

Экспертно-аналитический отчет

# Анализ состояния и динамики мирового рынка нейротехнологий

Москва  
2015



## Содержание

Вступительное слово	4
Введение	5
Глоссарий	5
Сводное резюме	6
Аналитический раздел	8
Объект исследования	8
Предмет исследования	8
Основные тренды в развитии отрасли НКТ	10
Образ индустрии НКТ	14
Коммерческие проекты в области НКТ	17
Исследовательская деятельность в области нейротехнологий.	25
Основные игроки и роли участников рынка НКТ за рассматриваемый период. Качественный анализ	28
Основные формы и характеристики практик стимулирования и поддержки развития нейротехнологий в мире	29
Выводы и итоги	29
Заключительное слово	31
Список использованной литературы и источников	33



## Вступительное слово

В первом выпуске Scientific American от 28 августа 1845 года редакторы журнала выразили изумление и восхищение технологии, которая, как мы теперь знаем, положила начало развитию телекоммуникации. За год до того состоялся первый обмен сообщениями по электромагнитному телеграфу между Вашингтоном и Балтимором. Редакторы назвали изобретение Сэмюэля Морзе «чудом нашего времени» и предположили, что «оно, весьма вероятно, будет широко использоваться по всему свету». Однако никто тогда не мог вообразить и осознать, насколько глубокие последствия несет в себе связь городов, домов и удаленных уголков мира через сети кабелей, по которым бегут электрические сигналы. Сегодня мы, возможно, находимся в похожей ситуации. На наших глазах возникает технология коммуникации, которая пока выглядит 'сырой' и применимой в ограниченном круге задач. Мы полагаем, что она приведет к глобальным последствиям. Достаточно быстро она разовьется в мощный универсальный инструмент и изменит мир сильнее, чем это сделали телеграф, телефон и интернет.

Речь идет о технологии и, следовательно, связанной с ней отрасли нейрокоммуникаций. Ее суть – во введении в процесс передачи сообщений данных о физиологических параметрах человека, а впоследствии и данных активности его мозга. Почему это «изменит всё»? Потому что такой тип коммуникации порождает массу разнообразных эффектов почти во всех аспектах жизни людей – в том, как они учатся, работают, проводят свободное время, покупают, ведут военные действия, организуют совместные проекты и исследования. Это технология, которая обеспечивает не обмен внешними продуктами психики (слова, символы, жесты, выражения лица и т.п.), а непосредственно связывает психики разных людей. Она позволяет обмен состояниями, не выразимыми вербально, позволяет обмениваться сенсорным и эмоциональным опытом напрямую. На наш взгляд, это следующий game changer; для него введен термин – нейронет.

В этом плане важно, во-первых, обозначить сегодняшние тенденции в нейротехнологиях, ведущие к нейронету, с тем чтобы долгосрочные планы и стратегии (чего бы они ни касались) строились с учетом этого фактора. По нашим оценкам, масштаб влияния этих технологий уже в ближайшее десятилетие будет достаточно сильным, чтобы вызвать необходимость адаптироