Поведенческая экономика - исследование влияния психологических факторов на процесс принятия экономических решений отдельными людьми, изучающее такие вопросы, как "Как мы принимаем решения? Как мы себя ведем?"

эффекторов» (2008 год; technical impact = 6,8; 6,44 fwd cit./year); US9886981 «Устройство для оптимизации / сокращения стимульных материалов (маркетинговых и развлекательных) на основе нейронной обратной связи» (2008 год; technical impact = 4,7; 4,00 fwd cit./year); EP2417904 «Оценка нейронной реакции на стимул в среде виртуальной реальности» (2010 год; technical impact = 7,2; 6,57 fwd cit./year); US11049134 «Система целевого стимулирования, основанная на нейрофизиологии и нейроповедении» (2008 год; technical impact = 6,3; 4,50 fwd cit./year); US10963895 «Персонализированная доставка контента с использованием данных для инициирования нейронных реакций» (2008 год; technical impact = 6,3; 5,50 fwd cit./year); US8494905 «Анализ реакции аудитории с помощью одновременной ЭЭГ и фМРТ» (2008 год; technical impact = 5,9; 4,88 fwd cit./year); IN202311086856 «Система нейромаркетинга на основе геймификации, включающая нейрологические сенсорные устройства для захвата в реальном времени неврологических и биометрических реакций пользователя, вовлеченного в геймифицированный маркетинговый контент» (2023 год; technical impact = 0,0; 0,00 fwd cit./year); IN202441024613 «Нейроинформационная платформенная система оптимизации маркетинга для повышения вовлеченности потребителей, интегрирующая нейронаучные знания и передовые методы машинного анализа больших данных, позволяющая расшифровывать подсознательные реакции потребителей» (2024 год; technical impact = 0,0; 0,00 fwd cit./year); SK288872 «Способ получения и/или обработки нейромаркетинговых данных» (2015 год; technical impact = 0,00; 0,00 fwd cit./year).

Техническими объектами изобретений, описываемыми в патентных документах настоящего сектора, являются «способы» осуществления коммерческих маркетинговых коммуникаций, которые применяют нейропсихологию для исследования рынка, изучая сенсомоторные, когнитивные и аффективные реакции потребителей на маркетинговые стимулы. Техническая сущность изобретений данного сектора ориентирована на специфическое применение технических объектов. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу G06Q-030 «Коммерция» (услуги по работе с клиентами, маркетинг, e-shopping и лизинговые транзакции) с акцентированием внимания на G06N-020 «Машинное обучение», на средствах человеко-компьютерного взаимодействия и интерфейсах во взаимоувязке с устройствами для психологических опытов – G06F-003 «Вводные устройства или комбинированные вводные и выводные устройства для взаимодействия пользователя с компьютером», A61B-005/16 «Устройства для психотехники» и G06F-016 «Информационный поиск и структуры баз данных для этого», а также H04N-021 «Распределение выбранного контента, например интерактивное телевидение или видео по запросу (VOD, Video on Demand)».

Такая комбинация технических объектов изобретений в секторе «Нейромаркетинг» может быть удачно представлена самостоятельной патентной картой (рисунок 22) с четырьмя

выраженными кластерами и присущими им собственными концептами (на рисунке справа они выделены разными цветами). При этом, следует отметить, что наличие именно четырех кластеров в данном секторе, отчасти, предопределено наличием близким им по смыслу четырех основных соседствующих секторов на патентной карте – это «Биологическая обратная связь и нейрообратная связь»,



Рисунок 22– Патентная карта в секторе «Нейромаркетинг»

моделирование и когнитивно-поведенческая терапия», «Носимые технологии», «Системы реального времени, чат-боты, многопользовательские компьютерные игры».

Во-первых, это «Анализ больших данных для выработки персонализированных маркетинговых стратегий» (красный кластер на рисунке с ключевым концептом – personalized marketing strategy), представляющий собой совокупность технических решений по анализу больших данных, применению искусственного интеллекта и моделей машинного обучения для изучения предпочтений сегментированной аудитории и накопления знаний об интересах клиентов, при прогнозировании маркетинговых трендов и потребительского поведения, при генерации персонализированных рекламных сообщений и изображений.

Наилучшим образом (по широте охвата технической сущности изобретений) данный кластер представлен неподдерживаемым в настоящее время патентом US20110046504 «Распределенная система сбора и анализа данных»¹³ о нейрооткликах (зафиксированных портативными ЭЭГ и ЭОГ) на стимулирующий материал, в частности, маркетингового и развлекательного содержания, для оценки эффективности стимулирующего воздействия», принадлежащим компании Nielsen (2009 год; technical impact = 6,2; 4,33 fwd cit./year). Цитирующие данный документ компании для нужд собственных изобретений: NeuroLight Technologies, Liftoff Mobile (владелец рекламной сети Vungle), дочерние компании Nielsen (eXelate, Gracenote, NetRatings), Emotiv Systems, Medibotics, FotoNation, NeuroSync и др. Также, здесь можно упомянуть комплекс модульного нейромаркетингового оборудования компании «Нейротренд», позволяющего прогнозировать потребительское поведение на основе нейрокогнитивных измерений, получать, хранить и обрабатывать нейрофизиологические и невербальные данные для объективной интерпретации в маркетинговые показатели (внимание, интерес, эмоцию) и декодировать неосознанный интерес к одному из предъявляемых стимулов.

Во-вторых, это «Основные техники нейромаркетинга» (синий кластер на рисунке с ключевым концептом – electronic equipment), представляющий собой совокупность способов

¹³ Распределенная система – это мультиконтроллерная система сбора данных и управления, архитектура которой предполагает децентрализацию обработки информации и размещение модулей ввода/вывода в непосредственной близости от источников данных и исполнительных устройств управления технологическим процессом.

и устройств, позволяющих глубже проникнуть в подсознание потребителей и раскрыть реакцию человека на различные стимулы (нейровизуализация, биометрические измерения, психофизиологические и ассоциативные тесты) и обеспечить работу рекомендательных систем и виртуальных помощников, в значительной степени при использовании айтрекеров, ЭЭГ, мониторинга мимики, технологий виртуальной и дополненной реальности (в частности, для виртуальной примерки). Здесь же упоминаются домашние умные устройства, подстраивающиеся под эмоциональное состояние присутствующих людей. В данном кластере значимо сосредоточены устройства для «диагностики» и «психологических опытов».

Типичным примером технических решений данного кластера является неподдерживаемый в настоящее время патент US10685576 «Система дополненной реальности на основе динамической экосистемы с обратной связью и многомерной системой причинно-следственных связей, которая подбирает индивидуальные рекомендации для пользователей», принадлежащий компании Suggestic (2017 год; technical impact = 7,1; 6,71 fwd cit./year). Suggestic владеет платформой, использующей искусственный интеллект для создания индивидуальных планов питания, основанных на диетических ограничениях, состоянии здоровья, образе жизни и генетической информации.

Также, можно упомянуть патент US7246081 «Мониторинг кодирования лиц с целью оценки воздействия и привлекательности стимулов, связанных с коммерческой деятельностью», принадлежащий компании Sensory Logic (2001 год; technical impact = 7,0; 5,43 fwd cit./year) и патент US11925857 «Устройство и способ для интеграции аромата в среду виртуальной реальности», принадлежащий компании International Flavors and Fragrances (2019 год; technical impact = 5,4; 3,20 fwd cit./year).

Технологии дополненной реальности используются в маркетинговых кампаниях IKEA, Coca-Cola, L'Oreal, Volvo, Nike, Gucci и др. А аппаратными и платформенными разработками в данной области занимаются Magic Leap, Microsoft, Sony, Snap, Facebook, Intel, Apple и др.

В-третьих, это «Подсознательные триггеры в рекламе» (лиловый кластер на рисунке с ключевым концептом – consumer behavior), представляющий собой способы использования накопленных знаний о восприятии и реакции на рекламу отдельных персоналий и сегментированной аудитории (привлечение внимания, вызов эмоций, способствующих укреплению связи с брендом) для создания более целенаправленных, персонализированных и эффективных рекламных кампаний, в частности, посредством переживания чужого опыта для обучения и досуга (при позиционировании и повышения конкурентоспособности гостиниц и сферы туризма). Также сюда относятся когнитивные паттерны поведения (эффект ореола, славы; страх утраты; сравнение; фрейминг; метод извлечения метафор Зальтмана), формирующиеся у индивидов под влиянием множества факторов, включая воспитание, культурные нормы, социальный контекст и личный опыт; это последовательности связанных событий, приводящих к предсказуемым результатам (бессознательное повторение моделей поведения). Важная роль в данном кластере принадлежит репозиториям для хранения данных о нейрофизиологических и поведенческих реакциях людей (neuro-physiological feedback, behavioral feedback), подвергшихся развлекательным и маркетинговым исследовательским стимуляциям (например, видео- и аудиопотоки, медийная реклама, текст, печатная реклама и т.д.). Репозитории

исследовательских данных, хранящих и систематизирующих результаты UX¹⁴-исследований, занимают одно из ведущих мест в современной системе научной коммуникации, позволяя исследователям обмениваться, распространять и использовать данные друг друга. Создание и поддержка хранилища исследовательских данных относится к компетенции подразделения Research Operations (Research Ops), которое действует за пределами самих исследований, но предоставляет исследователям инструменты, шаблоны и фреймворки, позволяющие запрашивать необходимые данные, формировать отчеты, анализировать и визуализировать их – например, «Система хранения данных по нейроинформатике, медицинских данных» US20090030930 компании NeuroFocus (2008 год; technical impact = 7,0; 6,60 fwd cit./year) или «Система нейроинформационного репозитория» EP2142082 компании TNC (US) Holdings (2008 год; technical impact = 7,0; 6,63 fwd cit./year).

Здесь уместно упомянуть неподдерживаемый в настоящее время патент US20090036755 «Установление взаимосвязей нейроотклика (зафиксированного ЭЭГ, КГР, ЭКГ, ЭОГ) со стимулирующими материалами, эмитирующими хранящиеся в сознании целевой аудитории UX-сенсорные ощущения для активизации подсознательных мотивов при совершении покупки», принадлежащий компании Nielsen (2008 год; technical impact = 5,3; 3,88 fwd cit./year). Понимание этих триггеров (импульсов, побуждений) позволяет создавать рекламу, которая не только привлекает внимание и побуждает человека совершить целевое действие, но и вызывает нужную эмоциональную реакцию.

Также, интересен неподдерживаемый в настоящее время патент US6315569 «Техника извлечения метафор Зальтмана (Zaltman metaphor elicitation technique, ZMET) в сочетании с мониторингом физиологических функций, как усовершенствованный инструмент маркетинговых исследований», принадлежащий компании Olson Zaltman Associates (1998 год; technical impact = 8,5; 8,35 fwd cit./year). Метафора, в данном контексте, это понимание и переживание одной вещи в терминах другой (извлечение из бессознательного метафорических образов, которые оказывают влияние на осмысление входящей / стимульной информации). Например, человек может воспринимать изображение американского флага как отражение чувства патриотизма и, следовательно, как репрезентацию его приверженности американскому автопроизводителю. Данная техника задействует внутренние образы (нейронные паттерны, лежащие в основе мыслей и чувств) и внешние образы (картинки, звуки, вкусы и т.д.). Такой психологический феномен, при котором человек соединяет сигнал от одного органа чувств (например, зрение) с сигналом от другого (например, вкус), называют синестезия.

В-четвертых, это «Иммерсивный маркетинг» (зеленый кластер на рисунке с ключевым концептом – communication network), представляющий собой способы продвижения товара посредством вовлечения потребителей в бренд для его совместного развития, побуждения клиентов к двустороннему взаимодействию с брендом, что в итоге формирует у клиента эмоционально окрашенный опыт будущего владения товаром или услугой. Также здесь речь идет об автоматизированных коммуникациях посредством чат-ботов, виртуальных инфлюенсерах (virtual influencer) или цифровых аватаров (например, у

¹⁴ UX, User eXperience, опыт пользователя, восприятие пользователя, опыт взаимодействия – это восприятие и ответные действия пользователя, возникающие в результате использования и / или предстоящего использования продукции, системы или услуги (ISO 9241-210). Опыт пользователя включает все эмоции, убеждения, предпочтения, ощущения, физические и психологические реакции пользователя, поведение и достижения, которые возникают до, во время и после использования «стимулирующего материала». В рамках данной работы сюда же отнесен клиентский опыт (CX, customer experience) - совокупность впечатлений, которые получает человек от сотрудничества с компанией.

Calvin Klein, Prada) с большой аудиторией подписчиков в социальных сетях (Social media marketing, SMM), и о подборе оптимальных каналов коммуникации с потенциальными потребителями (целевой аудиторией) для запуска эффективного таргетинга.

Цифровизация повседневной жизни способствует тому, что бренды все больше осваивают иммерсивные технологии (рисунок 23), позволяющие потенциальному потребителю получить опыт в реальной жизни – раздача образцов продукции, раздача купонов, цифровой маркетинг и обслуживание клиентов в метавселенной, геймификация впечатлений и создание контента в реальном времени. В данном кластере упор делается именно на инструментах продвижения бренда, но в секторе нейромаркетинга он существенно зависит от кластеров, делающих упор на устройствах виртуальной и дополненной реальности, на измерении нейрооткликов и на базе знаний, связанных с психологическими посылами, которые бренды хотят заложить в рекламе (текст, звуки, образы).



Рисунок 23 – Технологии иммерсивного маркетинга

В качестве примера здесь можно упомянуть патент US11704681 «Выбор сегментов рынка и соответствующего стимульного материала под определенный неврологический профиль человека, связанный с уровнями интроверсии/экстраверсии», принадлежащий компаниям Citibank и Nielsen (2009 год; technical impact = 3,9; 2,73 fwd cit./year). Немаловажная роль при этом отводится сегментации клиентов по социально-демографическим признакам.

Кроме того, отдельный интерес представляет алгоритмическое размещение рекламы (programmatic) – это автоматизированная закупка рекламных показов целевой онлайн-аудитории с помощью специальных платформ на основе аудиторных данных и алгоритмов искусственного интеллекта (закупка персонализированной таргетированной рекламы в интернете на большом количестве сайтов в режиме реального времени). Такой способ закупки рекламы позволяет платить не за весь массив трафика или контента, а только за контакт с конкретным пользователем, входящим в целевую аудиторию рекламодателя.

4 Психометрическое моделирование и когнитивно-поведенческая терапия

Картированный сектор «Психометрическое моделирование и когнитивно-поведенческая терапия» (cognitive behavioural therapy, CBT) представляет собой совокупность способов создания и валидации психологических измерительных инструментов (особенно в части описания определенных доменов¹⁵ поведения и построении

¹⁵ Различают пять психологических доменов (столпов): биологический (включает нейронауку, сознание и ощущения); когнитивный (включает изучение восприятия, познания, памяти и интеллекта); развитие (включает обучение и обусловливание, развитие на протяжении всей жизни и язык); социальные и личностные аспекты (включает изучение личности, эмоций, мотивации, пола и культуры); психическое и физическое здоровье (включает аномальную психологию, терапию и психологию здоровья).

их теоретических и математических моделей), а также способов разговорной психотерапии (в основе которых лежит анализ и коррекция когнитивных искажений, приводящих к нежелательным эмоциональным реакциям), сопряженных при разработке «когнитивных сервисов» с методами использования AI-технологий в сфере нормализации психического здоровья человека [10], физическое воплощение которых реализовано в мобильных приложениях и чат-ботах для самопомощи¹⁶ или управляемой когнитивно-поведенческой терапии (помогая обнаружить связь между мыслями, действиями и чувствами пациента), помимо прочего использующих оценку параметров пациента, выходящих за пределы человеческих чувств (физиологические параметры, оптическое считывание выражения лица, анализ голосовых данных и др.). С развитием информационных технологий (AI-технологии и BIG DATA) стало возможным осуществление разработки теоретико-прикладной психометрической модели когнитивно-поведенческих предикторов (прогностических параметров) жизненной активности личности (в частности, в рамках ее образовательной и профессиональной деятельности).

Цифровая когнитивно-поведенческая терапия может проводиться дистанционно – с помощью компьютера, планшета или смартфона через видеосвязь или текстовый чат, а электронные инструменты диагностики, мониторинга, психообразования и терапии позволяют более широкому кругу населения получить психологическую помощь (по оценкам Всемирной Организации Здравоохранения, до 85% населения в странах с низким и средним уровнем доходов не получают лечения из-за нехватки денежных средств, отсутствия квалифицированных поставщиков медицинских услуг и социальной стигматизации, связанной с проблемами психического здоровья). Исследователи отмечают, что существует более сотни различных программ компьютерной терапии для лечения целого ряда психических расстройств и проблем со здоровьем (Beating the blues, Deprexis, Good Days Ahead, Mood Gym, Living Life to the Full, NHS Apps Library, Headspace, iCognito) [11–13], включая терапевтические компьютерные игры, повышающие вовлеченность пациентов, их заинтересованность в лечении.

Искусственный интеллект и когнитивная психология пытаются осмыслить сложность познания, природу разумного поведения посредством исследований, тестирования и построения моделей того, как человеческий разум обрабатывает сложную информацию с помощью когнитивных функций человека: внимания, памяти, восприятия. Все эти исследования сопровождаются еще и измерением физиологической реакции человека, формируя обширную базу медицинских и психотерапевтических знаний. Благодаря структурности методов когнитивно-поведенческую терапию проще всего представить в виде компьютерных алгоритмов.

Техническая сущность изобретений настоящего сектора, также как в секторе «Биологическая обратная связь и нейрообратная связь» представлена функционально-ориентированной природой технических объектов, которыми здесь являются способы, методы и техники когнитивно-поведенческой терапии, помогающие пациенту освоить более эффективные способы мышления и реагирования на повседневные ситуации, в части создания на основе этих знаний «когнитивных сервисов», в виде специального набора алгоритмов искусственного интеллекта и интерфейсов прикладного программирования

¹⁶ В частности, с учетом знаний, собранным в Схему Reading Well (Книги по рецепту), в виде методики, одобренной профессионалами, помогающей управлять своим благополучием с помощью чтения материалов для самопомощи (книги по психическому здоровью взрослых, детей, молодых людей, долгосрочным (физическим) заболеваниям и деменциям).

(application programming interface, API), который позволяет создавать компьютерные программы (в частности, чат-боты). В части применения AI-технологий в области психологии уместно упомянуть когнитивную систему IBM Watson (в настоящее время компания Merative), выполняющую функцию медицинского консультанта, например, патент US9814420 «Метод выявления и прогнозирования симптомов выгорания, состояния эмоционального, умственного и физического истощения, вызванного, как правило, чрезмерным и длительным стрессом» (2016 год; technical impact = 6,4; 5,38 fwd cit./year). Или патентный документ US20200302825 «Метод экспозиционной терапии, при котором осуществляется автоматизированный подбор и титрование сенсорных стимулов, вызывающих целевой паттерн активности вегетативной нервной системы» (2020 год; technical impact = 6,6; 7,75 fwd cit./year).

Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено по подобию сектора «Биологическая обратная связь и нейрообратная связь», в силу их общности, - предопределяющие индексы A61B-005 «Измерение для диагностических целей» и G16H «Информационные и коммуникационные технологии, специально предназначенные для манипулирования медицинскими данными или обработки медицинских данных», но со значительным смещением акцента к G06N-005 «Вычислительные механизмы, использующие модели, основанные на знаниях», G06N-020 «Машинное обучение».

5 Психотехника и коучинг

Картированный сектор «Психотехника и коучинг» (coaching, emotional intelligence, mindfulness, psychotechnics) представляет собой совокупность методов (психологических приемов) раскрытия потенциала человека (система тестирования способностей и поведенческих тренингов), в процессе которого человек, называемый «коуч», помогает собеседнику с самораскрытием собственных ресурсов, стимулируя его к обучению и осознанной жизни¹⁷, для последующего достижения клиентом некоторой жизненной или профессиональной¹⁸ цели. Коучинг использует широкий набор инструментов и техник из таких дисциплин, как психология, нейробиология, профориентация. Психотехника здесь понимается как научно обоснованные психологические средства, приемы и операции при работе с людьми и решении прикладных задач посредством взаимосвязанного использования основных психологических средств речи: речевые / вербальные средства (слово, как основной феномен речи, паузы, интонация, темп); неречевые / невербальные средства (мимика, жестикуляция); обстановочно-поведенческие средства (поза, передвижения говорящего, социальная дистанция между говорящим и слушающим, окружающая обстановка).

Важным в этом секторе является понимание того, что речь обладает сильной воздейственностью на поведение, установки, оценки индивида и/или группы лиц. Речевое воздействие рассматривается в современных научных концепциях об эффективном речевом общении, в рамках таких научных дисциплин как риторика, теория аргументации, теория

¹⁷ Осознание ощущений, которые происходят здесь и сейчас, и фокусировка внимания только на них – являются сутью практики майндфулнесс, тренировки присутствия в настоящем моменте с помощью медитативных техник.

¹⁸ Психотехника связана с приложением психологических приемов и методов к решению практических вопросов, в основном связанных с психологией труда, профориентацией и профотбором. При этом, устройства для психотехники не относятся к данному сектору патентной карты.

коммуникации, социология, психология, психолингвистика (взаимоотношение языка, мышления и сознания).

Также важно понимание того, что при восприятии речи человек соотносит сказанное с действительностью, со своими знаниями о ней, со своим опытом – в результате чего происходит субъективная интерпретация услышанного. Существенное место в психолингвистике занимает экспериментальная база: ассоциативный эксперимент (одним из побочных результатов применения которого явилось создание полиграфа, рисунок 24),



Рисунок 24– Полиграф детектор лжи

эксперимент по методике дополнения, шкалирование, метод семантического дифференциала, чтение с регулировкой громкости и др. В прикладном аспекте психолингвистика связана практически со всеми прикладными областями психологии: с педагогической и медицинской психологией, патопсихологией, нейропсихологией, психиатрией и коррекционной педагогикой, психологией труда, с политической психологией и психологией массовой коммуникации, психологией рекламы и пропаганды и др.

Работодатели могут проводить различные тестирования сотрудников для определения типологии личности и степени выраженности профессиональных качеств (тесты DISC, Myers-Briggs, Birkman, Enneagram, Strengths, Caliper, Profile XT и др.). При этом начинают накапливаться данные о мозговом обеспечении эмоционального интеллекта [14,15], как совокупность навыков и способностей человека распознавать эмоции, понимать намерения, мотивацию и желания других людей и свои собственные, а также как способность управлять своими эмоциями и эмоциями других людей в целях решения практических задач. Наибольшей популярностью пользуются модели эмоционального интеллекта Майера-Саловея-Карузо (модель способностей) и смешанная модель Дэниэла Гоулмана.

Некоторые крупные компании (Starbucks, Apple, Yahoo, Google) устраивают для сотрудников майндфулнесс-тренинги, чтобы снизить уровень стресса с помощью техник осознанности и повысить эффективность взаимодействия в командах. В частности, по заказу компании Google в 2007 году был разработан внутренний курс для коллег-сотрудников под названием «Search Inside Yourself», который оказался настолько успешным и имеющим высокий спрос со стороны внешних организаций, что разработчики курса основали в 2012 году некоммерческую организацию Search Inside Yourself Leadership Institute и сделали его международным образовательным проектом.

На основании этих методов были созданы компьютерные игры с механизмом биологической обратной связи, позволяющие осваивать медитационные практики самостоятельно (например, видеоигра «Journey to Wild Divine»), а также тренажеры внимания (программа «Play Attention» для детей с синдромом дефицита внимания) и программы когнитивной тренировки (Lumosity). Кроме того, на знании этих методов и алгоритмов разработаны разные приложения и программные продукты, в частности, приложение Sleepio компании Big Health и программный продукт компании Calm с тем же названием предлагают инструменты медитации и коучинга для улучшения сна.

Примерами применения практики осознанной медитации в патентных документах могут быть US11224717 «Майндфулнесс, как способ психотерапевтического выявления и смягчения определенных симптомов, связанных со стрессом, основанный на виртуальной реальности», принадлежащий компании Cigna (2016 год; technical impact = 5,0; 2,13 fwd cit./year), CN112905015 «Метод обучения медитации, основанный на мозг-компьютерном интерфейсе», принадлежащий South China Brain Control (Guangdong) Intelligent Technology (2021 год; technical impact = 5,6; 3,33 fwd cit./year), US20220347124 «Способ лечения расстройств, связанных с употреблением психоактивных веществ (с использованием когнитивно-поведенческой терапии и кетамин-терапии)», принадлежащий компании Perception Neuroscience (2019 год; technical impact = 6,0; 3,00 fwd cit./year). Также можно упомянуть патент RU2597406 «Способ психокоррекции избыточного веса и ожирения» (сочетание когнитивно-поведенческой и трансперсональной терапии для формирования модели нового пищевого поведения), принадлежащий компании ЗАО «ММПО Доктор Борменталь» (2014 год; technical impact = 0,00; 0,00 fwd cit./year). Или патент RU2786806 «Способ восстановления физического и психоэмоционального состояния пациентов после перенесенной коронавирусной инфекции», принадлежащий ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России (2022 год; technical impact = 3,3; 0,50 fwd cit./year).

Также следует упомянуть такие технические решения прикладной лингвистики, тесно связанные с психологией, когнитивной психологией и образованием, как «усвоение второго языка» (second-language acquisition). Например, патент US8758018 «Ускорение изучения второго языка на основе компьютерной системы, использующей измерения реакции мозга

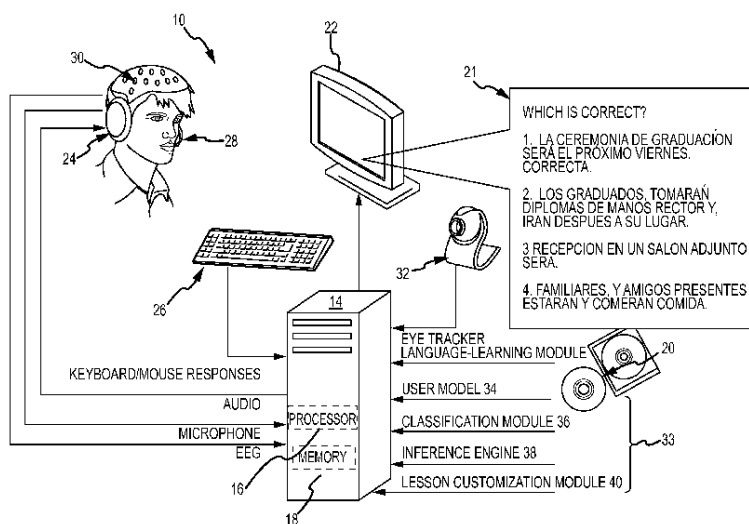


Рисунок 25 – Схема системы ускоренного изучения языка с помощью ЭЭГ (US8758018)

учащегося с помощью ЭЭГ на представление учебных материалов», принадлежащий компании Teledyne Scientific and Imaging (2009 год; technical impact = 5,6; 2,93 fwd cit./year) (рисунок 25) или патент US10147336 «Способы компьютерного изучения языка, при котором осуществляется генерация тестовых заданий с множественными вариантами ответов (включая правдоподобные, но неправильные ответы) и психометрический анализ этих отвлекающих факторов», принадлежащий компании VOXY (2014 год; technical impact = 7,5; 12,00 fwd cit./year). На примере говорящих на двух языках людей доказано, что вынужденное постоянно адаптироваться к изменяющейся ситуации человеческое сознание позволяет билингвам лучше игнорировать отвлекающие факторы и отсеивать ненужную информацию, а также проще переключаться между задачами и управлять своим вниманием.

Также, можно отметить методику из области когнитивной психологии и психолингвистики, применяемую для изучения неосознаваемых автоматических процессов распознавания зрительно предъявленных стимулов, например, принадлежащий компании Нейротренд

патент RU2779383 «Способ тестирования эффективности рекламных материалов (основанный на эффекте имплицитной памяти)», или патент RU2723732 «Способ анализа эмоционального восприятия аудиовизуального контента у группы пользователей».

Техническая сущность изобретений настоящего сектора, также как в секторе «Биологическая обратная связь и нейрообратная связь» представлена функционально-ориентированной природой технических объектов, которыми здесь являются способы, методы и техники коучинга, майндфулнесса, психолингвистики и использование психологических методов для контроля и изменения поведения человека, особенно в практических целях. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу А61М-021 «Способы и устройства, вызывающие изменения в состоянии сознания, включая гипноз» и G09В-019 «Средства обучения (в частности, обучение иностранным языкам)».

6 Системы реального времени, чат-боты, многопользовательские компьютерные игры

Картированный сектор «Системы реального времени, чат-боты, многопользовательские компьютерные игры» (real-time operating systems, real-time computing, chatbot, multiplayer video game) представляет собой программно-аппаратные комплексы, обеспечивающие функционирование систем реального времени, где большое количество событий, в основном внешних по отношению к компьютерной системе, должно быть принято и обработано за определенный конечный период времени, чтобы поддерживать постоянное и своевременное взаимодействие с контролируемой средой. Системы реального времени широко применяются в промышленности (SCADA-системы¹⁹, робототехника), медицине (томография, прикроватное мониторирование, кардиостимуляторы), на транспорте (в бортовых компьютерах пилотируемых и беспилотных аппаратов, системах управления движением); они встроены в периферийные устройства компьютеров, телекоммуникационное оборудование, бытовую технику (системы для видеоконференций и интернет-телефонии, мобильные телефоны, смарт-телевизоры, цифровые камеры, системы безопасности и др.). Частными случаями таких систем, работающих в режиме реального времени, являются интерактивные многопользовательские компьютерные игры и чат-боты (программируемые модули в виде виртуальных помощников, ведущих с пользователями диалоги в автоматическом режиме, построенных или на заранее заданных алгоритмах, или на искусственном интеллекте, способном самостоятельно генерировать тексты)²⁰.

¹⁹ SCADA, Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных. С точки зрения программно-аппаратного комплекса термин SCADA более характерен для телеметрии.

²⁰ Принято разделять понятия «чат-бота» и улучшающего его «когнитивного сервиса», несмотря на то что в основе обоих понятий лежит принцип общения, а в сценариях использования каждого из них есть диалоги. Чат-боты – это приложения для работы с запросами (оперируют ключевыми словами и триггерами), а когнитивные сервисы (например, IBM Watson) – это инструменты умного анализа запросов, которые запускаются отдельно, но к которым может обращаться чат-бот, становясь «интеллектуальным» (это продукт AI-технологий: машинное обучение, машинное зрение, обработка и распознавание речи и др.).

Большинство терапевтических чат-ботов работают на базе когнитивно-поведенческой психотерапии и направлены на профилактику депрессивных состояний у взрослых. Разработка чат-ботов непосредственно связана с психологией, так как была направлена на создание компьютерной программы, имитирующей человеческое общение. Первым таким виртуальным собеседником, эмитирующим диалог с психотерапевтом, реализовав технику активного слушания, была написанная в 1966 году программа ELIZA; далее, созданная по подобию первой программы, в 1995 году началась разработка чат-бота с открытым исходным кодом ALISEbot (в настоящее время Program D), которая использует технику эвристического сопоставления фразы пользователя с образцами в базе знаний. В 2001 году на базе мессенджеров America Online и Microsoft появился чат-бот SmarterChild, в котором человеко-компьютерное взаимодействие вышло на новый уровень, обеспечив доступ к информационным системам посредством обсуждения с чат-ботом. Далее появились анимированные виртуальные агенты и персональные голосовые помощники (Apple Siri, IBM Watson, Google Assistant, Microsoft Cortana, Amazon Alexa и др.). Проникновению AI-технологий в здравоохранение способствовала пандемия COVID-19, обеспечив быстрый переход к телемедицине и онлайн-медицине, включая и использование чат-ботов. Большинство психотерапевтических чат-ботов построены на распознавании эмоций (типичной задаче для машинного обучения), используя фиксированные алгоритмы, сопоставляя паттерны ответов с заданными образцами [17–19].

В части применения AI-технологий в области психологии уместно упомянуть: телемедицинского робота RP-VITA от компаний iRobot и InTouch Health для дистанционной консультации пациента с врачами; недоступное ныне приложение Woebot и его аналоги Youper, Replika, Tess, Wysa, Joy – персональные психотерапевтические ассистенты, помогающие справиться с эмоциональными проблемами и стрессом; AVATAR-терапию (обеспечивает пациента психологическими средствами восстановления произвольности психической деятельности, контролируемого овладения процессом через его объективацию, трансформацию враждебности «голоса» и управление негативными переживаниями с последующим постепенным сворачиванием процесса во внутренний план); социально-вспомогательных интеллектуальных роботов «напарников» для одиноких людей (Alibo, ElliQ, NEC Social Robot, OriHime, OMOY, Roxxy) и программируемых человекоподобных роботов для терапии расстройств аутистического спектра (Kaspar) и образовательных целей (Nao, AV1, Elias, Pepper). Редакция сервиса психологической помощи Psy-chat.ru опубликовала материал с «Лучшими ботами для психологической помощи на основе нейросетей» [20]: Дневничок, Monday4me, Ася, Лея, Сабина, Псайко, Слипи, Буду рядом, Психологический бот, Кружок поддержки, Лулу, Mental Help Bot, Без паники, Трудно подросткам, Эпикур, Спокойный бот. Также, можно упомянуть коммуникационную систему НейроЧат, создающую возможность сетевого общения людей, не имеющих сегодня возможности говорить и двигаться.



Рисунок 26 – Иллюстрация, созданная нейросетью Midjourney по текстовому описанию названия публикации «Разум и машины: Раскрытие психологических эффектов общения с чат-ботами с искусственным интеллектом» [16]

Примером классического виртуального ассистента (cognitive virtual assistant, intelligent cognitive assistant) может быть патент US9349100 «Метод предоставления подсказки для когнитивной помощи в реальном времени», принадлежащий компании IBM (2012 год; technical impact = 5,9; 3,75 fwd cit./year).

Также можно упомянуть патент US20200401222 «Оценка когнитивной работоспособности геймеров на основе физиологических данных от датчиков с носимых устройств (в т.ч. игровой гарнитуры) и автоматическое уведомление пользователя о выявленной когнитивной усталости и снижении результативности», принадлежащий компании MaddCog (2020 год; technical impact = 5,4; 3,25 fwd cit./year).

Еще патент US10068490 «Система и метод для улучшения обучения студентов путем мониторинга их когнитивного состояния, в режиме реального времени во время учебного сеанса», принадлежащий компании Quantum Applied Science and Research (2014 год; technical impact = 6,4; 6,00 fwd cit./year). Алгоритм когнитивной оценки определяет когнитивное состояние учащегося, используя физиологические данные, а алгоритм учебных действий изменяет представление учебного материала в соответствии с когнитивным состоянием учащегося.

Патент US9560156 «Рекомендательная система формирования профиля пользователя сайта знакомств и подбор посредством AI-технологий наиболее оптимального партнера по фотографии и основным характеристикам личности», принадлежащий компании Match Group, владеющей и управляющей крупнейшим глобальным портфелем популярных онлайн-сервисов знакомств, включая Tinder, Match.com, Meetic, OkCupid, Hinge, Plenty of Fish, OurTime и др. (2013 год; technical impact = 2,7; 0,64 fwd cit./year). Похожие наработки по изучению корреляции между изображениями лиц и пятью основными характеристиками личности (невротизмом, экстраверсией, открытостью, доброжелательностью и добросовестностью), используются на платформе SciMatch, обещающей пользователям найти идеальную пару.

Также уместно упомянуть компьютерную видеоигру с механизмом биологической обратной связи (собирает данные о стрессе по проводимости кожи и variability сердечного ритма), позволяющую осваивать медитационные практики самостоятельно, - «Journey to Wild Divine» (рисунок 27), способствующую управлению стрессом и общему оздоровлению с помощью дыхательных упражнений, медитации и упражнений на расслабление. Данная игра упоминается в ряде патентных документов, в качестве прошлого уровня техники, US8684924 «Устройство определения уровня стресса и

предоставление обратной связи на его основе» компании Koninklijke Philips (2006 год; technical impact = 6,6; 3,89 fwd cit./year), US20130184517 «Система и способ измерения и контроля стресса» (2012 год; technical impact = 4,1; 1,17 fwd cit./year), US20170251987 «Система измерения стресса и управления им» (2016 год; technical impact = 2,3; 0,38 fwd



Рисунок 27 – Journey to Wild Divine — это игровая система с биологической обратной связью, способствующая управлению стрессом и общему оздоровлению с помощью дыхательных упражнений, медитации и релаксации

cit./year) и др. К похожим программным продуктам можно отнести «emWave» от HeartMath, «Heart Tracker» от Biocom Technologies и «Stress Doctor» от Azumio.

Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу G06F «Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств» (в том числе, обработка данных на естественном языке), дополненному индексами H04L «Передача цифровой информации» (в частности, обмен сообщениями пользователями), H04N-021 «Распределение выбранного контента, например интерактивное телевидение или видео по запросу (VOD, Video on Demand)» и A63F-013 «Видеоигры, т.е. игры, использующие электронно-создаваемое визуальное двухмерное или более представление».

7 Телемониторинг и системы удаленного мониторинга здоровья

Картированный сектор «Телемониторинг и системы удаленного мониторинга здоровья» (telehealth²¹, telenursing / nursing informatics²², biotelemetry, eHealth, mobile health, remote patient monitoring / RPM) представляет собой совокупность способов дистанционного контроля и оценки важных показателей здоровья пациента (обмен медицинской информацией), посредством использования компьютерных и телекоммуникационных технологий. Также сюда относятся синергетические системы программно-аппаратной конфигурации, использующие «домашнее» маломощное мобильное медицинское диагностическое устройство (в частности, носимая электроника) со встроенными медицинскими датчиками для обеспечения эффективной телемедицины с удаленным врачом (рисунок 28). Решения для удаленного мониторинга пациентов позволяют поставщикам услуг отслеживать, сообщать и анализировать физические симптомы, острые или хронические состояния, или реабилитацию после госпитализации своего пациента за пределами больницы или клиники.

Как правило, в основе этих способов лежат датчики измеряющие физиологические параметры (устройства с поддержкой IoT, носимая электроника), модули локального хранения данных, модули централизованного хранения данных, диагностическое прикладное программное обеспечение. Удаленный мониторинг бывает синхронным,

т.е. в режиме реального времени, или асинхронным (показания передаются врачу через электронную почту, чат, телефон и т. д.). Для записи таких показателей здоровья пациентам могут выдаваться портативные измерительные устройства или приложения, в которые они сами вносят измеренные значения. Собранная медицинская информация передается (в т.ч. в режиме реального времени) в центр телемедицины, больницу или врачебную практику (в т.ч. для автоматической обработки данных и адаптации лечения к индивидуальному состоянию здоровья пациента). Пример, иллюстрирующий как это происходит представлен на рисунке 29.

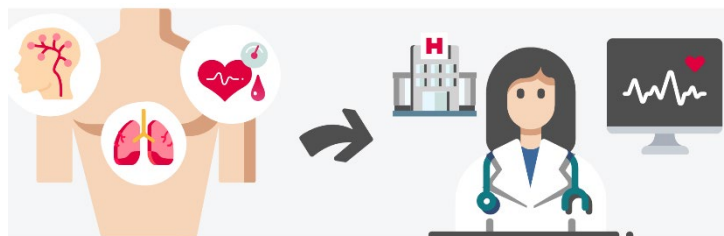


Рисунок 28 - Телемедицина как современный инструмент здравоохранения, обеспечивающий дистанционное взаимодействие между пациентами и врачами с использованием информационно-коммуникационных технологий.

²¹ Телемедицина – это предоставление услуг здравоохранения в условиях, когда расстояние является критическим фактором, работниками здравоохранения, использующими информационно-коммуникационные технологии для обмена необходимой информацией в целях диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения исследований и оценок.

²² Информатика в сестринском деле – это специальность, которая объединяет сестринское дело с информационными науками и аналитическими процессами для выявления, определения, управления и передачи данных, информации, знаний и мудрости в сестринской практике. Позволяет проводить анализ медикостатистической информации и интерпретировать результаты состояния здоровья пациента.



Рисунок 29 – Устройства с поддержкой IoT для решения для удаленного мониторинга пациентов, которые позволяют поставщикам услуг отслеживать, сообщать и анализировать острое или хроническое состояние здоровья своего пациента за пределами больницы или клиники

Программное обеспечение для удаленного мониторинга пациентов – это один из способов снизить нагрузку на системы здравоохранения и улучшить результаты лечения. На этом быстрорастущем рынке (с темпом прироста CAGR 32,8% в период 2022-2030 годы) есть ряд зарекомендовавших себя крупных компаний со своими продуктовыми решениями: Medtronic CareLink – программное обеспечение для удаленного мониторинга пациентов с имплантированными кардиологическими устройствами; Patient Connect Complete от компании Health Recovery Solutions – программное обеспечение для удаленного мониторинга пациентов с биометрическими устройствами мониторинга (манжета для измерения артериального давления, пульсоксиметр и др.); eCareCoordinator Clinical от компании Philips Healthcare – это информационная панель для врачей и сопутствующее приложение для пациентов, позволяющие вести наблюдение на дому за пациентами с сердечной недостаточностью, ХОБЛ (хронической обструктивной болезнью легких) и сахарным диабетом; Masimo SafetyNet от компании Massimo – это одно из немногих решений для удаленного мониторинга пациентов с COVID-19 (использует носимые датчики пульсоксиметрии, частоты пульса и дыхания); Dexcom G6 – это система непрерывного мониторинга уровня глюкозы, состоящая из датчика, передатчика и устройства отображения; CareVive – компания, занимающихся удаленным мониторингом онкологических больных.

Исследования показали, что технологии дистанционного мониторинга здоровья помогают увеличить продолжительность жизни онкологических больных на 20% (за счет проведения ранних вмешательств, назначении лекарств, модификации химиотерапии и т.д.), снизить выраженность боли и справиться с депрессией, сократить количество посещений онкологических отделений неотложной помощи или сократить продолжительность химиотерапевтического лечения. Такие технологии помогают опекунам наблюдать за пожилыми людьми, пациентами с сердечной недостаточностью и пациентами с деменцией, подверженных риску падения и пространственной дезориентации; помогают в течение первых шести месяцев наблюдать за пациентками, обратившимися за экстракорпоральным оплодотворением (ЭКО), за соблюдением реабилитационного режима послеоперационных пациентов; помогают при лечении

диабета, посттравматических стрессовых расстройствах и паллиативной помощи и пр.

В данном секторе также представлены носимые диагностические устройства. Например, прикроватные приборы Withings Aura и Sleepscore Labs's SleepScore Max. Первый из них включает в себя датчик, который размещается под матрасом и постоянно отслеживает частоту биения сердца пользователя, его дыхание и движения во время сна, а также осуществляет мониторинг посторонних шумов, освещения и температуры в спальне (вся записанная информация может быть передана специалисту–сомнологу). Собранные данные о качестве сна могут анализироваться и машинным способом, используя базы данных контроля сна от компании ResMed. Также, можно упомянуть сенсоры отслеживания движения тела спящего человека, размещаемые под матрасом, например, Beddit от компании Apple, Sleeptracker от компании Fullpower, Juvo и Withings Sleep от одноименных компаний, а также умные матрасы, использующие биометрические датчики, например, SleepIQ и Eight. Мониторингом пространства сна также занимаются и производители кроватей, например, система 360 Smart Bed от компании Sleep Number (см. рисунок 30) и работающее совместно с ним программное обеспечение на базе алгоритмов машинного обучения автоматически подстраивает матрас, если человек храпит или ворочается.

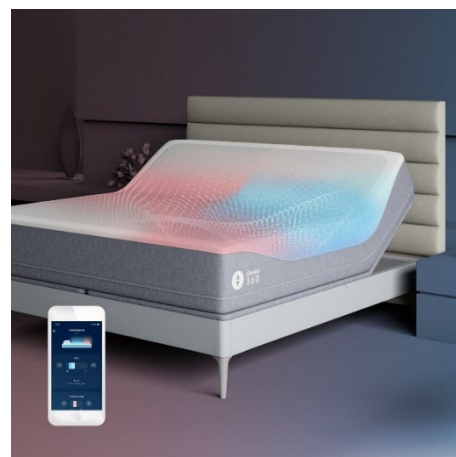


Рисунок 30 – Sleep Number Climate360® умная кровать

Примером системы цифрового электронного определения, сбора и последующей беспроводной отправки врачу клинических параметров тела для медицинского применения может быть патентный документ WO2024165947 «Дистанционный мониторинг физиологических параметров пациента посредством использования гибкого, эластичного и оснащенного микропроцессорной платой и датчиками адгезивного устройства», принадлежащий компании Advanced Electronic Biosystem (2024 год; technical impact = 0,0; 0,00 fwd cit./year), см. рисунок 31.



Рисунок 31– Устройство для дистанционного мониторинга физиологических параметров пациента компании Advanced Electronic Biosystem

В качестве примера телемедицинской технологии, которая позволяет пациентам и клиницистам проводить терапию на дому, измерять и регистрировать прогресс пациента и предоставлять результаты в режиме реального времени, можно привести патент US11071597 «Телемедицина для ортопедического лечения, включая интеллектуальное реабилитационное устройство для ортопедической поддержки пациентов после травм или хирургических вмешательств», принадлежащий компании ROM Technologies (2020 год; technical impact = 8,7; 13,75 fwd cit./year), см. рисунок 32.

Технические объекты собранных здесь изобретений представляют собой «способы» сбора и передачи медицинской информации, программные «продукты» по обработке собранной информации и «устройства» для передачи информации и носимые диагностические устройства домашнего пользования, посредством которых осуществляются измерения и реабилитация. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу G16H «Информационные и коммуникационные технологии, специально предназначенные для манипулирования медицинскими данными или обработки медицинских данных», дополненному индексами A61B-005 «Измерения для диагностических целей» и H04L «Передача цифровой информации».



Рисунок 32 – Реабилитационное устройство для ортопедической поддержки пациентов после травм или хирургических вмешательств», принадлежащий компании ROM Technologies

8 Психофизиология эмоций

Картированный сектор «Психофизиология эмоций» (facial feedback, facial nerve, facial muscles, facial expressions, emotions, social cognition) представляет собой совокупность способов понимания и анализа эмоций через их психофизиологические проявления и экспрессию, а также способов вызова и регуляции эмоций (подавление и когнитивная переоценка) - на основе имеющихся знаний о видах эмоций, физиологических основах эмоциональных состояний и вегетативных маркерах валентности эмоций, психологических теорий эмоций (органическая теория эмоций Джемса-Ланге, ее современный вариант «гипотеза мимической обратной связи»²³, двухфакторная теория эмоций, потребностно-информационная теория эмоций и др.). Важным для данного сектора является понимание поведения человека как проявление чувств, экспрессия²⁴ которых хорошо передается богатством человеческой мимики (а также характером разнообразных жестов человека, его походкой, направлением взгляда, изменением темпа речи и движений), и может считываться окружающими людьми, что способствует социализации личности. Сюда же отнесены устройства для психотехники и психодиагностики, измеряющие индивидуально-психологические особенности личности (эмоциональную устойчивость, темперамент,

²³ «Лицо человека выражает эмоции, как по отношению к другим, так и к самому себе, посредством обратной связи...» (двунаправленная нервная связь) - автоматические изменения лицевых мышц, спровоцированные реакцией на определенный раздражитель, приводят к осознанию этих изменений и к возникновению эмоциональной реакции, как следствие связи между мимическими мышцами и мозгом. В 1978 году была разработана система кодирования лицевых движений (facial action coding systems, FACS), позволяющая классифицировать выражения лица человека.

²⁴ Овладение экспрессией подразумевает, во-первых, появление и развитие восприимчивости к различным формам и оттенкам экспрессии чувств, умение тонко их опознавать, а во-вторых, заключается в умении человека пользоваться оттенками выражения чувств для того, чтобы убедительно и точно передавать свои переживания, свое эмоциональное отношение к тем или иным людям, к событиям социальной жизни и т. д.

конфликтность и пр.). Из существующих трех методов сбора и анализа мимических выражений (непосредственное наблюдение и ручное кодирование активности лица; отслеживание электромиографической активности лица; автоматический анализ мимики с использованием алгоритмов компьютерного зрения) в данном секторе рассматривается только первый из них, причем, как совокупность знаний, как система для классификации выражений лица (например, система кодирования лицевых движений, разработанная в 1978 году Полом Экманом и Уоллесом Фризенем). Другие два метода учитываются в двух самостоятельных картированных секторах.

Под эмоцией, в общем виде, понимают любые относительно кратковременные осознанные переживания, характеризующиеся интенсивной умственной деятельностью и высокой степенью удовольствия или неудовольствия (субъективное оценочное отношение к существующим или возможным ситуациям и объективному миру). В научных исследованиях однозначное определение эмоций отсутствует, но, безусловно, прослеживаются концептуальные совпадения между психологическими и нейробиологическими основами эмоций, настроений и чувств (в совокупности, аффект) – эмоции тесно связаны с физиологическим и психологическим возбуждением. С точки зрения нейробиологии, эмоции можно определить как сложные программы действий, запускаемые при наличии определенных внешних или внутренних стимулов.

Деятельность лицевых мышц очень специфична для выражения эмоций – она позволяет делиться социальной информацией с другими людьми и общаться как вербально, так и невербально. Почти все мышцы лица приводятся в действие одним-единственным нервом (лицевым нервом), рисунок 33. Исключение составляет верхнее веко, которое иннервируется глазодвигательным нервом, отвечающим за большую часть движений глаз, сокращение зрачка и поднятие века. Нервная связь является двунаправленной и означает, что нерв запускает мышечные сокращения на основе сигналов мозга (от мозга к мышце) и в то же время передает информацию о текущем состоянии мышц обратно в мозг (от мышцы к мозгу).

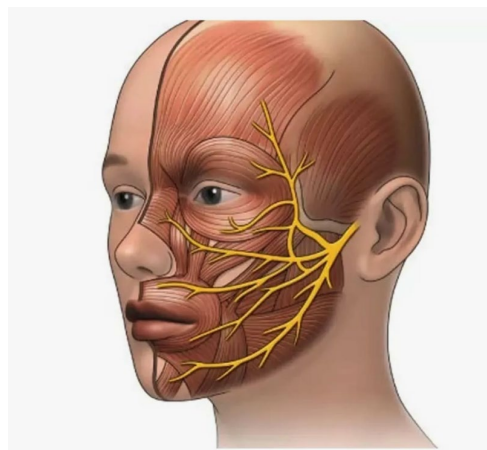


Рисунок 33– Лицевой нерв

Примером идентификации эмоциональных состояний человека на основе физиологических реакций (а не на основе самоотчета с описанием своих собственных эмоциональных состояний на предложенные раздражители, например, на просмотр фильма) может быть патентный документ US9833184 «Идентификация эмоциональных состояний с помощью физиологических реакций», принадлежащий компании Adidas (2007 год; technical impact = 7,5; 7,24 fwd cit./year).

В качестве примера простого биомаркера функционирования нервной системы, использующего в психологических исследованиях, в частности, базу данных Международной системы эмоциональных изображений (International Affective Picture System), можно привести патент US10779747 «Система для оценки здоровья мозга, использующая наборы стимульных изображений



динамических и статических экспрессий», принадлежащий компании Serora (2014 год; technical impact = 7,0; 8,10 fwd cit./year). Отсутствие у пациента нормального отклика на причудливые образы позволяет выявить психоэмоциональные нарушения.

Также можно упомянуть патент US8979545 «Способ количественной оценки социализированности личности, в том числе путем распознавания сложных психических состояний по лицам (face-test)», принадлежащий компаниям Cognivue и Central Assessment Systems (2009 год; technical impact = 6,1; 3,40 fwd cit./year).

Технические объекты собранных здесь изобретений представляют собой «способы» изучения эмоционального состояния, регуляции эмоций и «устройств» для вызова и оценки эмоциональных откликов (психофизиологические и качественные методы). Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу A61B-005 «Измерения для диагностических целей», существенно дополненному индексами G09B «Средства обучения; дисплеи; моделирующие устройства (в виде учебных или тренировочных устройств, если они вызывают в обучающихся ощущения, идентичные ощущениям, возникающим при обращении с реальными устройствами)²⁵» и A61M-021 «Способы и устройства, вызывающие изменения в состоянии сознания, включая гипноз».

9 Метод автоматического распознавания выражений лица с помощью камеры и алгоритмов компьютерного зрения

Картированный сектор «Метод автоматического распознавания выражений лица с помощью камеры и алгоритмов компьютерного зрения» (computer vision, biometrics, scene understanding, emotion AI) представляет собой совокупность методов сбора и анализа мимических выражений, связанных с таким функциональным сервисом искусственного интеллекта, как компьютерное зрение, позволяющим компьютерным системам извлекать значимую информацию из цифровых изображений и видеопотоков, включая распознавание изображений (обнаружение и классификацию объектов). Учитывая, что эмоциональный контекст коммуникаций между людьми может менять интерпретацию фактов и аргументов, то для автоматизации и оптимизации задач, связанных с общением, нужен особый, эмоциональный искусственный интеллект, умеющий распознавать позитивные и негативные реакции человека, в частности, анализировать мимику и язык тела, тональность голоса и даже выбор слов. В машинном обучении компьютерное зрение реализуется, в значительной степени, за счет методов/алгоритмов глубокого обучения (deep learning) и в частности, за счет свёрточных нейронных сетей. Машинный классификатор эмоций обычно строят не по отдельным изображениям (т.к. мгновенные снимки не совсем точно отражают истинные эмоции, которые испытывает человек в данной ситуации), а по анализу последовательности кадров²⁶, см. рисунок 34.

²⁵ Значимость таких моделирующих устройств заключается в способности вызывать эмоции словами, образами и мыслями – это, так называемая, вторая сигнальная система, в которой сигналом для реакции организма служат слова, с помощью которых люди описывают свое восприятие окружающего мира через органы чувств (ощущения цвета, запаха, звука, вкуса, тактильные ощущения, зрительные образы – первая сигнальная система). Например, прочитанный рассказ продуцирует соответствующее эмоциональное состояние.

²⁶ Приведенный на текущей странице рисунок заимствован из публикации Behzad Hassani, Mohammad H. Mahoor «Facial Expression Recognition Using Enhanced Deep 3D Convolutional Neural Networks», <https://ieeexplore.ieee.org/document/8015016>

Распознавание эмоций человека искусственным интеллектом находит применение в таких областях как: распознавание состояния водителя, маркетинговые исследования, системы видеоаналитики для умных городов, человеко-машинное взаимодействие, мониторинг учащихся, проходящих online-курсы, носимые устройства и др. Первые конструкции с камерой, отслеживающей эмоции покупателей, были

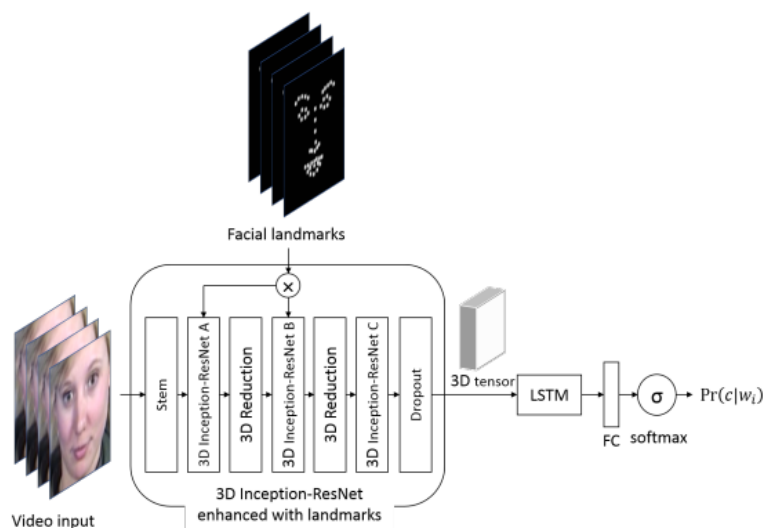


Рисунок 34 – Метод распознавания эмоций [21]

предложены компаниями Cloverleaf и Affectiva и опробованы в сетях розничной торговли Walmart (обеспечив рост продаж целевых брендов на 10-40% и вовлеченность покупателей в 3-5 раз). В финансовом секторе также используется анализ с камер видеонаблюдения для определения удовлетворенности посетителей. Системы распознавания эмоций используются для оценки реакции аудитории на фильм (эксперимент компании Disney), на видеохостинг (эксперименты компаний YouTube, Neurobotics), они также используются для создания интерактивных интерфейсов, в частности, игр следующего поколения, где сюжет может меняться в зависимости от эмоций игрока (компания Affectiva участвовала в создании игры в жанре психологического триллера Nevermind). Также системы распознавания эмоций применяются в образовании и помогает изучать настроение и внимание учеников во время занятий (например, решения от компании Ivideon), в HR-службе при оценке кандидатов (например, компания HireVue), в медицине (например, разработка компаний Affectiva и Brain Power – очки с AI, которые помогают людям с аутизмом распознавать чужие эмоции и набирать социальные навыки), см. пример на рисунке 35.

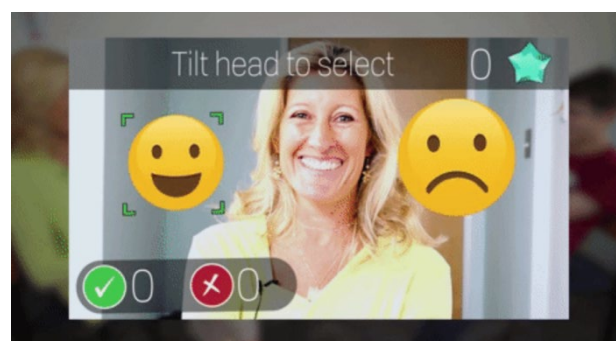


Рисунок 35– Пример изображения на экране смарт-очков. Пользователю (аутисту) для подтверждения смайлика «счастливый», отражающее состояние партнера, предлагается кивнуть головой. Пользователь получает обратную связь, и, кроме того, партнер получает возможность давать пользователю специальные подсказки и мини-упражнения для повышения

В качестве примера можно упомянуть патент создателя новой технологической категории «эмоциональный AI», компании Affectiva (приобретенной в 2021 году компанией SmartEye), US10628741 «Мультимодальное машинное обучение для измерения эмоций, в основе которого лежит система кодирования лицевых движений (facial action coding systems, FACS)» (2018 год; technical impact = 8,0; 13,33 fwd cit./year). Другим основоположником указанной технологии, внедрившим ее в розничной торговле (электронные ценники с рекламой под названием shelfPoint, которые собирают данные об эмоциях покупателей), является компания Cloverleaf. Примером ее патентного документа может быть US20230186202 «Системы и методы для обработки поведенческих оценок персонала» (2018 год; technical impact = 4,8; 2,17 fwd cit./year). Аналогичные функции по распознаванию эмоций покупателей могут выполнять и сервисные роботы, например, российский сервисный робот Promobot, использующий нейросетевые технологии от Neurodata Lab.

Примером создания игровых персонажей с изменяемой моделью поведения может быть патент US12039651 «Виртуальные персонажи с изменяемым поведением, способные на основе искусственного интеллекта в режиме реального времени реагировать на эмоции и действия пользователя или изменяющиеся условия окружающей среды (с применением их в играх, метавселенных, социальных сетях, мессенджерах, средствах видеосвязи и онлайн-тренингах)», принадлежащий компании



TheAI (2023 год; technical impact = 1,2; 1,00 fwd cit./year). Платформа Inworld AI позволяет разработчикам создавать реалистичных персонажей с искусственным интеллектом для игр и иммерсивных впечатлений, за счет заложенных в нее моделей машинного обучения и искусственного интеллекта, которые имитируют человеческие жесты, речь и эмоции.

Технические объекты собранных здесь изобретений представляют собой «способы» или «устройства» для распознавания образов (базовых эмоций человека, выражаемых при помощи мимических средств) или машинного обучения, специально адаптированные для изображений или видео. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексу A61B-005 «Измерения для диагностических целей», существенно дополненному индексами G06F-003 «Вводные устройства²⁷ или комбинированные вводные и выводные устройства для взаимодействия пользователя с компьютером», G06K «Считывание графических данных» и G06V «Распознавание или понимание изображений или видео».

10. Электроэнцефалография и мозг-компьютерные интерфейсы (ЭЭГ-НКИ)

Картированный сектор «ЭЭГ-НКИ» (electroencephalogram signal, brain-computer interface, motor imagery) представляет собой комбинацию ЭЭГ и НКИ, позволяющей создавать системы, которые могут не только считывать мозговую активность (ЭЭГ), но и интерпретировать эти данные для управления различными устройствами (НКИ).

²⁷ Вводные устройства для передачи данных, подлежащих преобразованию в форму, пригодную для обработки в вычислительной машине; выводные устройства для передачи данных из устройств обработки в устройства вывода, например интерфейсы.

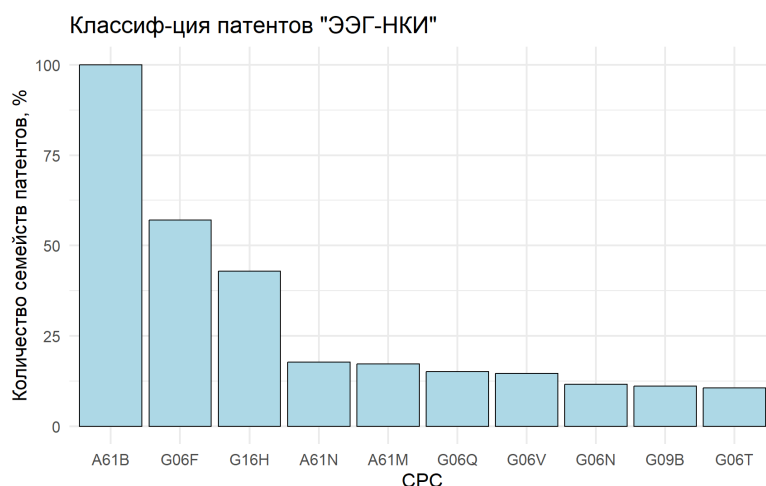


Рисунок 36– Распределение патентов по классам патентного классификатора сектора «ЭЭГ-НКИ»

При анализе построенной диаграммы распределения патентных документов по патентным классам (см. рисунок 36) установлено следующее:

A61B. Класс охватывает диагностические и терапевтические инструменты, что включает использование ЭЭГ для диагностики неврологических заболеваний и мониторинга состояния пациентов. ЭЭГ может быть частью систем, помогающих в реабилитации и терапии.

G06F. Класс обработки цифровых данных может включать технологии, которые анализируют данные ЭЭГ для создания интерфейсов или приложений, которые реагируют на мозговую активность. Это может касаться НКИ.

G16H. Искусственный интеллект в этом классе может использовать данные ЭЭГ для обучения моделей, которые могут интерпретировать нейронные сигналы и адаптировать взаимодействие с пользователем в реальном времени.

A61N. Класс включает электрическую терапию, где ЭЭГ может быть использована для мониторинга эффективности лечения с помощью электрических импульсов или магнитных полей.

A61M. Хотя этот класс в основном касается введения жидкостей, он также может включать системы, которые используют ЭЭГ для управления устройствами, связанными с медицинскими процедурами.

G06Q. Данные ЭЭГ могут быть использованы для анализа пользовательского поведения и принятия решений в бизнесе и финансах, особенно в контексте нейромаркетинга.

G06V. Обработка изображений может использоваться в сочетании с ЭЭГ для создания визуальных интерфейсов, которые реагируют на мозговую активность пользователя.

G06N. Класс непосредственно связан с нейросетями и вычислительными моделями, которые могут использовать данные ЭЭГ для обучения и адаптации систем взаимодействия.

G09B. Образовательные технологии могут интегрировать ЭЭГ для создания адаптивных обучающих систем, которые реагируют на внимание и эмоциональное состояние учащихся.

G06T. Класс обработки изображений может использоваться для разработки интерфейсов, основанных на визуальных данных и мозговой активности, что позволяет создавать более интуитивные системы взаимодействия.

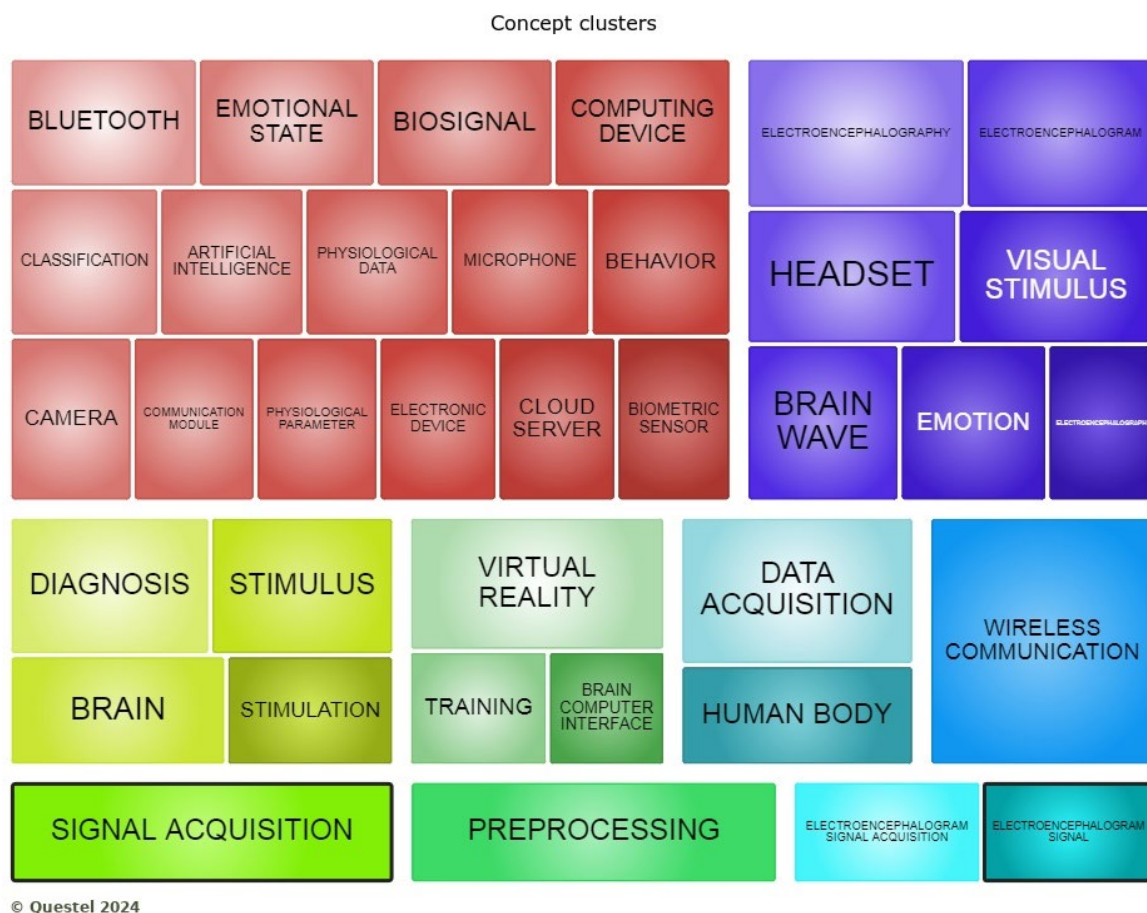


Рисунок 37– Графическое отображение концептов ключевых технологий для сектора «ЭЭГ-НКИ»

Концепты ключевых технологий для данного сектора «ЭЭГ-НКИ» (рисунок 37) сгруппированы в несколько групп, из которых релевантными можно считать БИОСИГНАЛ (красным цветом выделено), ЭЭГ (синим цветом), и остальные группы записи, обработки сигналов мозговой деятельности (зеленым цветом и его оттенки), а также VR и НКИ, Обучение (training).

Поскольку каждый выделенный концепт представляет семейства патентов, мы можем показать, как отдельные защищаемые технические решения, объединенные в концепты, охватывают всю технологию ЭЭГ-НКИ.

Человеческий мозг генерирует электрические импульсы, которые можно регистрировать с электродов, расположенных вне головы (зд. и далее: концепты - *signal acquisition*, *electroencephalogram signal acquisition*, *headset*). Считается, что эти сигналы генерируются самими нейронами, и можно наблюдать различные паттерны ритма мозговых волн (*brain wave*). Если клетки работают синхронно, обычно наблюдаются более высокие амплитуды (*brain wave*).

Было установлено, что различные модели мозговых волн, наблюдаемые у людей, можно классифицировать в зависимости от того, включает ли мозговая волна частотные компоненты в четырех определенных частотных диапазонах. Определения этих диапазонов были разработаны таким образом, чтобы они совпадали с четырьмя соответствующими грубо различными состояниями сознания (БИОСИГНАЛ. *emotional state*, ЭЭГ. *emotion*).

Бета-волны (от 13 до 26 герц). Человек обычно бодрствует, внимателен к внешним раздражителям, мыслит, активен, сосредоточен вне себя, занимается аналитическим решением проблем, испытывает опасения

или тревогу. Бета-волны преобладают, когда человек смотрит и слушает диктора или телевизионную программу.

Альфа (от 8 до 13 герц). Человек бодрствует, осознает себя, восприимчив, расслаблен, не обращает внимания на внешние раздражители и внутренне сосредоточен. У большинства людей альфа-волны возникают, когда они закрывают глаза, а их тело расслаблено, но альфа-волны могут возникать даже при открытых глазах. Это состояние ничегонеделания, размышления, которое часто наступает, когда человек закрывает глаза, слушая скучного оратора.

Тета (от 4 до 8 герц). Сонное или почти бессознательное состояние, в котором человек сосредоточен внутри себя и отстранен от поступающей информации. Тета-состояние часто возникает непосредственно перед и после сна и часто сопровождается гипнагогическими и похожими на сновидения образами.

Дельта (от 0,5 до 4 герц). Глубокий сон без сновидений.

Большинство доступных сегодня ЭЭГ устройств предназначены для обеспечения обратной связи, указывающей, находится ли испытуемый «в альфа-, бета-, тета- или дельта-состоянии». Однако человек может производить мозговые волны в более чем одном из частотных диапазонов одновременно, и разрабатываются устройства, которые обеспечивают одновременную обратную связь в отношении более чем одного диапазона (*signal data acquisition, electronic device*), см. рисунок 38..



Рисунок 38– Схема устройства для сбора биосигналов ЭЭГ / ЭМГ

Таким образом, ЭЭГ собирает электрические сигналы от мозга и преобразует их в цифровые сигналы, затем сигналы последовательно проходят предварительную обработку (*preprocessing*), извлекаются признаки и классифицируются по состояниям с помощью модуля обработки сигналов и, наконец, управляющие сигналы выводятся через контроллер для управления внешним устройством, т.е. для совершения им соответствующих действий, рисунок 39.

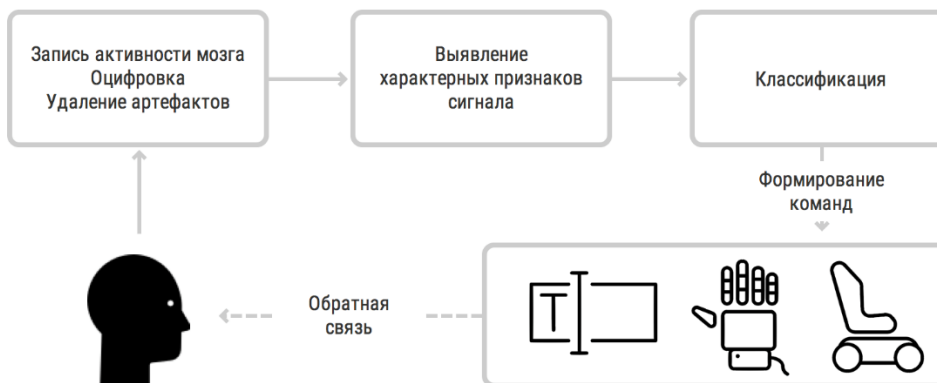


Рисунок 39 – Принцип работы системы ЭЭГ-НКИ

Рассмотрим принцип работы системы ЭЭГ-НКИ в управлении игрой в интерактивной среде, использующей биосигналы. Сигналы ЭЭГ, видеосигнал (*camera*) движения глаз, полученные от играющего субъекта (*signal acquisition*), обрабатываются для управления видеоигрой (*virtual reality, brain computer interface, training*). Устройство включает в себя множество датчиков, определяемым количеством электродов в контакте с головой человека для улавливания сигналов ЭЭГ (*data acquisition, human body*). Полученные сигналы ЭЭГ передаются на компьютер для анализа беспроводным путем (*wireless communication*). Сигналы ЭЭГ, которые отражают эмоции или душевное состояние субъекта, изменяют игровую среду в соответствии с ощущаемым состоянием субъекта (*ЭЭГ.visual stimulus, ЭЭГ.stimulus*).

Преимущественные характеристики, к которому стремятся разработчики устройств ЭЭГ определяются нижеперечисленными параметрами. Последние достигаются применениями оригинальных технических решений, которые либо уже запатентованы и доступны для обзора, либо находятся в режиме ноу-хау.

1) **Энергоэффективность.** Поскольку биосигналы являются слабыми электрическими сигналами и подвержены влиянию окружающей среды всегда предпочтительнее использовать питание от аккумулятора. Однако в связи с этим возникает проблема времени автономной работы, при которой необходимо тщательно учитывать энергоэффективность всего устройства.

2) **Высокая скорость передачи данных.** В случае мониторинга биосигналов в режиме реального времени, потоковая передача измеренных данных необходимы для непрерывного мониторинга и анализа. В то же время, хотя требования к частоте дискретизации варьируются в зависимости от типа биосигналов, она должна составлять не менее 200 выборок в секунду для каждого канала.

3) **Компактность.** Многоканальное измерение требует плотного размещения электродов для тщательного мониторинга или дисперсионного размещения электродов для измерения нескольких типов биосигналов (например, обоих типов ЭКГ и ЭМГ ног в кинезиологии²⁸). Однако в обоих случаях требуется централизованное устройство сбора данных компактного размера для оцифровки и передачи данных по всем каналам.

4) **Шум, артефакты.** Биосигналы это слабые аналоговые сигналы в диапазоне микровольт или милливольт, передаваемые с поверхности кожи. Они, как правило, подвержены влиянию помех от окружающей среды, таких как помехи на линии электропередачи, и, следовательно, шум на устройстве должен быть сведен к минимуму.

Отметим большие перспективы за ЭЭГ-НКИ в области исследования нейронаук. Это связано с тем, что исследования не требует проведения рискованных операций на мозге. Другими ключевыми преимуществами ЭЭГ для НКИ являются зрелость технологии, относительная простота использования и низкая стоимость, а также надежность, портативность и универсальность современных ЭЭГ-устройств.

Отдельное внимание следует уделить кластерной группе семейств патентов, объединенных концептом, моторная визуализация (*motor imagery*) — это процесс, при котором человек *представляет* себе выполнение движений, что приводит к активации соответствующих областей мозга. Другими словами, во время моторной визуализации активируются те же области мозга, что и при фактическом выполнении движений.

²⁸ Кинезиология — наука о движении человека, научная и практическая дисциплина, изучающая мышечное движение во всех его проявлениях

Последнее позволяет системе ЭЭГ-НКИ интерпретировать ЭЭГ-сигналы как команды для управления. НКИ, использующие ЭЭГ и моторную визуализацию, имеют значительный потенциал в реабилитации людей с двигательными нарушениями. Они могут помочь в восстановлении функций после инсульта или травмы, а также улучшить качество жизни пациентов с ограниченными возможностями. Современные исследования направлены на улучшение точности и надежности НКИ через оптимизацию методов обработки сигналов и алгоритмов классификации (см. CN104091172B Electroencephalogram signal classification method and apparatus, and device, storage medium and program product , Метод и устройство классификации сигналов электроэнцефалограммы, а также устройство, носитель информации и программный продукт). Отдельно рассматривается персональный подход сбора для каждого человека массив данных всех обработанных сигналов ЭЭГ. Массив можно хранить на удаленном сервере и использовать его при передаче команд на НКИ с последующим управлением устройства.

Отдельно для данного сектора провели анализ на наличие основных заявителей в секторе. Для этого на базе патентных данных была сформирована диаграмма типа «heat map» распределения количества патентования компаний по основным технологическим направлениям (рисунок 40) .

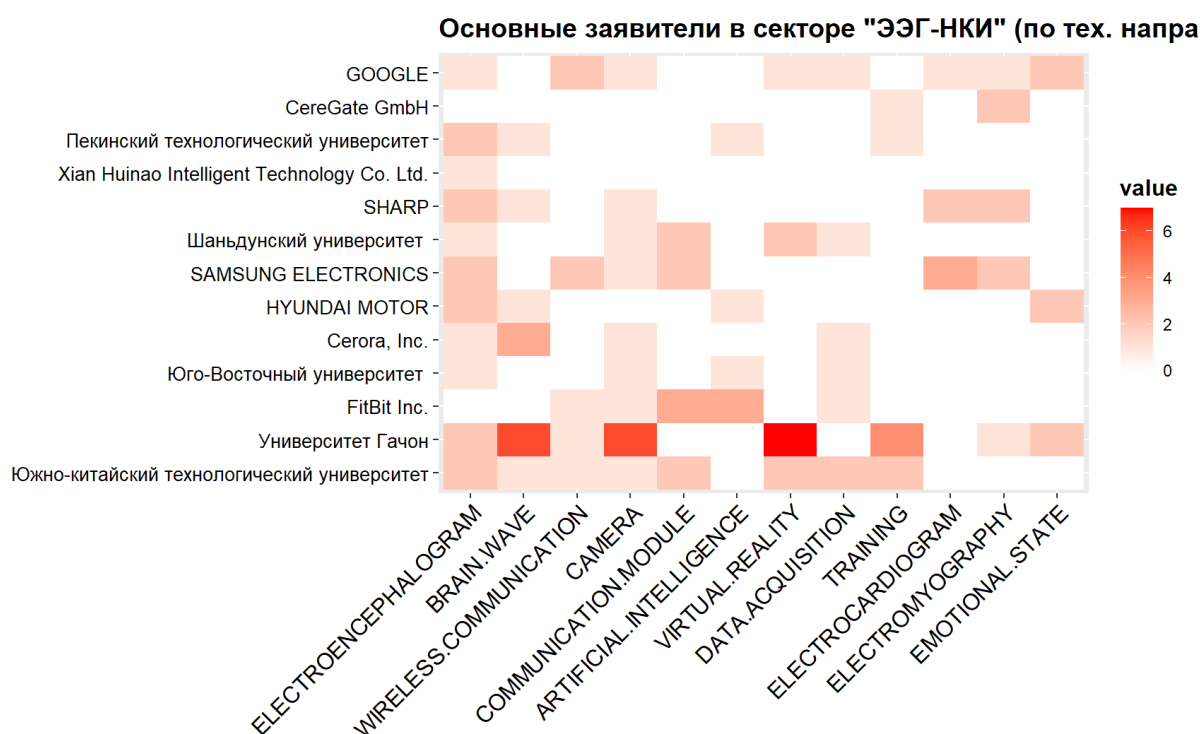


Рисунок 40– Основные заявители в секторе «ЭЭГ-НКИ» по технологическим направлениям: electroencephalogram – ЭЭГ, brain wave – биосигнал, wireless communication – беспроводная коммуникация, camera – видеослежение, communication.module – другие виды коммуникации, data acquisition – сбор данных биосигнала, training – обучение, electrocardiogram – ЭКГ, electromyography – ЭМГ, emotional state – эмоциональное состояние

CereGate GmbH (<https://www.ceregate.com/>) основана в 2019 г., штаб-квартира компании находится в Гамбурге (Германия), занимается разработкой технологий в области нейротехнологий, в частности, платформы НКИ. Разрабатывает ПО, которое позволяет передавать информацию непосредственно в мозг.

Cerora (<https://cerora.com/>) основана в 2011 году, штаб-квартира в Вифлееме, Пенсильвания (США). Компания занимается разработкой технологий диагностики / терапии сотрясений и травм головного мозга, что отражено на рисунке 43 , иллюстрирующей его портфолио запатентованных технических решений.

Текущее направление патентования травма мозга (brain trauma injury), оценка состояния (health assessment) для сбора сигналов (brain scan) используют ЭЭГ, кожно-гальванический сенсоры (EEG, dermatic skin conductance). Особое внимание уделяется качеству и скорости передачи данных (time datum, dimensional datum stream, reaction time).

Коммерческий продукт фирмы Cerora платформа медицинского устройства Borealis (рисунок 42) предназначена для измерения и записи активности мозговых волн (ЭЭГ), а также других биосенсорных данных, включая когнитивные данные и голосовые потоки данных. Платформа обеспечивает современные, мобильные и универсальные мультимодальные биосенсорные данные. Первый релиз предназначен для использования в качестве дополнения к стандартной клинической практике для оценки медицинского или психологического состояния пациента. Устройства следующего поколения Cerora призваны помочь в диагностике и лечении различных нарушений, травм и заболеваний головного мозга.



Рисунок 42- Решение Borealis сочетает данные сенсоров ЭЭГ, которые по беспроводной связи передаются в облачную инфраструктуру Cerora, где анализируются с помощью специальных алгоритмов, что позволяет генерировать клинические отчёты примерно за 1 минуту

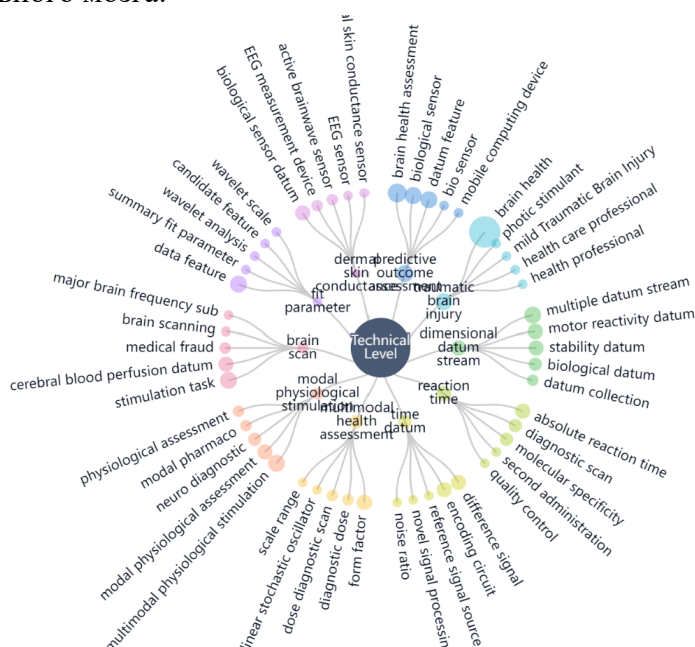


Рисунок 43– Технологический портфель с ключевыми словами и фразами, извлеченными из последних патентов компании Cerora

Юго-Восточный университет — это государственный исследовательский университет, расположенный в Нанкине, Китай. Он был основан в 1902 году и является одним из старейших и наиболее престижных учебных заведений страны.

Южно-Китайский технологический университет — это один из ведущих государственных университетов Китая, расположенный в Гуанчжоу. Он был основан в 1952 году и с тех пор стал важным центром образования и исследований в области науки и технологий.

Университет Гачон академический институт, расположенный в Южной Корее.

Шаньдунский университет государственный комплексный университет в Шаньдуне, Китай. Это один из крупнейших университетов Китая по численности студентов.

Xi'an Huinao Intelligent Technology Co., Ltd. —высокотехнологичная группа компаний, занимающаяся исследованиями в области науки о мозге и технологии интерфейса мозг-компьютер, а также исследованиями и разработками интеллектуальных чипов, подобных мозгу. Штаб-квартира компании находится в провинции Shaanxi Sheng

Пекинский технологический университет — государственный университет в Пекине, Китай. Основан 15 октября 1960 года.

11 Электромиография и мио-интерфейсы (ЭМГ-НКИ)

Картированный сектор «Электромиография и мио-интерфейсы» (electromiographic signal, electromiographic sensor, electroencephalogram) объединяет массив патентных данных, связанных с методами диагностики и терапии, используемых в нейронауках для оценки состояния периферической нервной системы. Значительная часть патентов сектора относится к:

- обработке сигналов, специально адаптированной для физиологических сигналов или для диагностических целей,
- устройствам средств обнаружения, измерения или регистрации, например, датчиков, по отношению к пациенту, специально приспособленные для крепления к поверхности тела или ношения на нем.

Метод ЭМГ основан на регистрации электрических сигналов, возникающих при стимуляции нервов или мышц (рисунок 44). Существует несколько способов проведения электромиографии:

Стимуляционная ЭМГ: Использует накожные электроды для стимуляции нервов и регистрации их проводимости. Это позволяет определить скорость передачи импульсов и реакцию мышц на стимуляцию.

Игольчатая ЭМГ: В этом случае электроды вводятся непосредственно в мышцы, что позволяет более точно оценить их электрическую активность как в состоянии покоя, так и при напряжении.

Также как и ЭЭГ ЭМГ активно используется в медицине, помогает выявлять различные патологии, такие как радикулит, полинейропатии, миопатии и другие заболевания, связанные с нарушением нервно-мышечной передачи.

Проведенный анализ по концептам ключевых технологий для данного сектора «ЭМГ-НКИ» показал сходство с сектором «ЭЭГ-НКИ». Патенты группированы в несколько групп, из которых релевантными можно считать БИОСИГНАЛ (синим цветом выделено), ЭМГ (красный), ЭЭГ/ЭМГ (сине-зеленый) и остальные группы – виртуальная реальность, искусственный интеллект, запись и обработки сигналов, обучение (зеленый цвет и его оттенки).



Рисунок 44 – Метод ЭМГ основан на регистрации электрических сигналов, возникающих при стимуляции нервов или мышц

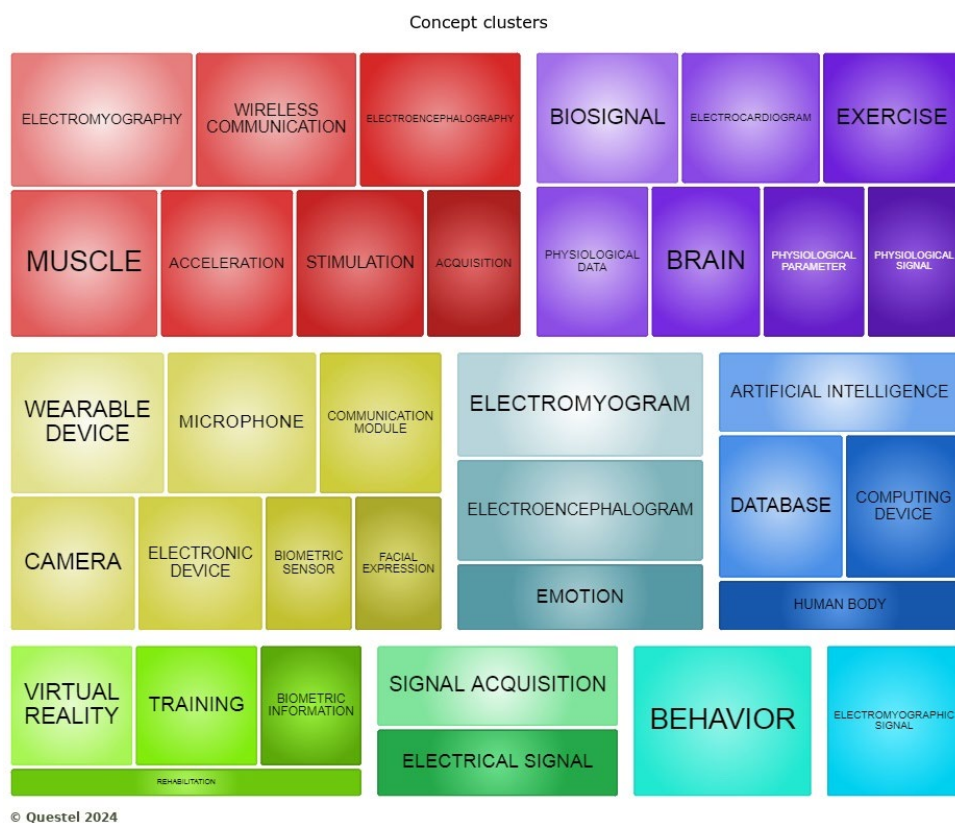


Рисунок 45– Графическое отображение концептов ключевых технологий для сектора «ЭМГ-НКИ»

Если рассматривать развитие технологий ЭМГ, ЭЭГ, БКИ и отдельно ЭЭГ-НКИ в виде динамики подачи заявок на изобретения (рисунок 45), то первое на что можно обратить внимание синхронность развития ЭМГ и ЭЭГ с начала 2000 годов, появление технологии НКИ и по прошествии нескольких лет возникновении технологии ЭЭГ-НКИ.

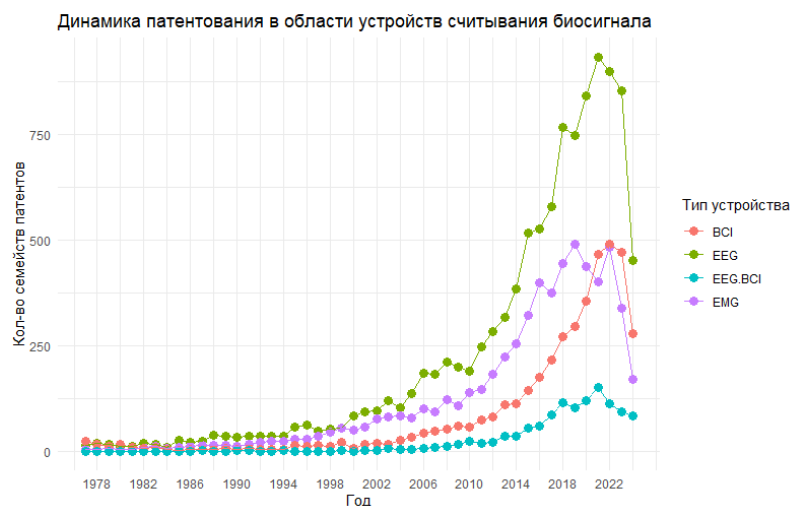


Рисунок 45 Динамика патентования решений в области ЭЭГ (синий цвет), ЭМГ (красный цвет), НКИ (зеленый цвет) и ЭЭГ-НКИ (серый цвет)

Действительно, в описываемых технологических сущностях патентов данного сектора встречается ЭЭГ и ЭМГ. Часто сигнал ЭМГ записывается с черепа пациента, при этом регистрируемый сигнал отражает как активность лицевой мышцы (фЭМГ), так и мозга (ЭЭГ). Поскольку частоты спектра ЭМГ обычно высоки и выше частот активности мозга,

компоненты сигнала могут быть выделены из сигнала ЭЭГ методами обработки сигнала или спектрального анализа.

В классическом патенте 1971 года US 3774593 Method of and Apparatus for Sleep Monitoring by Brainwave, Electromyographic and Eye Movement Signals (Метод и устройство для мониторинга сна по сигналам мозговых волн, электромиографическим сигналам и движениям глаз) представлен аппарат для нейромониторинга человека во время сна путем измерения его психического состояния во время сна. Мониторинг включает в себя устройство аналого-цифровое преобразование сигналов электроэнцефалограмм, движений глаз и электромиограмм, процессор данных для обработки выходных сигналов устройства преобразования и магнитофон для записи сигналов электроэнцефалограмм, движений глаз и электромиограмм.

На сегодняшний момент в подходе изменения мониторинга принципиальные изменения коснулись:

- размеров (миниатюризация),
- количества разнообразных датчиков (для измерения определенных классов биосигналов, таких как мозговые волны (ЭЭГ), движение глаз (сигналы электроокулограммы³¹ (ЭОГ) или мышечная активность (сигналы (ЭМГ)), связанных с пользователем продукта,
- совершенствованию методов считывания и обработки данных (добавилось машинное обучение).

В патенте US 11464445, владельцем которой является компания корейская компания HoneyNaps (<https://www.honeynaps.com/>) предоставлено устройство обработки данных мониторинга сна, включающее:

- процессор данных сигнала, сконфигурированный для сбора данных сигнала, обнаруженных посредством полисомнографии, извлечения данных признаков путем анализа признаков собранных данных сигнала и преобразования извлеченных данных признаков в данные временного ряда;
- процессор модели классификации стадии сна, сконфигурированный для ввода обработанных данных сигнала в предварительно сгенерированную модель классификации стадии сна, и классификации стадии сна, соответствующей данным сигнала.

Процессор сконфигурирован для извлечения данных признаков путем анализа отдельных ЭЭГ, ЭОГ и ЭМГ сигналов, и преобразования извлеченных данных признаков в «единицу эпохи данных временного ряда для ввода извлеченных данных признаков в предварительно сгенерированную модель классификации стадий сна».

HoneyNaps (<https://www.honeynaps.com/>) — это южнокорейская компания, специализирующаяся на разработке решений в области искусственного интеллекта для диагностики расстройств сна. Компания достигла значительных успехов в секторе технологий сна, особенно с помощью своего флагманского продукта — алгоритма SOMNUM, который недавно получил одобрение Управления по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA).

Другой пример импликации разных типов датчиков для проведения оптимально выбранного курса лечения, представленный компанией Medtronic Inc US 10471264 Closed-

³¹ Электроокулография (ЭОГ) — это метод измерения потенциала стояния роговицы и сетчатки, который существует между передней и задней частями человеческого глаза. Результирующий сигнал называется электроокулограммой.

loop therapy adjustment (Регулировка терапии по замкнутому циклу). Описаны методы обнаружения значения измеряемого параметра пациента и автоматического предоставления терапии пациенту в соответствии с терапевтической информацией, ранее связанной с обнаруженным значением. В примерных вариантах осуществления изобретения медицинское устройство получает от пациента корректировку терапии. В ответ на корректировку медицинское устройство связывает измеренное значение параметра пациента с информацией о терапии, определенной на основе корректировки. При последующем обнаружении значения параметра медицинское устройство проводит терапию в соответствии с ассоциированной информацией о терапии. Таким образом, медицинское устройство может "научиться" автоматически корректировать терапию в соответствии с пожеланиями пациента по мере изменения измеренного параметра пациента. Примерные параметры пациента, которые могут быть измерены для выполнения описанных методов, включают позу, активность, частоту сердечных сокращений (ЧСС), ЭМГ, ЭЭГ, ЭКГ, температуру, частоту дыхания и pH.

Medtronic Inc. — это одна из крупнейших медицинских компаний в мире, занимающаяся разработкой и производством медицинских устройств и технологий. Основанная в 1949 году, компания имеет свои операционные и исполнительные штаб-квартиры в Миннеаполисе, штат Миннесота, США, а юридическая штаб-квартира расположена в Ирландии после приобретения компании Covidien в 2015 году.

Похожие разработки представлены российскими организациями. Один из них RU2017111451A Устройство для контроля бодрствования человека. Разработан аппаратно-программный комплекс для контроля бодрствования человека, выявления состояний усталости, монотонии, рассеянности, индикации состояния засыпания пользователя на основе биоэлектрических сигналов, получаемых с поверхности кожи головы пользователя неинвазивным методом, и системы сигнализации пользователю о состояниях такого рода, в том числе заблаговременно, с целью вывести пользователя из состояний рассеянности, частичной потери контроля ситуации, невнимательности к окружающей среде и объектам, избежать засыпание. Может быть использовано в профессиональной деятельности в автоматизированных системах контроля перечисленных состояний водителей транспортных средств, машинистов, операторов, но не ограничивается этим перечнем.

12 Патопсихолингвистика и логопедия

Картированный сектор «Патопсихолингвистика и логопедия» (speech disorders, speech delay, aphasia, dysarthria, neurodegenerative diseases, neuro-linguistic disorder, rehabilitation, cochlear implantation) представляет собой совокупность способов и устройств для диагностики / выявления / описания и коррекции речевых патологий³² (патологических отклонений в формировании и протекании речевых процессов в условиях несформированности или распада личности). Сюда же отнесены коррекционно-образовательные программы на основе личностно-ориентированного и индивидуально-дифференцированного подходов к лицам с ограниченными возможностями здоровья (в

³² К речевым патологиям относят: во-первых, нарушения процессов, обусловленных действием высших психических функций (при психопатиях и акцентуациях); во-вторых, речевые нарушения, вызванные локальными поражениями мозга (моторная и сенсорная афазия); в-третьих, речевые нарушения, связанные с дисфункцией сенсорных систем (например, речь слепых, глухих и глухонемых); в-четвертых, нарушения, связанные с умственной отсталостью; в-пятых, нарушения речи, связанные с затруднениями в реализации моторной программы (заикание, дисфония, брадилалия, тахилалия, дислалия, ринология, дизартрия).

частности, с описанием и использованием тезауруса языка акцентуированной личности, в сознании которой существует искаженная картина мира, с присущими субъективными проблемами мировосприятия и миропонимания). Небольшой пласт технических решений в этом секторе связан с речемыслительным психическим развитием детей после кохлеарной имплантации, в части реабилитационного фактора в процессе обучения. Психолого-педагогическая реабилитация детей после кохлеарной имплантации дает возможность их перехода на путь естественного развития слухового восприятия и спонтанного освоения речи, как это происходит у слышащего ребенка раннего возраста.

В основе данного сектора лежат знания о возможности распознавания психического состояния человека по его речи (имеются достаточно полные и теоретически хорошо осмысленные описания речевых особенностей при различных психических заболеваниях. Например, при болезни Альцгеймера наблюдается заметная стереотипность речи – высказывания состоят из одних и тех же слов и синтагм и произносятся с одинаковой интонацией; при маниакально-депрессивном психозе речь имеет так называемый «телеграфный стиль», иногда переходящий в бессвязность, наблюдаются скачки идей, отвлекаемость речи на новые предметы из-за возникновения большого числа ассоциаций по созвучию. При этом недостаточно развернуто представлен психолингвистический анализ жестовой речи глухих и слепоглухих (визуальная информация и прикосновения), структурные и семантические особенности жестового языка которых вносят новый принцип организации мыслительного процесса.

В качестве примера диагностических и терапевтических средств раннего развития детей и педиатрического поведенческого здоровья можно упомянуть патентный документ US20220369976 «Методы, системы и устройства для диагностики поведенческих расстройств, задержек развития и неврологических нарушений, использующие программное обеспечение и платформенные решения для анализа видео- и/или аудиозаписей пациентов, имеющих одно или несколько отклонений (синдром дефицита внимания с гиперактивностью, аутизм, нарушения речи, мышечная дистрофия, задержка моторного развития)», принадлежащий компании Cognoa (2020 год; technical impact = 6,0; 3,00 fwd cit./year), рисунок 46.

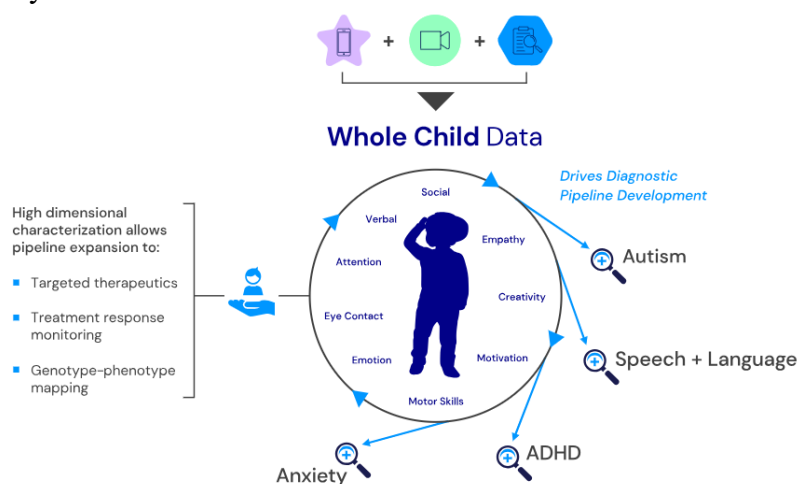


Рисунок 46– Cognoa позволяет собирать и анализировать многомерные характеристики ребенка, включая социальные, поведенческие, исполнительные функции и язык, как от воспитателей, так и от клиницистов.

Также, можно упомянуть патенты, в которых отмечено, что у пациентов с афазией проблемы очень похожи на проблемы изучающих иностранные языки, например, KR101894536 «Способ обучения языку для улучшения коммуникативных способностей

пациента с нейролингвистическим расстройством» (2017 год; technical impact = 3,4; 0,86 fwd cit./year). Дополнительно отметим патент US9162052 «Методы лечения языковых, поведенческих и социальных расстройств, использующие выявление электрографических аномалий», принадлежащий компании Neuropace (2006 год; technical impact = 5,8; 3,22 fwd cit./year) и неподдерживаемый в настоящее время патент RU2253365 «Способ психолингвистической диагностики невротических расстройств», принадлежащий ГОУ ВПО «Московская Медицинская Академия им. И.М. Сеченова» (2003 год; technical impact = 0,7; 0,05 fwd cit./year).

Технические объекты собранных здесь изобретений представляют собой «способы» и «устройства» коррекции расстройства речи. Классифицирование собранных патентных документов по индексам Международного патентного классификатора осуществлено в значительной степени по индексам G06F «Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств», A61B-005 «Измерение для диагностических целей» и G09B-019 «Средства обучения (в частности, умение говорить, обучение иностранным языкам)».

13 Тест вызванного потенциала

Картированный сектор, условно названный как «Тест вызванного потенциала», включает такие часто используемые термины как visual evoked potential test and olfactory brain computer interface. В нейрофизиологии вызванный потенциал – это электрический потенциал, регистрируемый у человека или животного (или «биопотенциал») после предъявления стимула, в отличие от спонтанных потенциалов, таких как электроэнцефалограммы или электромиограммы.

Зрительные вызванные потенциалы (ВП) представляют собой электрическую активность мозга, которая регистрируется в ответ на зрительные стимулы. Этот метод используется для оценки функционального состояния зрительной системы и может помочь в диагностике различных неврологических заболеваний. ВП позволяет исследовать, как мозг обрабатывает визуальную информацию, и может быть полезен в контексте НКИ, где требуется точное понимание нейронных реакций на визуальные стимулы.

С недавних пор исследователи начали изучать возможность интеграции обонятельных стимулов в НКИ. Исследования показывают, что ЭЭГ может быть использована для регистрации нейронной активности, связанной с восприятием запахов. Например, в одном из исследований было обнаружено, что изменения в тета-активности ЭЭГ происходят при восприятии и различении запахов [23]. Обонятельные ВСИ могут быть особенно полезны в реабилитации пациентов с нарушениями когнитивных функций или обоняния. Использование нейробоотной связи с учетом обонятельной информации может способствовать улучшению нейропластичности и восстановлению функций у пациентов с легкими когнитивными нарушениями. Например, пациенты могут получать визуальную обратную связь о своей активности мозга при восприятии запахов, что поможет им лучше контролировать свои реакции и улучшить обонятельные навыки.

Сочетание вызванных потенциалов и обонятельных НКИ может привести к созданию более сложных и эффективных интерфейсов. Например, можно использовать визуальные сигналы для управления обонятельными стимулами, создавая тем самым многоуровневую систему обратной связи. Это позволит не только улучшить понимание нейронных механизмов обработки информации, но и расширить функциональность НКИ.

В качестве примера использования вызванного потенциала можно упомянуть патент RU2725782 «Система для коммуникации пользователей без использования мышечных движений и речи», принадлежащий ООО «НейроЧат», в котором упомянуты частные случаи реализации изобретения, где компонентом вызванного потенциала с заранее заданными характеристиками является волна P300.

Также могут быть упомянуты разработки, связанные с системами для интраоперационного нейромониторинга и любые системы, в которых применяется стимул и регистрируется реакция пациента на стимуляцию. Например, патент US10349862 «Наконечник-стимулятор для системы мониторинга вызванных потенциалов», принадлежащий компании Medtronic. Или патентный документ US20220400999 «Система и методы совершенствования диагностических исследований вызванных потенциалов для функциональной оценки нервов и нервных проводящих путей (с регистрацией соматосенсорных вызванных потенциалов и/или транскраниальных электромоторных вызванных потенциалов)», принадлежащий компании Sidewaystrategies, и US9511231 «Системы и способы регистрации вызванных реакций при нейростимуляции», принадлежащий компании Pacesetter.

14 Наголовный дисплей, VR/AR

Картированный сектор «Наголовный дисплей, VR/AR» (технологии виртуальной реальности) (VR/AR/MR) в сочетании с нейротехнологиями) представляют собой важные инструменты, которые обеспечивают более глубокое восприятие, обучение и взаимодействие человека с окружающей средой. Эти технологии имеют широкий спектр применения и могут оказать серьезное влияние на улучшение процессов образовательной деятельности, медицинской диагностики и терапии:

- *Иммерсивное обучение* (см. пример (CN112034983, Indoor navigation road network construction method combining eye movement tracking and virtual reality Метод построения дорожной сети с комбинированным отслеживанием глаз и виртуальной реальностью для навигации внутри помещений): VR создают интерактивные образовательные среды, позволяющие пользователям эффективно погружаться в учебный процесс, лучше усваивая информацию и развивать навыки за счет активного вовлечения.

- *Когнитивные процессы.* (см. пример (CN118078286, Cognitive load monitoring method based on virtual reality eye movement tracking Метод мониторинга когнитивной нагрузки на основе отслеживания движения глаз в виртуальной реальности). VR/AR/MR в совокупности с нейрокоммуникативными технологиями помогает исследованию когнитивных функций, такие как внимание, память и восприятие, и улучшать их. Виртуальные технологии позволяют моделировать разнообразные сценарии, что может быть полезно для изучения реакций мозга на различные стимулы, его обучения.

- *Диагностика и терапия. Реабилитация.* (см. пример (CN107993170, Psychological health education system based on virtual reality technology Система обучения психологическому здоровью на основе технологии виртуальной реальности). Иммерсивные технологии помогают создать безопасную среду для терапевтических вмешательств. В медицинских и психологических контекстах технологии реальности используется для реабилитации пациентов (CN111803033 Body and auditory cognition synchronous rehabilitation system based on VR and biofeedback for old people Система синхронной реабилитации пожилых людей с

соматическим и слуховым познанием на основе VR и биологической обратной связи), а также для лечения фобий (CN116850416 Immersive VR and fixation adaptive virtual cognition-based phobia treatment system, Система лечения фобий на основе иммерсивного VR и адаптивного к взгляду виртуального познания) и посттравматического стрессового расстройства.

- *Нейропластичность*. Погружение в виртуальные среды может способствовать нейропластичности — способности мозга адаптироваться к новым условиям, что является важным для реабилитации после травм или заболеваний (RU2817336C1 Способ реабилитации нарушений предметно-манипулятивной деятельности верхней конечности методом эрготерапии в виртуальной среде у пациентов, перенесших ишемический инсульт).

Широкое распространение рынка виртуальных технологий в сфере услуг развлечения связано с растущей популярностью нейрокоммуникативных средств в сочетании с VR / AR / MR VR / AR / MR - BCI. Эти технологии позволяют создавать новые формы взаимодействия и погружения пользователей в развлекательный контент:

- Новые конструкции головных шлемов, имеющие прикрепляемые и перемещаемые влажные или сухие датчики, а также функции обработки обратной связи для электрофизиологических измерений, тестирования и обратной связи (см. пример, US8938301 Headgear with displaceable sensors for electrophysiology measurement and training (Головной убор со смещаемыми датчиками для электрофизиологических измерений и тренировок), рисунок 47).

Технологии VR/AR и нейротехнологии становятся важными инструментами для создания адаптивных³³ и инклюзивных³⁴ образовательных сред. Эти технологии позволяют значительно улучшить процесс обучения, обеспечивая доступность и вовлеченность для всех учащихся, включая тех, кто имеет особые образовательные потребности (лиц с ОВЗ).

Иммерсивные устройства VR стремятся поместить пользователя в виртуальную среду. На рынке представлены решения системы CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) и шлемы виртуальной реальности HMD (Head-Mounted Display).

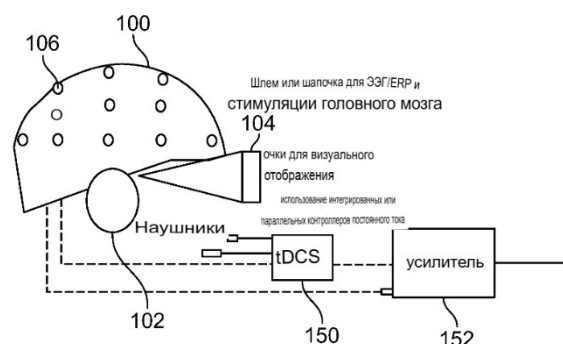


Рисунок 47 Головной убор со смещаемыми датчиками для электрофизиологических измерений и тренировок (илл. из US8938301)

³³ Адаптивная образовательная среда — это система, которая настраивается под индивидуальные потребности и возможности каждого учащегося

³⁴ Инклюзивная образовательная среда подразумевает равный доступ к образованию для всех учащихся, включая детей с ограниченными возможностями здоровья и особыми образовательными потребностями.

CAVE — это система виртуальной реальности, представляющая собой комнату, в которой стены, пол и потолок служат экранами для проекции трехмерных изображений, рисунок 48. Эта технология была разработана в 1992 году в Лаборатории электронного визуализации (EVL) при Университете Иллинойс в Чикаго. CAVE позволяет пользователям погружаться в виртуальную среду, обеспечивая полное взаимодействие с 3D-объектами.

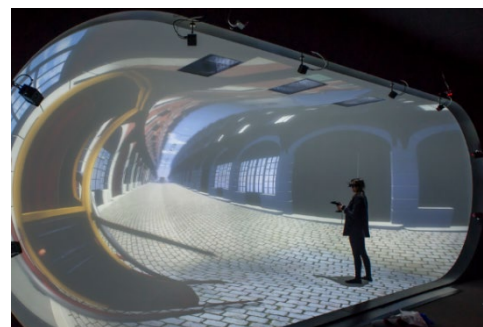


Рисунок 48 - Система виртуальной реальности CAVE

HMD — это устройство отображения, которое носится на голове или в виде шлема, рисунок 49. Оно оснащено небольшими дисплеями и оптическими элементами, которые обеспечивают пользователю возможность видеть виртуальное изображение непосредственно перед глазами. HMD широко используются в различных сферах, включая игры, авиацию, инженерию и медицину.



Рисунок 49 – Наголовный шлем HMD

В ранних системах CAVE, HMD задержка и дрожащие движения не позволяли достичь полного погружения, ощущался искусственный характер окружающей среды. В настоящее время эта проблема в значительной степени решена для товаров в дорогом сегменте. Иммерсивность создается не только за счет отслеживания движений частей тела, но и внешних используемых предметов (ручка, спортивное снаряжение и др.). Отслеживание осуществляется с помощью дополнительных устройств. Системы, которые могут использовать такое отслеживание, относятся к системам снаружи внутрь. Системы изнутри наружу могут отслеживать ладони и пальцы с использованием инфракрасных камер, но их применение ограничено по сравнению с системами отслеживания снаружи внутрь. Дополнительные трекеры, используемые в системах снаружи внутрь, имеют различные размеры и формы.

Технология VR позволяет преподавателям предоставлять комплексную помощь, поскольку отслеживаемые действия студентов могут использоваться для предоставления обратной связи в реальном времени или для брифинга/дебрифинга. Некоторые недавно введенные системы VR (например, HTC VIVE Pro Eye, HoloLens) также включают возможности отслеживания глаз (eye tracking)³⁵ (рисунок 50). Отслеживание глаз позволяет автоматически настраивать межзрачковое расстояние и отслеживать взгляд пользователя. Отслеживание взгляда используется во многих



Рисунок 50 – HTC VIVE Pro Eye с отслеживанием глаз

³⁵ HMD оснащен системой отслеживания глаз с высокой точностью (0.5° – 1.1°) и частотой 120 Гц, что позволяет пользователям взаимодействовать с виртуальными объектами, просто смотря на них. Это также оптимизирует нагрузку на графический процессор за счет фовеированного рендеринга

областях и может быть важным для учебных приложений.

Для повышения иммерсивности и добавления дополнительного измерения, связанного с чувствами, стали применяться технические решения, связанные с тактильной обратной связью (haptic feedback). Однако тактильные ощущения в VR сейчас только на начальной стадии внедрения. В настоящее время доступные системы VR в основном являются коммерческими приложениями и играми, использующими преимущественно аппаратный ввод.

Например, перчатки HaptX Gloves G1, созданные на основе запатентованной микрофлюидной технологии, перчатки HaptX имеют 130 точек сенсорной обратной связи, отслеживают движения руки с субмиллиметровой точностью. Используются для создания реалистичных симуляций в обучении, что позволяет работникам быстрее осваивать сложные навыки. В робототехнике перчатки позволяют операторам управлять роботами с высокой степенью точности, обеспечивая тактильную обратную связь во время взаимодействия с виртуальными объектами (пример см. на рисунок 51). Разработаны компанией HaptX (<https://haptx.com/>), продукция защищена патентами WO2023/205479 Whole-body haptic system, device, and method, US10809804 Haptic feedback glove.



Рисунок 51– Иммерсивная среда от компании HaptX с тактильными перчатками – пожарная машина – для обучения работы на системе подачи воды

Dexmo — это устройство тактильной обратной связи для медицинского образования в VR от китайской компании Dexta Robotics (<https://www.dextarobotics.com/>) — одно из немногих существующих систем обучения в VR с тактильной обратной связью. Использует обратную связь по силе для передачи пользователю ощущений размера и формы и захватывает 11 степеней свободы движений руки пользователя.

Однако большинство существующих устройств высококачественной тактильной рендеринга все еще относительно дороги. По этой причине существует несколько платформ ПО для облегчения интеграции тактильных ощущений с различными приложениями. Компания Interhaptics компания, специализирующаяся на разработке программного обеспечения для создания и рендеринга тактильной обратной связи в играх и приложениях виртуальной реальности Interhaptics предлагает инструменты для создания тактильных эффектов, которые могут быть использованы на различных платформах, включая мобильные устройства, консоли.

Данный картированный сектор «VR/AR/MR» по нашей патентной карте органично связан с сектором «Обучения». Это прослеживается и по характеру распределения патентных документов по странам, где лидером рынка является Китай (рисунок 52)., и по динамике роста.



Рисунок 52 – Распределение патентных документов по странам в секторах VR/AR и Образование

В нашем случае мы использовали массив патентных документов, составляющий сектор VR/AR для построения детализированной патентной карты уже самого сектора. На полученной картинке (рисунок 53) сгруппированы патенты по следующим областям.

- большая область «AR устройства», которая плавно переходит в «VR.Реабилитация».
- вторая значимая область «VR.обучение», которая тесно связана технологиями «Тактильной обратной связи».
- третий сектор связывает «VR.контент» с «соматосенсорной обратной связью³⁶» и биологической обратной связью.



Рисунок 53– Патентное картирование сектора «VR/AR/MR»

Дополненная реальность (AR) интегрирует виртуальные данные в восприятие пользователя о мире, делая эту информацию органичной частью реальной среды. Главное преимущество AR по сравнению с виртуальной реальностью (VR) заключается в том, что она не изолирует пользователей от окружающего мира, а, напротив, связывает их с людьми,

³⁶ Соматосенсорная обратная связь — это нервные сигналы от специализированных датчиков по всему телу, которые помогают информировать спинной мозг о продолжающемся движении. В свою очередь, эти импульсы координируют работу конечностей, например, предотвращая падение при столкновении с предметами.

местами и объектами вокруг. Этот эффект открывает широкие возможности в сфере образования, что подтверждается растущим числом соответствующих инициатив и проектов.

AR динамично развивается и все чаще находит применение в нейротехнологии. Основные направления развития связаны с использованием AR для повышения возможностей людей с ограниченными возможностями, улучшением методов терапии. Это перспективное направление и следует перечислить ряд компаний, которые обладают инновационными решениями, потенциально способными изменить подходы к лечению и реабилитацию за счет использования AR нейро- технологий.

Cognixion (<https://www.cognixion.com>). расположена в Санта-Барбаре, штат Калифорния, основана в 2014 г. , занимается разработкой нейроинтерфейсов на основе искусственного интеллекта, которые облегчают общение и управление для людей с ограниченными возможностями. Компания предлагает систему сенсорной коммуникации, которая позволяет людям общаться с помощью интерфейса "мозг-компьютер", преобразующего мозговые волны непосредственно в коммуникацию.

Флагманский продукт компании, Cognixion ONE (рисунок 54), представляет собой неинвазивный интерфейс мозг-компьютер (BCI), в который встроен AR-дисплей. Он интерпретирует сигналы мозга с помощью ЭЭГ, позволяя пользователям взаимодействовать с AR-приложениями без помощи рук. Нейрогарнитура помогает людям с тяжелыми двигательными нарушениями, такими как ALS и церебральный паралич, общаться с помощью своих мыслей посредством неинвазивной технологии ЭЭГ. Устройство получило сертификат FDA Breakthrough Device, что подчеркивает его потенциал в преобразовании вспомогательной коммуникации.

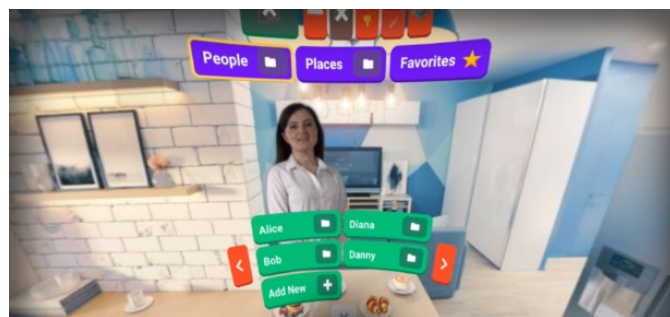


Рисунок 54– Пример изображения с AR – дисплея нейрогарнитуры ONE от Cognixion

Последние запатентованные технические решения, связаны с совершенствованием продвигаемой нейрогарнитуры за счет введения таких инноваций как (рисунок 55):

- создание универсальной электродной сборки для биоэлектрических и биомеханических датчиков на изогнутых частях тела, что способствует применению в интерфейсах мозг-компьютер, дополненной реальности и других технологиях биосенсинга (US20240345406 Adaptable high performance neural interface electrodes that conform to human anatomy // Адаптируемые высокоэффективные электроды для нейроинтерфейса, соответствующие анатомии человека).

- разработка невербального устройства с несколькими входами, позволяющее пользователю общаться с компьютером посредством мозговых волн, взглядов и жестов. Устройство преобразует пользовательские данные в сигналы намерения, сравнивает их с базой данных, идентифицирует графические изображения и речевые команды и передает их на устройство связи (US11237635 Nonverbal multi-input and feedback devices for user intended computer control and communication of text, graphics and audio // Невербальные устройства с несколькими входами и обратной связью для компьютерного управления и передачи текста, графики и звука по желанию пользователя).

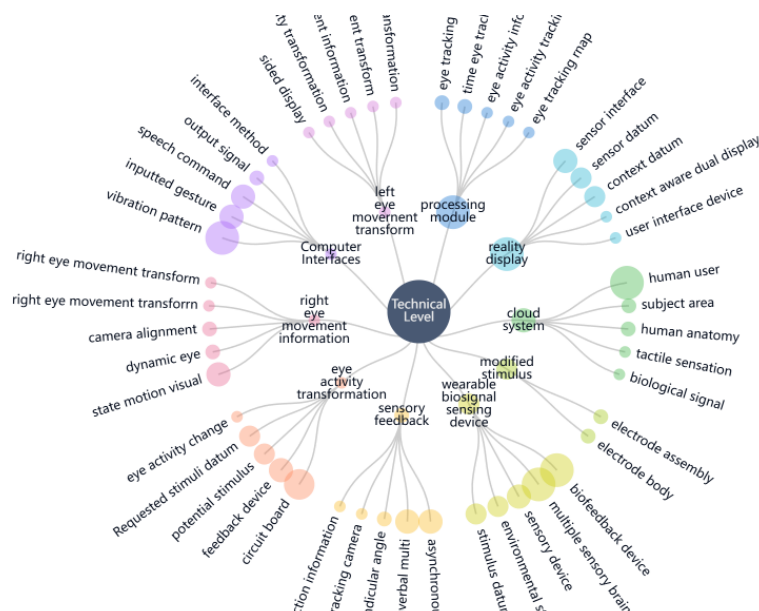


Рисунок 55– Технологический портфель компании Cognixion

MindMaze (<https://mindmaze.com/>) швейцарская компания специализируется на объединении VR, AR и нейротехнологий для реабилитации и когнитивного обучения. Компания в описании своей миссии пишет, что: «Сверхлюди — это не персонажи комиксов, они внутри каждого из нас. Наша работа — ключ к раскрытию истинной силы человечества». Ключевые приложения: Платформы MindMaze, предназначенные для нейрореабилитации и игр, обеспечивая иммерсивный опыт, который адаптируется к способностям пользователей и способствует восстановлению благодаря вовлекающему взаимодействию.

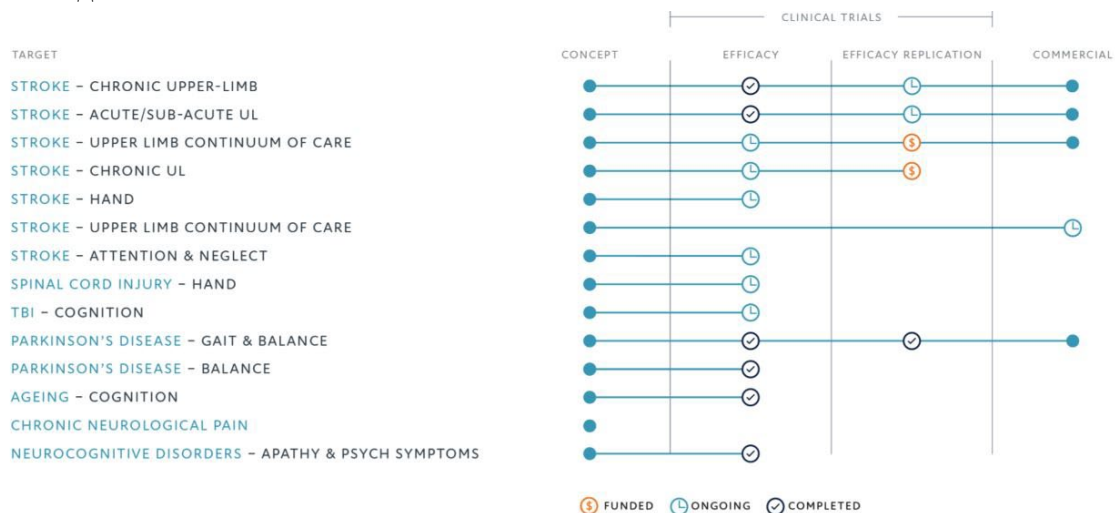


Рисунок 56–Пайплайн проектов MindMaze

Интересно обратить внимание на пайплайн клинических исследований компании (рисунок 56), который направлен на терапию таких заболеваний как инсульт (stroke), травму спинного мозга (spinal cord injury), черпно-мозговую травму (TBI), болезнь Паркинсона (Parkinson's disease), старение (Ageing), хроническая неврологическая боль (chronic neurological pain) и нейрокогнитивные расстройства (neurocognitive disorders).

В стадийном плане наиболее продвинулись клинические исследования по реабилитации после инсульта. Для ряда КИ подтверждено эффективность (efficacy), ведется

работы по выходу на рынок. Есть существенный прогресс в направлении терапии болезни Паркинсона.

Другим интересным наблюдением является область патентования последних решений (WO2023/237908 Addressable electrode array systems, devices and methods // Системы, устройства и методы адресных электродных массивов). Они связаны с разработкой системы электродных массивов для носимых на теле устройств, облегчающую контролируемое терапевтом размещение и удержание электродов во время терапии, повышающую удобство и эффективность применения функциональной электростимуляции. Система позволяет легко конфигурировать и перемещать электроды, улучшая результаты терапии. Преимуществом перед другими аналогами Система устраняет недостатки предшествующего уровня техники, обеспечивая простое и последовательное позиционирование электродов, удобство использования для пациентов и сохранение позиционирования электродов во время сеансов терапии. Система предлагает электродные массивы высокой плотности и настраиваемые размеры для различных групп мышц.

Neurable (<https://www.neurable.com/>), основана в 2015 году на базе Мичиганского университета, специализируется на технологиях интерфейса мозг-компьютер (BCI). Компания Neurable, Inc. занимается разработкой программного обеспечения с искусственным интеллектом, которое позволяет людям управлять программами и объектами с помощью своей мозговой активности. Среди особенностей компании - универсальный набор инструментов, плавная навигация, интуитивно понятные интерфейсы, непревзойденное погружение и расширение горизонтов. Компания была основана Рамзесом Алькайде, Майклом Томпсоном, Джеймсом Хаметом и Адамом Молнаром, а ее штаб-квартира находится в Анн-Арборе, штат Мичиган.

Ее флагманский продукт, MW75 Neuro (рисунок 57), представляет собой комплект «умных» наушников, в которые встроены датчики ЭЭГ для неинвазивного мониторинга активности мозга. Эти наушники анализируют мозговые волны и дают представление о концентрации внимания и когнитивном здоровье, помогая пользователям эффективно поддерживать свое оптимальное психо-эмоциональное состояние. Устройство сопряжено с мобильным приложением для контроля ментального состояния, обеспечивая обратную связь и подсказывая перерывы, когда концентрация внимания ослабевает.

Технические решения, данного устройства описаны в следующих наиболее релевантных патентах на изобретения: US-2023214018-A1 Determining mental states based on biometric data // Определение психических состояний на основе биометрических данных, US-2023107040-A1 Human-computer interface using high-speed and accurate tracking of user interactions / Человеческо-компьютерный интерфейс с высокоскоростным и точным отслеживанием взаимодействия с пользователем, US-11972049-B2 Brain-computer interface with high-speed eye tracking features / Интерфейс мозг-компьютер с функциями высокоскоростного отслеживания взгляда, US-2020268296-A1 Brain-computer interface with adaptations for high-speed, accurate, and intuitive user interactions // Интерфейс мозг-компьютер с адаптацией для высокоскоростного, точного и интуитивного взаимодействия с пользователем.



Рисунок 57 - MW75 Neuro «умные» наушники с датчиками ЭЭГ для неинвазивного мониторинга активности мозга

Sana Health (<https://www.sana.io/>) - инновационная компания, специализирующаяся на аудиовизуальных технологиях нейромодуляции, направленных на облегчение таких состояний, как посттравматическое стрессовое расстройство, фибромиалгия³⁷.

В настоящее время проводятся 2 фундаментальных исследования в области фибромиалгии (устройство, признанное FDA прорывным) и невропатической боли. Испытания в области тревоги и посттравматического стрессового расстройства начались во 2 квартале 2022 г., грант Министерства обороны США для лечения посттравматического стрессового расстройства.

Их флагманский продукт, **маска для сна Sana Sleep Mask (рисунок 58)**, сочетает в себе свето- и звукотерапию с мониторингом вариабельности сердечного ритма, что способствует расслаблению и улучшению качества сна.

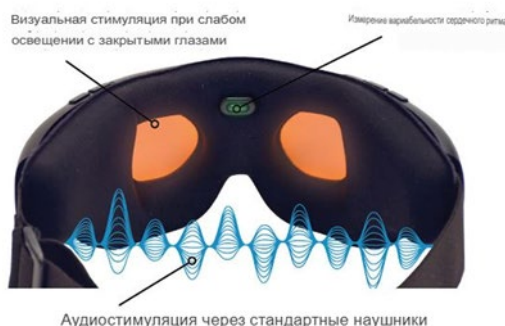


Рисунок 58 – Маска для сна Sana Sleep Mask как свето- и звукотерапия с мониторингом сердечного ритма

Компания Sana Health активно проводит клинические исследования в области посттравматического стрессового расстройства. Многообещающие клинические результаты свидетельствуют о значительном улучшении состояния тревоги и депрессии. Компания подала несколько заявок FDA на свои технологии. В приведенной ниже таблице представлены основные клинические исследования, спонсором которых является Sana Health.

Таблица 2 - Основные клинические исследования Sana Health (по данным ClinicalTrial.gov)

Номер NCT	Название исследования	Статус исследования	Условия	Спонсор	Партнеры
NCT05394610	Эффективность устройства Sana при симптомах фибромиалгии	рекрутинг	Фибромиалгия Хроническая боль Качество жизни	Sana Health	University of Pennsylvania
NCT05319405	Эффективность лечения Sana при посттравматическом стрессовом расстройстве (ПТСР)	завершено	Посттравматическое Стрессовое Расстройство	Sana Health	Ralph H. Johnson VA Medical Center
NCT04568798	Эффективность лечения Sana при фибромиалгии	завершено	Фибромиалгия	Sana Health	Duke University

³⁷ Фибромиалгия - заболевание, проявления которого включают диффузную симметричную боль в скелетных мышцах, носящую хронический характер

NCT06655844	Устройство Sana для лечения Хронической Боли при Синдроме Болезни Лайма после лечения	рекрутинг	Синдром болезни Лайма После лечения Хроническая Боль	Icahn School of Medicine at Mount Sinai	Sana Health, Inc.
NCT04280562	Дистанционное участие (В пределах США) в испытании обезболивающего Sana	завершено	Невропатическая Боль Хроническая Боль Pain	Icahn School of Medicine at Mount Sinai	Sana Health, Inc.

К релевантным патентам компании можно отнести следующие патенты, которые также отображены в графическом изображении описании патентных документов (рисунок 59):

WO-2020172448-A1 Non-pharmaceutical methods of mitigating addiction withdrawal symptoms / Нелекарственные методы смягчения симптомов абстиненции при зависимости, US-11524135-B2 Non-pharmaceutical systems and methods of treating the symptoms of fibromyalgia / Нелекарственные системы и методы лечения симптомов фибромиалгии, US-2023347103-A1 Methods and systems for providing sensory stimulation to a brain to treat post-traumatic stress disorder / Методы и системы сенсорной стимуляции мозга для лечения посттравматического стрессового расстройства

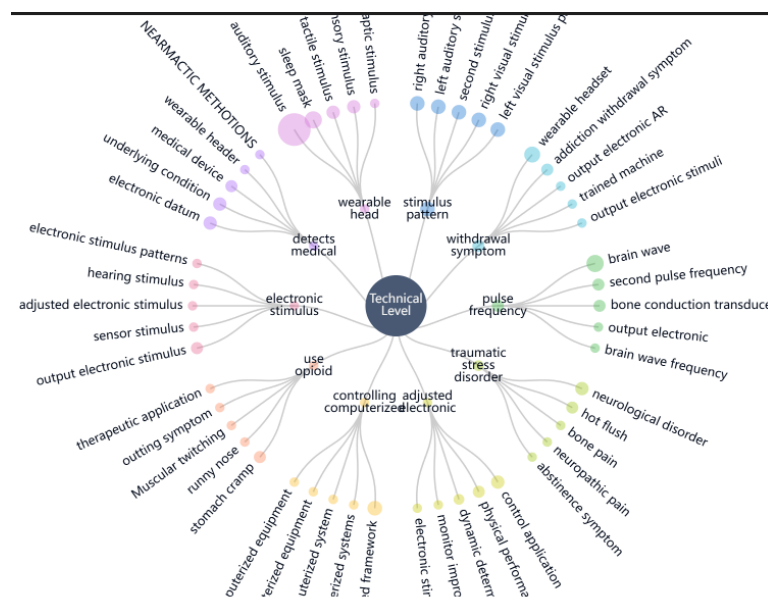


Рисунок 59– Технологический портфель с ключевыми словами и фразами, извлеченными из последних патентов компании Sana Health

Strolll Ltd. (<https://strolll.co/>). разрабатывает цифровые терапевтические программные решения для коммерчески доступных очков дополненной реальности. Компания базируется в Личфилде, Великобритания. Strolll была основана в 2018 году Йоргеном Эллисом, Рупертом Барксфилдом и Томом Финном. Йорген Эллис занимает должность генерального директора с 2018 года.

Флагманский продукт компании, Reality DTx®, использует AR-очки для наложения визуальных и звуковых подсказок в реальном окружении, которые используются для тренировки (восстановления) навыков ходьбы и выполнения других реабилитационных упражнений (рисунок 60). Такой подход позволяет пациентам проходить терапию дома или

в клинических условиях, значительно улучшая мобильность и снижая зависимость от медицинского персонала.

На данный момент активно проводятся клинические испытания, в частности, на текущий момент времени проводится рекрутинг (NCT06590987) по проекту CAPARE³⁸ - «Персонализированные упражнения в дополненной реальности с использованием подсказок для реабилитации пациентов с болезнью Паркинсона». Целью данного клинического технико-экономического обоснования является изучение клинической осуществимости домашних персонализированных AR-упражнений на походку и баланс с помощью игровых подсказок с помощью Reality DTx® с точки зрения безопасности, эффективности и опыта пациентов у людей с болезнью Паркинсона.



Рисунок 60— AR-очки Reality DTx® для восстановления моторных функций

Виртуальная реальность (VR) в сочетании с нейротехнологиями все чаще используется для реабилитации, выздоровления пациентов с неврологическими заболеваниями. Рынок динамично развивается и в настоящее время может быть описан деятельностью следующих компаний, стартапов в данной области

NeuroVirt Ltd. (молодой стартап из Великобритании, 2010 год основания) разрабатывает иммерсивное VR-решение с сенсорной технологией, обеспечивающее высокоинтенсивную двигательную реабилитацию и удаленный мониторинг пациентов. Компания базируется в Лондоне, Великобритания.

Продукция разрабатывается на основе алгоритмов искусственного интеллекта для мониторинга и коррекции движений пациентов в режиме реального времени во время реабилитационных упражнений, включая восстановление после инсульта, травматические повреждения мозга и болезнь Паркинсона. Технология направлена на повышение вовлеченности пациентов и



Рисунок 61 – VR-решение с сенсорной технологией и примером геймификации компании NeuroVirt Ltd

улучшение результатов реабилитации за счет геймифицированного опыта и персонализированной терапии, см. рисунок 61.

В наиболее релевантном патенте (GB2624485A Methods and systems for using real world objects for functional therapy in an extended reality environment // Методы и системы использования объектов реального мира для функциональной терапии в среде расширенной реальности) описывается технология отслеживания рук в среде смешанной реальности (AR/VR) для управления жестами и взаимодействия с виртуальными объектами.

³⁸ <https://ichgcp.net/ru/clinical-trials-registry/NCT06590987>

Программное приложение определяет положение руки пользователя в пространстве реального мира для взаимодействия с объектом и подходит для использования в реабилитации движений с помощью аппаратного и программного обеспечения расширенной реальности.

XRHealth (<https://www.xr.health/>) - бостонская компания, специализирующаяся на технологиях XR (VR/AR) для телемедицины. Основанная в 2016 году, компания предлагает сертифицированные FDA VR-решения. Так по замыслу основателей компании платформа позволит оказывать медицинским работникам дистанционную терапию. В платформе Neuro VR предлагается более 140 различных виртуальных сред, адаптированных к конкретным терапевтическим потребностям, повышая вовлеченность пациентов и количественно отслеживая прогресс. Платформа поддерживает когнитивную и физическую реабилитацию при таких заболеваниях, как болезнь Альцгеймера и травматические повреждения головного мозга.

AppliedVR (<https://www.appliedvr.io>) – холдинговая компания, Калифорния, США, основана в 2015 г. . Компания предлагает методы лечения для снятия хронической боли, основанные на VR. EaseVRx от AppliedVR, основанный на когнитивно-поведенческой терапии, является первым рецептурным VR-терапевтическим средством, получившим от FDA обозначение Breakthrough Device Designation. Предлагая комплексный подход EaseVRx позволяет пациентам изменить то, как они воспринимают боль, и выработать новые, позитивные привычки и навыки преодоления, которые улучшают качество жизни. Пациенты могут легко самостоятельно использовать EaseVRx в домашних условиях, в любое время, без ограничений, связанных с графиком работы медицинского работника, что способствует развитию дистанционной помощи, а также повышению качества и эффективности лечения хронической боли.

Так, например, в 2022 г. были успешно завершены клинические испытания «Испытание виртуальной реальности с использованием EaseVRx (рисунок 62) при хронической боли в пояснице» (Virtual Reality Trial Using EaseVRx For Chronic Low Back Pain, Clinical Trial NCT04415177), направленные на оценку безопасности и эффективности виртуальной реальности с использованием EaseVRx для уменьшения хронической боли и употребления опиоидов. В исследовании, результаты которого были опубликованы в Journal of Medical Internet Research³⁹, приняли участие 188 человек с хронической болью в пояснице, средняя интенсивность боли у которых составляла 5 баллов по шкале от нуля до 10 баллов. Половине участников была выдана гарнитура EaseVRx, с помощью которой они ежедневно в течение 8 недель смотрели 3-D программы, погружаясь в «виртуальную» среду, где они могли плавать с дельфинами, играть в игры или наслаждаться красивыми пейзажами. Цель помочь пациентам научиться справляться с болью с помощью когнитивно-поведенческой терапии. Другие пациенты также использовали гарнитуру EaseVRx, но в качестве плацебо или фиктивной VR-терапии смотрели только обычные природные сцены.

³⁹ Garcia L, Birkhead B, Krishnamurthy P, Mackey I, Sackman J, Salmasi V, Louis R, Castro C, Maddox R, Maddox T, Darnall B Durability of the Treatment Effects of an 8-Week Self-administered Home-Based Virtual Reality Program for Chronic Low Back Pain: 6-Month Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial J Med Internet Res 2022;24(5):e37480 URL: <https://www.jmir.org/2022/5/e37480> DOI: 10.2196/37480



Рисунок 62 – Визуальный показ EaseVRx (интерактивные 3D-сцены, основанные на навыках) и Sham VR (неинтерактивные 2D-сцены природы). VR: виртуальная реальность

Пациенты наблюдались в течение шести месяцев после прекращения лечения. Участники обеих групп сообщили об улучшении боли и других симптомов через шесть месяцев после лечения, но улучшения были более значительными у тех, кто получал VR-терапию. Интенсивность боли была на 31 % ниже у пациентов в группе VR, по сравнению с 16 % в фиктивной группе. Физическая функция, настроение, сон и связанные с болью помехи в деятельности также были лучше у тех, кто получал VR-терапию. Нежелательных побочных эффектов не было отмечено ни в одной из групп.

Cognihab - (<https://www.cognihab.com>) индийская компания, специализирующаяся на разработке VR для борьбы с такими заболеваниями и расстройствами, как травма спинного мозга, инсульт, аутизм, церебральный паралич, посттравматическое стрессовое расстройство, депрессия, онкология, расстройства зрения, тревога и стресс. Основные продукты VR Vision Therapy Suite VR Stroke Rehabilitation Suite VR SCI Rehabilitation Suite VR Autism Suite VR Cerebral Palsy Suite VR Cancer Support Suite Anxiety Reduction Suite.

Penumbra Inc. —глобальная компания (основан. в 2004, Калифорния, США) в области здравоохранения, занимающаяся разработкой инновационных терапевтических решений, включая VR для реабилитации. Она известна своей платформой REAL Immersive System, которая предлагает уникальные возможности для повышения эффективности реабилитационных процессов.

Есть и другая продукция не связанная с нейротехнологиями. Платформа для создания устройств для лечения ишемического инсульта; Penumbra Coil 400 - устройство для быстрой упаковки аневризмы; 5MAX ACE - устройство для удаления тромбов, вызывающих острый ишемический инсульт; и Neuron System - семейство катетеров для доступа, позволяющих доставлять терапевтические средства к кровеносным сосудам, расположенным высоко в головном мозге.

Neuromersiv (<https://www.neuromersiv.com/>)- сиднейская компания в области цифрового здравоохранения, целью которой является лечение хронических неврологических заболеваний с помощью иммерсивной VR. Первый продукт Neuromersiv, Ulysses™, - это клинически разработанная, одобренная австралийской TGA и британской MHRA система VR-терапии верхней конечности, которая помогает людям, перенесшим инсульт, травму спинного мозга и приобретенную черепно-мозговую травму, восстановить утраченную независимость и качество жизни. Ulysses улучшает реабилитацию за счет клинически подтвержденного обучения конкретным задачам в иммерсивном VR для максимального вовлечения, соответствия и восстановления функций.

В России активно развиваются компании, работающие в области нейрореабилитации с использованием технологий VR/AR.

VR GO (<https://vrgo.team/>) проект ранее поддержанный был поддержан Фондом содействия инновациям в рамках заявки: № 3418ГС1/57427 (с 11.02.2020 по 14.04.2021) по программе: Старт-19-1, является резидентом фонда «Сколково». Проект ведет томская компания ООО "Движение". В рамках проекта было разработано приложение VR для восстановления двигательной активности после инсульта и травм позвоночника.

По словам разработчиков - в основе технологии лежит принцип ассоциации реального и виртуального движения между человеком и его цифровым аватаром. Пользователь интуитивно понимает как контролировать движения аватара. Здесь происходит обращение к принципу идеомоторного акта: как только возникает представление о движении, появляются нервные импульсы, обеспечивающие его. Это позволяет формировать новые нейронные сети для построения движений человека.

За компанией запатентованы технические решения, которые относятся к тренировочным устройствам для развития и укрепления мускулатуры или суставов упражнениями по преодолению противодействующего усилия с измерительными приборами или без них; а также к системам моделирования движения человека в виртуальной реальности: RU2696754C1 Беговой тренажёр с системой виртуальной реальности и способ его работы, RU2723239C1 Система получения реалистичной модели местности для виртуального мира и способ ее работы.

ООО «Сенсомед» - резидент Фонда Сколково⁴⁰. Разработчик «SensoRehab». Это программно-аппаратный комплекс для реабилитации пациентов с нейрокогнитивными нарушениями с применением сенсорной перчатки (рисунок 63) и технологий виртуальной реальности. Принцип работы: лечение осуществляется с помощью видеоигр, где управление основано на определенных жестах-упражнениях. Сверхточное



Рисунок 63 – Сенсорная перчатка от компании ООО «Сенсомед»

устройство – до 1/100 градуса – улавливает движение руки или пальца в любом направлении, в то время как другие продукты могут отслеживать лишь сгибы пальцев. Все данные о моторике и процессе восстановления сохраняются в облако и доступны онлайн пациенту и врачу. Есть возможность подключить VR. Таким образом, использовать систему можно не только в клинике, но и в домашних условиях. Эффективность результатов восстановления, доказанная трехлетними клиническими испытаниями и десятками врачей, в 2,5 раза выше классических методов. И это при условии конкурентной цены. Получено РУ на медицинское изделие. Имеются сертификаты соответствия ISO и Таможенного союза. Подан Патент на методику, сертификат FDA в стадии получения.

Разработки ФГБОУ ВО СамГМУ для реабилитации пациентов с нарушениями движений нижних конечностей.

⁴⁰ <https://navigator.sk.ru/orn/1122339>

- ReviVR мультисенсорный тренажер пассивной реабилитации с нарушениями двигательной функции нижних конечностей, при нарушении пространственного ориентирования и при зрительных нарушениях. В тренажере применена технология совмещения виртуальной реальности и биологической обратной связи с возможностью решения когнитивных задач. Регистрационное удостоверение № РЗН 2021/15373 от 23.09.2021. Приказ от 23.09.2021 № 9114



ReviMotion мультисенсорный тренажер активной реабилитации. В тренажере применяется оптическая система отслеживания движений реабилитируемого и биологическая обратная связь с аудиальными и визуальными эффектами и возможностью решения когнитивных задач (см. рисунок 64). Процесс реабилитации происходит во время выполнения комплексов упражнений ЛФК в игровой форме. Регистрационное удостоверение № РЗН 2022/17755 от 14.07.2022. Приказ от 14.07.2022

Рисунок 64 – Разработка ФГБОУ ВО СамГМУ для реабилитации пациентов с нарушениями движений нижних конечностей

ReviSide тренажер для проведения дыхательных тренировок по релаксации и стабилизации эмоционального состояния

ООО «Психо технолоджи» - компания занимается разработкой VR и AR решений для психотерапии и реабилитации. Использует иммерсивные технологии для создания терапевтических сред, помогающих пациентам справляться с психологическими проблемами.

ООО «Косима» (<https://cosyma.pro/>) – Разработка роботизированной системы виртуальной реальности с обратной тактильной связью для повышения квалификации нейрохирургов, путем проведения диагностических и оперативных вмешательств на 3,4 желудочке головного мозга

«НейроСпорт»

Данный сектор рассматривался с фильтрованием в элементах патентного документа (название, абстракт, формула) термина “game”, “sport”. Таким образом под анализ попадали только те документы, которые могут иметь отношение к сегменту рынка Нейронет «НейроРазвлечения и спорт».

Классы патентной классификации для данного сектора охватывают широкий спектр технологий, от обработки данных до медицинских приложений и искусственного интеллекта (рисунок 65). Вот краткое описание каждого из них:

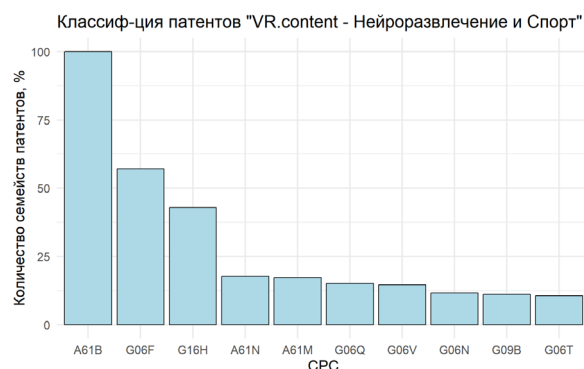


Рисунок 65 - Классы КПК для «НейроСпорт»

Вот краткое описание каждого из них:

G06F: Обработка электрических цифровых данных.

В контексте нейротехнологий в развлечениях это может включать:

1. Игровые платформы. Использование мощных вычислительных систем для обработки данных о действиях игроков и их взаимодействии с виртуальными мирами.

1. Обработка сигналов мозга. Применение технологий для анализа мозговой активности пользователей во время игры, что может улучшить игровой опыт и адаптировать его под индивидуальные предпочтения.

G06Q: Системы и методы для обработки данных в области управления, бизнеса и финансов.

В нейротехнологиях это может быть использовано для:

1. Анализ пользовательского поведения. Сбор и обработка данных о том, как пользователи взаимодействуют с играми или спортивными приложениями, что может помочь разработчикам улучшить интерфейсы и функциональность.

2. Управление спортивными мероприятиями. Использование аналитики для оптимизации процессов управления в спортивных командах или мероприятиях.

A61B: Диагностические, хирургические и терапевтические инструменты и методы, включая медицинские технологии.

Хотя этот класс в основном связан с медицинскими технологиями, он также может быть применим к нейротехнологиям в спорте:

1. Тренировка и реабилитация. Использование диагностических инструментов для оценки состояния спортсменов и разработки программ реабилитации на основе нейрофизиологических данных.

2. Мониторинг здоровья. Применение технологий для отслеживания состояния здоровья спортсменов во время тренировок и соревнований.

H04L: Передача цифровой информации, включая системы связи и протоколы.

1. Коммуникационные системы. Разработка систем, позволяющих спортсменам обмениваться данными о производительности в реальном времени во время соревнований.

2. Виртуальные тренировки. Использование технологий передачи данных для организации онлайн-тренировок или соревнований.

H04W: Беспроводные сети и системы передачи данных.

В нейротехнологиях он может быть применен для:

1. Беспроводные нейрогаджеты. Использование беспроводных устройств для считывания мозговой активности спортсменов или игроков во время тренировок или игр.

2. Системы мониторинга. Передача данных о состоянии здоровья спортсменов через беспроводные сети для анализа тренерами или медицинским персоналом.

G16H: Искусственный интеллект для обработки данных и принятия решений.

Этот класс охватывает применение искусственного интеллекта (ИИ) в различных областях. В контексте нейротехнологий это может включать:

1. Анализ производительности. Использование ИИ для анализа больших объемов данных о тренировках и соревнованиях, что позволяет выявлять закономерности и оптимизировать тренировки.

2. Персонализированные рекомендации. Разработка систем, которые на основе анализа мозговой активности могут предлагать индивидуальные тренировочные программы.

G09B: Образовательные технологии и методы обучения.

Этот класс включает технологии обучения. В нейротехнологиях развлечений это может быть использовано для:

1. Обучающие игры. Создание игр, которые помогают развивать когнитивные навыки пользователей через интерактивное обучение.

2. Нейротренинг. Программы, направленные на улучшение когнитивных функций через игровые механики.

G06N: Компьютерные системы на основе специфических вычислительных моделей, включая нейросети.

Класс охватывает технологии, основанные на специфических вычислительных моделях. В контексте нейротехнологий это может означать:

1. Нейросети. Применение нейросетевых моделей для анализа мозговой активности пользователей во время игр или спортивных мероприятий.
2. Моделирование поведения. Использование вычислительных моделей для симуляции поведения игроков или спортсменов на основе их мозговых сигналов.

G06V: Обработка изображений и видео.

Этот класс охватывает технологии обработки визуальной информации. В нейротехнологиях это может включать:

1. Виртуальная реальность (VR). Разработка VR-приложений, которые используют данные о мозговой активности для создания более захватывающего опыта.
2. Анализ видео. Применение технологий обработки видео для анализа действий спортсменов во время тренировок или соревнований.

H04N: Видеосистемы, включая телевидение и видеоконференции.

Класс охватывает видеосистемы, включая телевидение и видеоконференции. В контексте нейротехнологий это может быть применено:

1. Виртуальные соревнования. Организация видеосистем для проведения онлайн-соревнований с использованием технологий нейрокоммуникации.
2. Обучающие видео. Создание обучающих видеоматериалов, которые используют данные о мозговой активности пользователей для адаптации содержания под их потребности.

Интеграция нейротехнологий с технологиями реальностью дает новые возможности для создания персонализированного контента, адаптированного к эмоциональным реакциям пользователей.

Например, *адаптивные игровые сценарии*: Использование биосенсоров для мониторинга эмоционального состояния игрока позволяет динамически изменять игровой процесс. Например, если система фиксирует стресс или страх у игрока, игра может предложить более легкий уровень сложности или изменить сюжетные линии, чтобы снизить напряжение. (один из примеров см. CN106730812 A kind of game regulator control system estimated based on multi-physiological-parameter mood amount and regulation and control method Система управления игровым регулятором, оцениваемая по мультифизиологическим параметрам величины настроения, и метод регулирования и управления).



Рисунок 66 – Устройство NextMind нейронный контроллер для

В спортивных симуляторах интеграция виртуальной реальности. нейротехнологий может помочь в создании индивидуальных тренировочных программ, которые учитывают эмоциональное состояние спортсмена. Таких примеров даже на уровне концепции в патнтных документах немного. Не говоря уж об отсутствии на рынке таких решений. Тем не менее перспективы реализации довольно высоки. Использование нейрофидбэка позволит улучшить результаты тренировок и повысить мотивацию. Пример, BR102016026833 Neurometry system for analysis and functional training of nervous and cognitive Нейрометрическая система для анализа и функционального тренинга нервной и когнитивной системы.

NextMind SAS (Франция) стартап компания основана в 2017 г. , разрабатывала носимые устройства с интерфейсом "мозг-компьютер", предлагая свои решения для видеоигр. В 2022 г. компания была поглощена Snap Inc. (США).

Устройство NextMind (рисунок 66) фиксируется на затылке и использует ЭЭГ-датчики для регистрации электрической активности мозга. Сигналы, полученные от ЭЭГ, обрабатываются с помощью алгоритмов машинного обучения, которые интерпретируют эти данные и преобразуют их в команды. Например, пользователь может "думать" о том, чтобы выбрать объект в игре, и устройство распознает это намерение. Используя ЭЭГ, пользователи могут управлять VR-приложениями без необходимости в традиционных контроллерах, что создает более естественный и интуитивный опыт взаимодействия.

15 Образование

Картрированный сектор «Образование» (student, teacher, classroom, interactive) представляет собой технологии обучения, основанные на принципах работы нейрокогнитивных процессов при усвоении новой информации, обучении и запоминании, а также учитывающие индивидуальные особенности человека и способность мозга к изменениям. Интерпретация подклассов патентной классификации позволяет структурировать информацию, отслеживать технологические тренды и оценивать инновационную активность в рассматриваемом секторе. В настоящем отчете мы приводим краткий анализ наиболее часто встречаемых в секторе подклассов Кооперативной патентной классификации

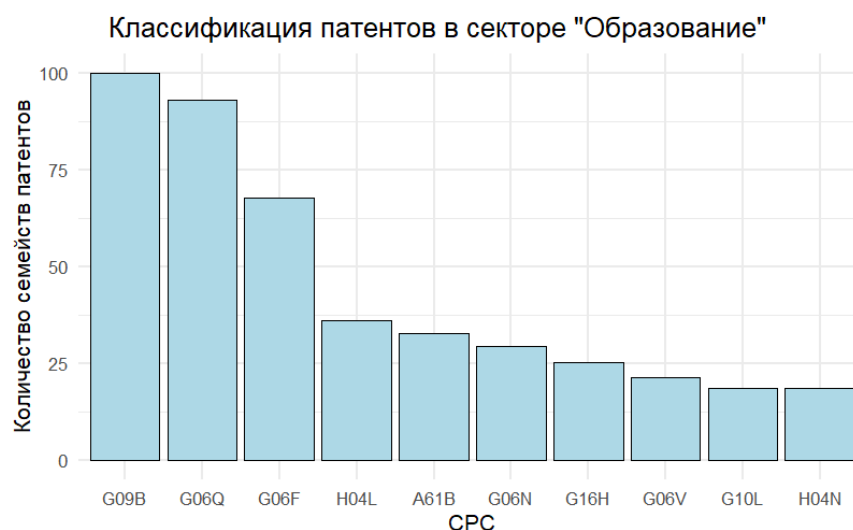


Рисунок 67 – Распределение подклассов КПК в патентах сектора «Образование»

Патенты разбиты по следующим подклассам КПК (рисунок 67):
G09B Учебные и наглядные пособия

Этот класс охватывает технологии, предназначенные для обучения и коммуникации с людьми с ограниченными возможностями, такими как слепые, глухие или немые. В нейротехнологиях это может включать:

1. Адаптивные обучающие системы. Использование нейрокомпьютерных интерфейсов (НКИ) для создания индивидуализированных учебных пособий, которые учитывают особенности восприятия и обучения пользователей.
2. Визуализация информации. Разработка макетов и диаграмм, которые могут быть использованы в сочетании с нейротехнологиями для улучшения понимания сложных концепций.

G06Q Системы обработки данных или способы, специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих, надзорных или прогностических целей.

В контексте нейротехнологий он может быть интерпретирован как:

1. Анализ данных о когнитивных функциях. Использование данных, полученных от нейрогарнитур, для оценки и улучшения когнитивных способностей пользователей.
2. Управление образовательными процессами. Применение НКИ для мониторинга прогресса учащихся и адаптации учебных материалов в реальном времени.

G06F Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств. В нейротехнологиях это может включать:

1. Разработка программного обеспечения для НКИ. Создание алгоритмов, которые обрабатывают сигналы мозга и преобразуют их в команды для управления устройствами.
2. Интерактивные обучающие платформы. Платформы, использующие данные о мозговой активности для создания адаптивных учебных сценариев.

H04L Передача цифровой информации

Класс охватывает технологии передачи информации. В контексте нейротехнологий это может включать:

1. Коммуникационные системы для людей с ограниченными возможностями. Например, системы вроде НейроЧат, которые позволяют передавать информацию напрямую от мозга к компьютеру.
2. Интерактивные платформы. Платформы, которые используют НКИ для обмена информацией между пользователями

A61B Диагностика; хирургия; опознание личности

Этот класс связан с медицинскими технологиями. В нейротехнологиях он может быть интерпретирован как:

1. Нейрореабилитация. Использование НКИ для диагностики и лечения когнитивных нарушений.
2. Когнитивные тренировки. Применение технологий для оценки и улучшения когнитивных функций у пациентов.

G16H Информационные и коммуникационные технологии, специально адаптированные для обработки или процесса обработки медицинских или здравоохраненных данных.

Этот класс охватывает технологии, адаптированные для обработки медицинских данных. В контексте нейротехнологий это может означать:

1. Разработка платформ для медицинских учреждений: Создание систем, которые интегрируют нейротехнологии в процессы диагностики и реабилитации.

Обработка данных о состоянии пациентов: Использование ИМК для мониторинга состояния здоровья и когнитивной активности пациентов.

G06N Компьютерные системы, основанные на специфических вычислительных моделях

Этот класс включает системы, основанные на уникальных вычислительных подходах. В нейротехнологиях это может означать:

1. Моделирование нейронных сетей. Использование компьютерных моделей для симуляции работы мозга и разработки новых методов обучения.

2. Индивидуализированные методы обучения. Применение специфических вычислительных моделей для создания адаптивных образовательных технологий.

G06V — Обработка данных

Класс G06V включает технологии, связанные с обработкой данных, в частности в контексте обработки информации для специфических приложений. В нейротехнологиях этот класс может быть интерпретирован следующим образом:

1. Анализ и обработка нейронных сигналов. Использование алгоритмов для анализа данных, получаемых от НКИ, что позволяет извлекать полезную информацию о состоянии пользователя.

2. Системы поддержки принятия решений. Применение обработанных данных для создания адаптивных систем обучения или реабилитации, которые могут подстраиваться под индивидуальные потребности пользователей.

G10L — Анализ и синтез речи

Класс G10L охватывает технологии, связанные с анализом и синтезом речи. Это включает:

1. Распознавание речи. Использование алгоритмов для преобразования устной речи в текст, что может быть полезно в образовательных технологиях для создания интерактивных обучающих систем.

2. Синтез речи. Технологии, позволяющие преобразовывать текст в речь, что может быть использовано для создания обучающих программ для людей с ограниченными возможностями слуха или зрения.

3. Идентификация говорящего. Применение методов распознавания голоса для аутентификации пользователей в системах обучения или реабилитации.

H04N — Передача цифровой информации

Класс H04N охватывает технологии передачи цифровой информации, включая:

1. Мультимедийные системы передачи. Разработка систем, которые могут передавать аудио и видео данные в реальном времени, что может быть применимо в дистанционном обучении или телемедицине.

2. Коммуникационные технологии. Использование технологий для передачи данных о состоянии здоровья или когнитивной активности пациентов между медицинскими учреждениями и пациентами.

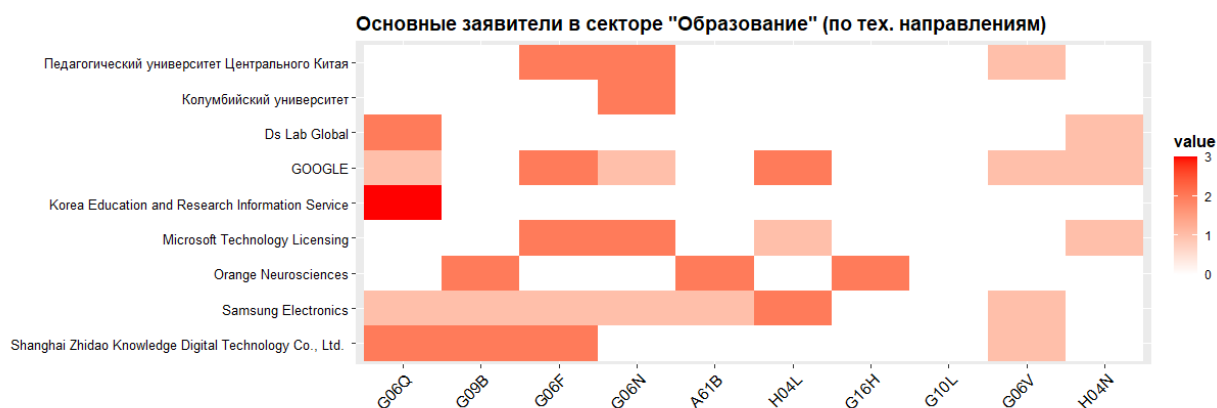


Рисунок 68 – Распределение патентов под подклассам среди основных заявителей в секторе «Образование»

На рисунке 68 представлены основные заявители, распределенные по подклассам МПК, для данного сектора.

Одним из важных технологических решений для данного сектора является применение разнообразных методов новейших технологий для получения и обработки данных физиологических параметров человека и активности мозговой деятельности. Данные решения базируются на использовании неинвазивных методов⁴¹: электроэнцефалографии и магнитно-резонансной томографии.

Метод ЭЭГ. Сущность метода ЭЭГ в измерении электрических сигналов, генерируемых нейронами мозга, с помощью множества электродов, расположенных на коже головы испытуемого. Нейронные сигналы передаются по проводам в систему мониторинга ЭЭГ, которая регистрирует их и формирует данные об изменении сигнала во времени. Данные можно анализировать и, возможно, отображать. ЭЭГ обеспечивает высокое временное разрешение, порядка миллисекунд, и поэтому полезна для обнаружения быстрых изменений в электрической активности мозга. Однако ЭЭГ имеет слабое пространственное разрешение недостаточное для определения области мозга, генерирующей нейронные сигналы.

фМРТ. Другой метод относится к функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). Также как и ЭЭГ фМРТ активно используется для исследования пластичности мозга: изучения того, как мозг может менять свою структуру и функцию в ответ на обучение. Высокое пространственное разрешение (порядка миллиметров) фМРТ позволяет точно определять функциональные области мозга.

Однако временное разрешение фМРТ слишком мало для отслеживания динамики нервной активности. Методика ЭЭГ, имеющая очень низкое пространственное разрешение (в лучшем случае порядка сантиметров), тем не менее обладает оптимальным временным разрешением (порядка миллисекунд), что позволяет характеризовать специфическую динамику нейронной активности на миллисекундных временных масштабах.

⁴¹ Неинвазивный метод — это методика, которая не требует вторжения в организм.

ЭЭГ/фМРТ. Одновременная запись ЭЭГ/фМРТ позволяет сочетать высокое пространственное разрешение фМРТ и высокое временное разрешение ЭЭГ.

В качестве примера уместно рассмотреть патент US10893822 Method and system for use in monitoring neural activity in a subject's brain (Метод и система для мониторинга нейронной активности в мозге субъекта), обладателем которого является Медицинский центр имени Сураски, демонстрируется как комбинированная ЭЭГ/фМРТ-Нейрофидбэк (или нейрообратная связь) может повысить эффективность ЭЭГ-НФ или фМРТ-НФ с высоким пространственным и временным разрешением, которое не может быть выявлено иным способом, рисунок 69.

На рынке есть ряд компаний использующие фМРТ и ЭЭГ в исследовательских и образовательных целях, особенно в области нейронаук.

Brain Products GmbH (<https://www.brainproducts.com/>) — ведущий производитель оборудования и программного обеспечения для нейрофизиологических исследований. Частная компания базируется в Гилчинге, Германия, основана в 1997 год. Предлагает широкий спектр решений для ЭЭГ, включая:

- ЭЭГ-усилители: стационарные и мобильные решения, которые могут использоваться в различных условиях, включая совместимость с МРТ.
- электроды и шлемы для различных сценариев записи.
- программное обеспечение для анализа данных ЭЭГ.

Компания является создателем академии Brain Products Academy, представляющей возможности для получения новых знаний и развития навыков как для начинающих, так и для опытных исследователей. Для обучения студентов в области анализа данных ЭЭГ разработано соответствующее программное обеспечение BrainVision Analyzer.

Коммерческие продукты компании защищены следующими действующими патентами (наиболее релевантными): US8600492 Method and system for EEG artifact correction in combined EEG and functional MRI recording (Метод и система для коррекции артефактов ЭЭГ в совместной записи ЭЭГ и функциональной МРТ), US8326396 Dry electrode for detecting EEG signals and attaching device for holding the dry electrode (Сухой электрод для обнаружения сигналов ЭЭГ и устройство для крепления сухого электрода), US10368771 EEG electrode and multi-channel EEG electrode system (Электрод ЭЭГ и многоканальная система электродов ЭЭГ) и др.

Компания ведет активную работу с научными организациями, участвует в исследовательских проектах по нейрофизиологии, включая разработки в области мобильной электроэнцефалографии и нейроинтерфейсов.

Анализ патентных данных компаний позволяет выявить ключевые направления развития технологий (рисунок 70):

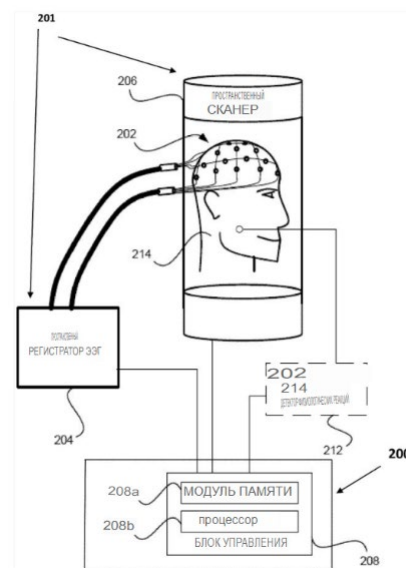


Рисунок 69 – Система для мониторинга нейронной активности (US10893822)

- электроды для ЭЭГ, в частности сухого (dry electrode⁴²),
- устройства, которые используются для синхронизации и управления временными аспектами записи ЭЭГ-сигналов (clock, apparatus),
- компоненты оборудования, используемые для защиты и обеспечения надежности подключения электродов (closure, housing).

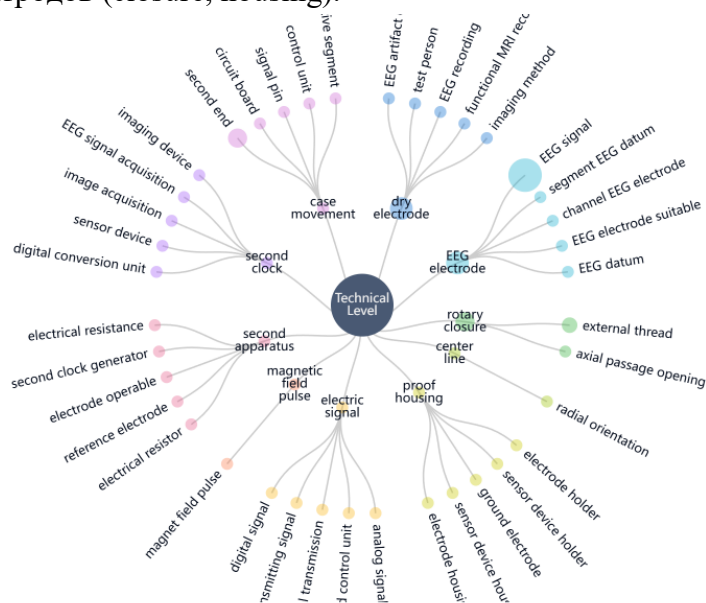


Рисунок 70 – Обзор технологического портфеля с ключевыми словами и фразами, извлеченными из последних патентов компании Brain Products

Emotiv Inc. (<https://www.emotiv.com/>) – частная биоинформатическая и технологическая компания, основанная в 2011 году, специализирующаяся на разработке носимых ЭЭГ устройств. Портфель продуктов компании включает разработки, связанные с интерактивным телевидением, повседневным взаимодействием с компьютером, системой управления «свободные руки», интеллектуальными адаптивными средами, искусством, дизайном доступности, маркетинговыми исследованиями, психологией, обучением, медициной, робототехникой, автомобильной и транспортной безопасностью, обороной и безопасностью.



Рисунок 71 – Встроенные

⁴² Сухой электрод ЭЭГ (dry electrode) представляет собой инновационное устройство для записи электроэнцефалограммы, которое не требует использования проводящего геля или предварительной подготовки кожи. Это делает его более удобным и быстрым в использовании по сравнению с традиционными влажными электродами.

высокочувствительные датчики считывают 4 состояния сознания, 13 мозговых сигналов, способны фиксировать выражения лица, движения головы и глубину сна.

Основные продукты в области нейротехнологии:

- ЕРОС X, беспроводная 14-канальная нейрогарнитура (рисунок 71),
- FLEX: беспроводная 32-канальная нейрогарнитура, обеспечивает гибкую, высокоплотную запись с 32 каналами в стандартных положениях 10-20. Контроллер Flex Controller передает данные по беспроводной связи с точностью до миллисекунды, что позволяет точно определять слуховые и зрительные потенциалы, связанные с событием (ERP)⁴³, рисунок 72.

Интеллектуальная собственность компании защищена рядом патентов, среди которых стоит обратить внимание на US20220031242 Method and system for collecting and processing bioelectrical signals (Метод и система для сбора и обработки биоэлектрических сигналов.), US11847260 System and method for embedded cognitive state metric system (Система и метод для встроенной метрики когнитивного состояния), EP3027110 Wearable system for detecting and measuring biosignals (Носимая система для обнаружения и измерения биосигналов).



Рисунок 72 – Нейрогарнитура предназначена для широкого спектра исследовательских потребностей и продвигает исследования ЭЭГ высокой плотности.

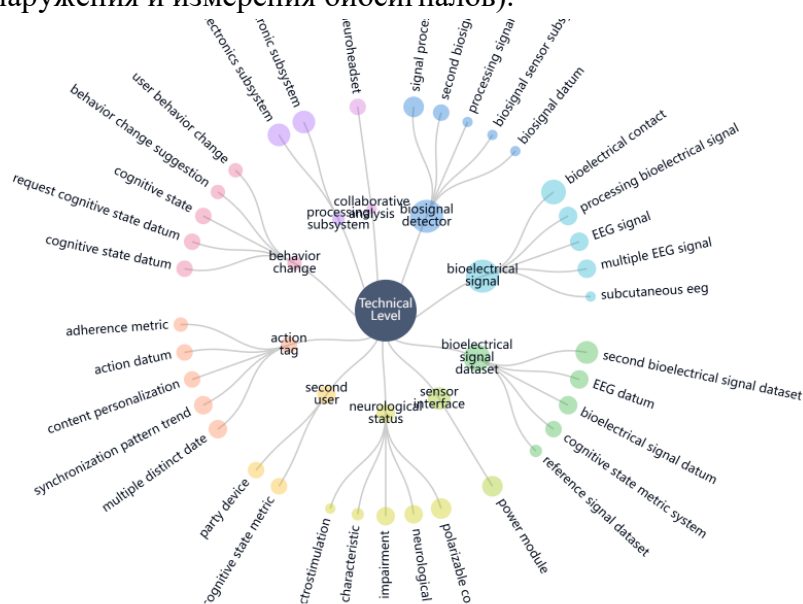


Рисунок 73– обзор технологического портфеля с ключевыми словами и фразами, извлеченными из последних патентов компании Emotiv Inc

Ключевые направления развитие технологий для данной компании (рисунок 73):

⁴³ Потенциал, связанный с событием (ПСС, ССП, англ. event-related potential — ERP) — измеренный отклик мозга, который является прямым результатом определенного ощущения, когнитивного или моторного события.

- сбор данных ЭЭГ в естественных условиях, от нескольких пользователей (bioelectrical signal, biosignal detector),
- коммуникация между пользователями и машинами путем интерпретации биосигналов, отражающих психическое состояние или выражение лица пользователя, управление приложениями с помощью естественных эмоциональных реакций (action tag, behavior change).

NeuroSky (<https://neurosky.com/>) , стартап DARPA⁴⁴ , Калифорния, США. Деятельность компании направлено на распространения доступными по стоимости продукции – первой нейрогарнитуры NeuroSky MindWave, рисунок 74.

Это беспроводная гарнитура ЭЭГ, которая позволяет пользователям отслеживать активность мозга в реальном времени. Она может быть использована для различных приложений, включая игры, обучение и медитацию. Гарнитура совместима с мобильными устройствами и ПК, а также предлагает более 100 обучающих игр и приложений.

Представленные компанией на рынке технические решения защищены десятками патентами, среди которых выделим: EP2667767 Dry sensor EEG/EMG and motion sensing system for seizure detection and monitoring (Метод и система для сбора и обработки биоэлектрических сигналов, включая сухие датчики ЭЭГ/ЭМГ и систему сенсоров движения для обнаружения и мониторинга эпилептических припадков), EP2408359 EEG control of devices using sensory evoked potentials, EP2120692 A method and apparatus for quantitatively evaluating mental states based on brain wave signal processing system (ЭЭГ-управление устройствами с помощью сенсорных вызванных потенциалов).



MindWave Mobile 2

Рисунок 74 - NeuroSky MindWave Mobile — это гаджет, который был создан специально для школьников и студентов

⁴⁴ The Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) - управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США.

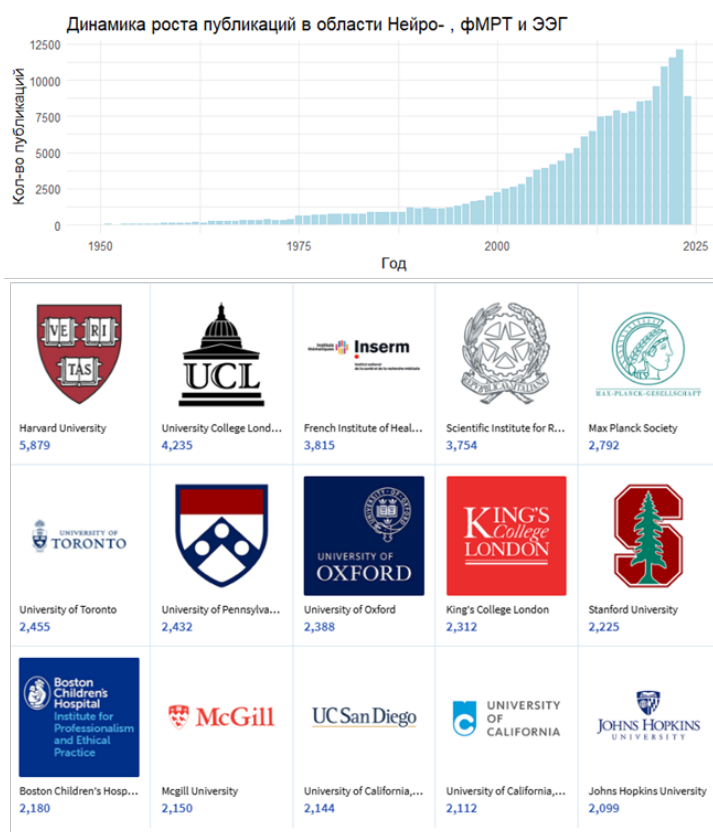


Рисунок 75 – Научная активность в секторе «Образование»

Отдельно стоит выделить университеты, в которых наиболее интенсивно и продуктивно проводятся исследования с использованием ЭЭГ/фМРТ для изучения нейробиологии и обучения (рисунок 75): Harvard University, King's College London, Stanford University и др. Большинство исследований направлены на изучение структуры мозга, его изменения (см. далее нейровизуализация), разработки алгоритмов считывания и анализа нейронных сигналов с использования машинного обучения.

Примеры наиболее цитируемых публикаций.

- Bullmore, Ed, and Olaf Sporns. "Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems." *Nature reviews neuroscience* 10.3 (2009): 186-198. (цит. 12 915) Обзор последних разработок по исследованию сетевой организации головного мозга с помощью количественного анализа сложных сетей на основе теории графов.

- Logothetis, Nikos K., et al. "Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal." *Nature* 412.6843 (2001): 150-157 (цит. 8 108). Исследование связи между измеренным фМРТ-сигналом и лежащей в его основе нейронной активностью на основе одновременной внутрикортикальной записи нейронных сигналов и фМРТ-ответов.

- Lotte, Fabien, et al. "A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces: a 10 year update." *Journal of neural engineering* 15.3 (2018): 031005 (цит. 2052). Комплексный обзор современных алгоритмов классификации, используемых в нейрокомпьютерном интерфейсе (НКИ) на основе ЭЭГ, представляет принципы работы этих методов и рекомендации по их применению. В статье также определен ряд проблем, которые необходимо решить для дальнейшего развития классификации ЭЭГ в НКИ.

Следующим близким развиваемым технологическим решением являются методы исследования мозговой активности, позволяющие эффективно индцировать желаемые

паттерны активности у субъектов. Здесь показательно рассмотреть патент на изобретение US11717686 Method and apparatus for neuroenhancement to facilitate learning and performance (Метод и устройство для нейроусиления для облегчения обучения и производительности), компании NeuroLight Technologies LLC, Inc. на усиление эмоциональной реакции через передачу паттернов мозговых волн, рисунок 76. Компания Neurolight Technologies LLC разрабатывает оптоэлектродные устройства высокой плотности для исследования работы мозга. Компания была основана в 2018 году, а ее штаб-квартира находится в Анн-Арборе, штат Мичиган.

Современные методы нейромодуляции позволяют усиливать эмоциональные реакции у субъектов, передавая временные паттерны мозговых волн от одного человека к другому. Эти методы могут использоваться для создания желаемых эмоциональных

состояний и включают различные технологии,

такие как транскраниальная стимуляция и звуковые или световые стимулы. К методам передачи паттернов мозговых волн относится:

- транскраниальная стимуляция постоянным током (слабый постоянный электрический ток для модуляции активности нейронов в целевых областях мозга),
- транскраниальная магнитная стимуляция (магнитные импульсы для неинвазивной стимуляции определенных областей мозга),
- транскраниальная стимуляция переменным током (переменный ток для модуляции ритмической активности мозга),
- световые и звуковые стимулы.

Если посмотреть патентные данные вышеперечисленных компаний по покрытию рынка патентами (рисунок 77), защищающие продукт, то мы увидим, что область патентования ограничена в основном территории Сев. Америки и странами Юго-Восточной Азии (Корея, Китай, Индия, Япония). Это говорит о том, что продукция не так распространена и только начинает производиться. Основные компании, ведущие НИОКР, сосредоточены в США, производство – в Китае.

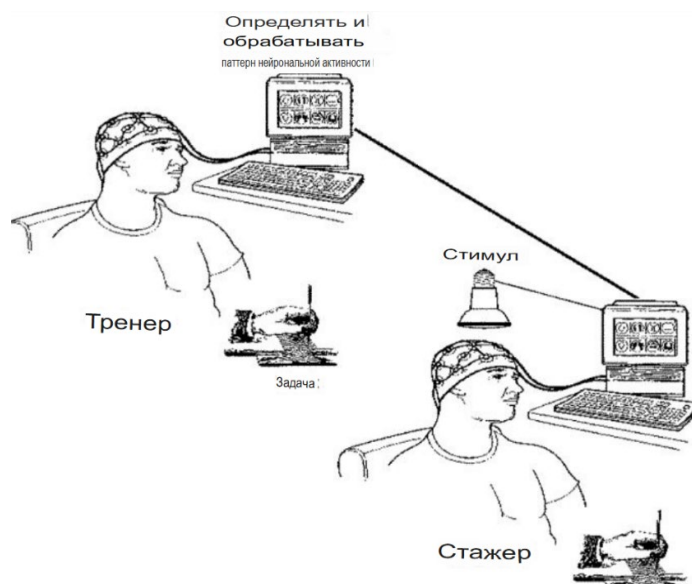


Рисунок 76 – Метод и устройство для нейроусиления в целях улучшения эффективности обучения (US11717686)

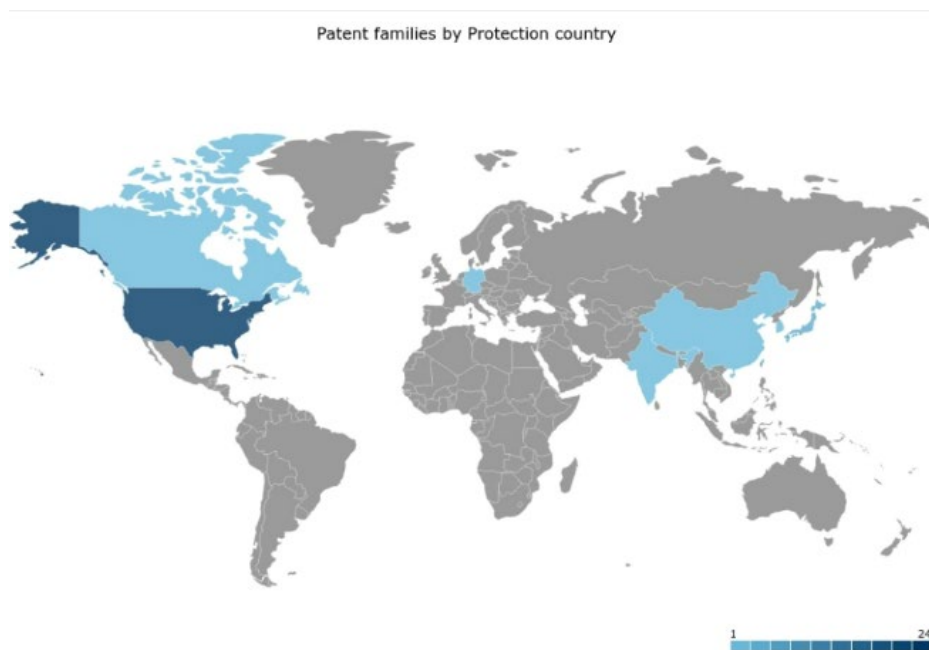


Рисунок 77– Оценка распространения рыночной продукции по патентном покрытию регионов

Другим важным технологическим решением следует рассматривать применение *нейровизуализации мозговой деятельности в процессе обучения*. В российской обзорной статье ¹ приводятся научные исследования, посвящённые проблеме взаимосвязи музыкальности и общего интеллекта. Исследования показывают, что дети, занимающиеся музыкой, демонстрируют более высокие результаты в тестах на внимание и память по сравнению с их сверстниками. Музыкальные занятия требуют от детей запоминания мелодий и текстов, что способствует развитию их памяти. В целом музыкальные знания связаны с улучшением показателей и в других когнитивных областях, таких как речь, внимание, интеллект и двигательные навыки. Приведенные “позитивные изменения”, возможно, объясняются результатами, которые показывают, что занятия музыкой *изменяют* области мозга, связанные с различными когнитивными навыками. Это может быть особенно верно для областей, ответственных за речь, а именно, для височной поверхности, мышц Хешля и нижних лобных мышц. *Визуализация* мозга может показать области мозга, на которые влияют музыкальные стимулы и задачи. Структурные МРТ-исследования показывают связи между знаниями (в данном случае музыкальными навыками) и структурными изменениями в мозге. В работе показано, что передняя часть мозолистого тела у музыкантов значительно больше, чем у не-музыкантов. Ранние и интенсивные тренировки клавишников и струнников могут способствовать усилению и ускорению взаимодействия между полушариями мозга для выполнения сложных движений обеими руками.

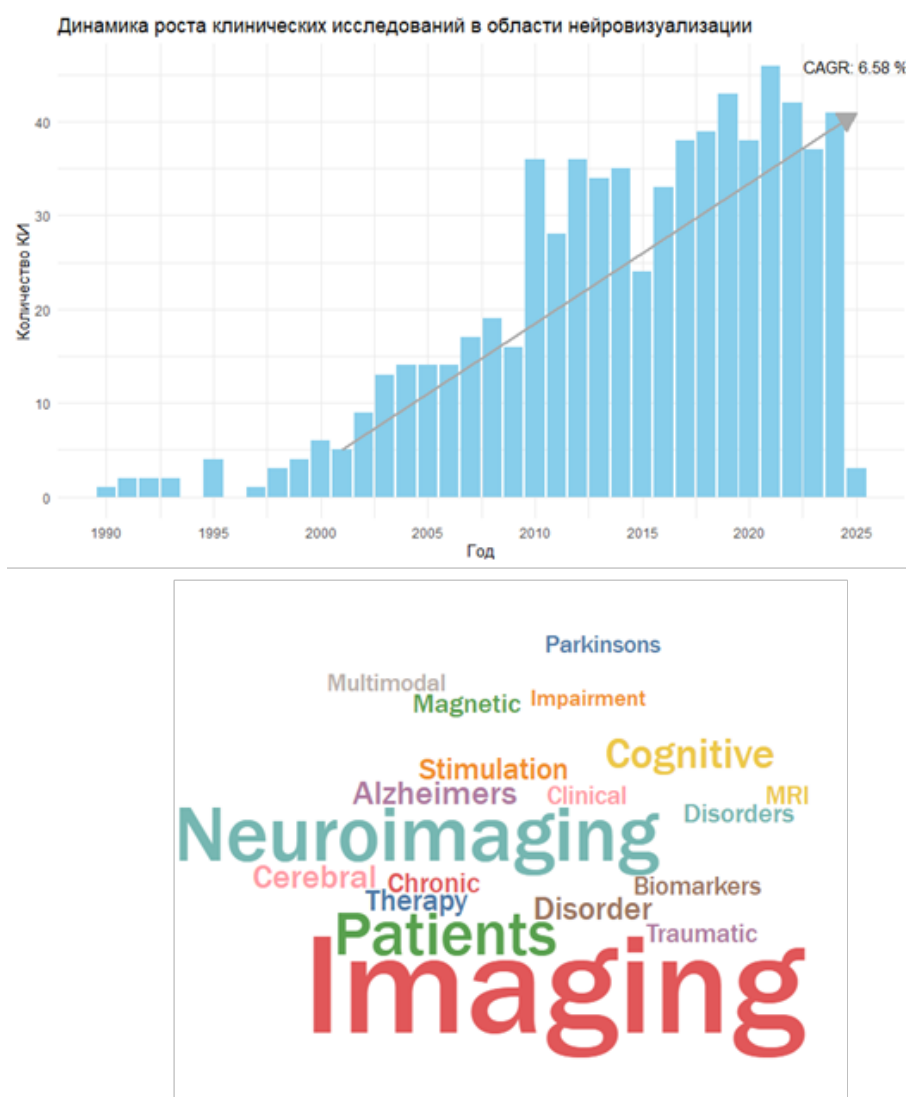


Рисунок 78 – количество клинических исследований в области нейровизуализации и анализ наиболее часто встречаемых слов в названии исследований

К методам нейровизуализации, помимо фМРТ, ЭЭГ, относят:

- позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ): ПЭТ используется для изучения метаболической активности мозга и может помочь в понимании того, как различные области мозга активируются во время выполнения учебных задач,
- магнитоэнцефалография (МЭГ): МЭГ также используется для изучения активности мозга, обеспечивая высокую пространственную и временную разрешающую способность, что делает его полезным для анализа нейронных сетей во время учебного процесса.

Нейровизуализация больше связано с исследовательскими процессами, которые проводятся на базе крупных медицинских центров с привлечением научных специалистов нейронаук различных направлений физики, химии, информатики, материаловедении. Отдельный срез по количеству клинических исследований в области нейровизуализации ⁴⁵ показывает, что клинический интерес синхронно растет с доступностью и совершенствованием фМРТ, ЭЭГ, ПЭТ и МЭГ, см. рисунок 78.

⁴⁵ Данные получены clinicaltrials.gov , <https://clinicaltrials.gov/search?cond=Brain%20Neuroimaging>

Большая часть исследований связано с диагностикой и терапией нейродегенеративных заболеваний (болезнь Альцгеймера, Паркинсона), душевных расстройств.

Что касается трендов последних лет, то сейчас наблюдается растущий интерес к разработке систем ИИ, способных распознавать и понимать человеческие эмоции. Технология распознавания эмоций эволюционировала от традиционных статических детекторов к более динамичным и сложным системам. Необходимость таких усовершенствований возникает из-за ограничений ранних технологий, которые заключались в считывании и анализе лицевых выражений или голоса, предоставляя ограниченное представление о сложном спектре человеческих эмоций.

Новые технологии распознавания эмоций основаны на использовании искусственного интеллекта в считывании и обработке целой системы данных из различных источников, таких как мимика, жесты, голос и язык тела (IN202411007451). Такой многомодальный анализ позволяет более точно оценивать эмоциональное состояние. При выполнении анализа используются технологии машинного обучения, нейронных сетей и обработки естественного языка (Natural Language Processing или NLP), которые составляют основу особого искусственного интеллекта – *эмоциональный (Emotion AI)*.

Дополнительно при мониторинге эмоционального состояния в реальном времени применяют датчики нейрологических процессов пользователя биообратной связи, которые фиксируют физиологические параметры, такие как частота сердечных сокращений и уровень мышечного напряжения

Системы распознавания эмоций на основе ИИ представляют собой мощный инструмент для улучшения образовательного процесса. Они позволяют глубже понять эмоциональные реакции студентов и адаптировать образовательный процесс под персональные потребности каждого студента, что способствует более эффективному усвоению материала и повышению общей удовлетворенности от обучения.

В России подобное решение для школьников разработано Рязанским радиозаводом холдинга «Росэлектроника». Продукт представлен названием как интеллектуальное место работы с учебной информацией (ИМРУИ) и представляет собой оснащенный камерами монитор со специальным программным обеспечением. Интерфейс ИМРУИ автоматизирован и адаптирован под каждого пользователя [24].

Вход в личный кабинет для учеников и преподавателей возможен с помощью системы распознавания лиц. Учащийся проходит контрольное тестирование – программа запоминает его внешний вид, считывает данные о психофизической структуре его личности и эмоциональном состоянии. Во время занятий эта информация будет решающей – она поможет программе определять психологическое и эмоциональное состояние ученика, оценивать их влияние на скорость и качество усвоения учебного материала. На основе полученных данных ИМРУИ сформирует преподавателю рекомендации по составлению индивидуальной обучающей траектории для каждого ученика и по доработке учебного материала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абабкова М.Ю., Леонтьева В.Л., Покровская Н.Н. Развитие нейрокоммуникационных и когнитивных технологий для сжатия социального пространства в моменты кризисной изоляции // Вестник Евразийской Науки. 2020. Vol. 12, № 4. Р. 24.
2. Очки дополненной реальности: где мы сейчас? [Electronic resource] // Хабр. 2020. URL: <https://habr.com/ru/articles/503630/> (accessed: 14.11.2024).
3. Авакумов С.В. Психологическая модель сновидения в норме и патологии // Эффективная Фармакотерапия. 2017. № 35. Р. 32–37.
4. Hall B., Jaffe A., Trajtenberg M. The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools: w8498. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2001. Р. w8498.
5. Understand and use a landscape map [Electronic resource] // Orbit Intelligence. URL: <https://intelligence.help.questel.com/en/support/solutions/articles/77000450043-understand-and-use-a-landscape-map> (accessed: 17.11.2024).
6. AumRaj. New IoT Platform for Wireless Device- Bluetooth Low Energy [Electronic resource] // Aumraj. 2022. URL: <https://aumraj.com/new-iot-platform-for-wireless-device-bluetooth-low-energy/> (accessed: 13.11.2024).
7. Rodrigues J.J.P.C. et al. Enabling Technologies for the Internet of Health Things // IEEE Access. 2018. Vol. 6. Р. 13129–13141.
8. Аналитика [Electronic resource]. URL: <https://neuronet.expert/analitics> (accessed: 13.11.2024).
9. Yu B. et al. Biofeedback for Everyday Stress Management: A Systematic Review // Front. ICT. 2018. Vol. 5. Р. 23.
10. Корж (Сенина) Е.М., Громова А.В. Потенциал Применения Технологий Искусственного Интеллекта В Психологии // Системная Психология И Социология. 2023. № 2 (46). Р. 60–70.
11. Marks I.M., Cavanagh K., Gega L. Computer-aided psychotherapy: revolution or bubble? // Br J Psychiatry. 2007. Vol. 191, № 6. Р. 471–473.
12. Rothbaum B.O. et al. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder // J Clin Psychiatry. 2001. Vol. 62, № 8. Р. 617–622.
13. Troitskaya O., Batkhina A. Компьютерная программа когнитивно-поведенческой терапии для мобильных приложений «АНТИ-ДЕПРЕССИЯ» iCognito: результаты исследования эффективности. 2021.
14. Howard Gardner, multiple intelligences and education [Electronic resource] // infed.org. URL: <https://infed.org/mobi/howard-gardner-multiple-intelligences-and-education/> (accessed: 13.11.2024).
15. Косоногов В.В. et al. Мозговая организация и генетические корреляты эмоционального интеллекта // Мир Науки. 2018. Vol. 6, № 2. Р. 74.
16. Minds and machines: Unveiling the psychological effects of chatting with AI chatbots - The Academic [Electronic resource]. 2024. URL: <https://theacademic.com/minds-and-machines-with-ai-chatbots/> (accessed: 16.11.2024).
17. Xu B., Zhuang Z. Survey on psychotherapy chatbots // Concurrency and Computation. 2022. Vol. 34, № 7. Р. e6170.
18. Belfin R.V. et al. A Graph Based Chatbot for Cancer Patients // 2019 5th International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS). Coimbatore, India: IEEE, 2019. Р. 717–721.
19. Роговец А.Ю. et al. Чат-бот как способ поддержки жертв школьной травли // Современная Зарубежная Психология. 2023. Vol. 12, № 3. Р. 103–114.
20. Лучшие чат боты психологи на искусственном интеллекте – приложения и в Telegram [Electronic resource] // Psy-Chat.ru – Консультации с психологом онлайн. URL: <https://psy-chat.ru/bot-psychology> (accessed: 13.11.2024).

21. Hasani B., Mahoor M.H. Facial Expression Recognition Using Enhanced Deep 3D Convolutional Neural Networks: arXiv:1705.07871. arXiv, 2017.
22. Sahin N. et al. Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social Communication Aid for Children and Adults with Autism // Journal of Clinical Medicine. 2018. Vol. 7. P. 188.
23. Jiang H. et al. Theta Oscillations Rapidly Convey Odor-Specific Content in Human Piriform Cortex // Neuron. 2017. Vol. 94, № 1. P. 207.
24. Ростех - Медиа - Новости - Искусственный интеллект за школьной партой [Electronic resource]. URL: <https://rostec.ru/media/news/iskusstvennyy-intellekt-za-shkolnoy-partoy/#end> (accessed: 10.10.2024).

Список компаний в инновационном ландшафте

Advanced Electronic Biosystem, 48
Affectiva, 52, 53
Afferent, 19
Apple, 48
AppliedVR, 79
Athos Works, 27
Avaya, 19, 32
Big Health, 41
Biotrak Health, 31
Braemar Manufacturing, 19
Brain Power, 52
Brain Products, 89, 90
Central Assessment Systems, 51
CereGate, 59, 60
Cerora, 51, 60, 61
Cigna, 41
Cloverleaf, 52, 53
Cognihab, 80
Cognivue, 51
Cognixion, 73
Cognoa, 66
Continuum Global Solutions, 19
Dexta Robotics, 71
Emotiv, 28, 34, 90
Experian Marketing Solutions, 19
Fullpower, 48
Google, 2, 19, 27, 28, 32, 41, 44
Gracenote, 32, 34
G-Tec, 28
HoneyNaps, 64
InteraXon, 28
InTouch Health, 44
iRobot, 44
Juvo, 48
Koninklijke Philips, 45
Lumosity, 41
MAD Apparel, 27
Massimo, 47
Medtronic, 32, 47, 64, 65, 68
Microsoft, 14, 19, 27, 32, 35, 44
MindMaze, 74
MindWave, 28
NetRatings, 33, 34
Neurable, 75
Neurodata Lab, 53
NeuroLight, 94
Neuromersiv, 80
Neuropace, 67
NeuroSky, 28, 92
NeuroVirt Ltd., 78
NextMind, 85
Nielsen, 32, 34, 36, 37

Penumbra, 80
Perception Neuroscience, 41
Philips Healthcare, 47
ResMed, 48
ROM Technologies, 49
Sensory Logic, 35
Sleep Number, 48
SmartEye, 53
Stroll Ltd, 77
Suggestic, 35
Teledyne Scientific and Imaging, 42
TheAI, 53
Withings Sleep, 48
Xi'an Huinao Intelligent Technology Co., Ltd, 61
XRHealth, 79
ГОУ ВПО «Московская Медицинская Академия им. И.М. Сеченова», 67
Движение, 81
Косима, 82
ММПО Доктор Борменталь, 41
Нейротренд, 34, 42
Пекинский технологический университет, 61
Психо технолоджи, 82
Росэлектроника, 97
СамГМУ, 82
Сенсомед, 81
Университет Гачон, 61
ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России, 41
Шаньдунский университет, 61
Юго-Восточный университет, 61
Южно-Китайский технологический университет, 61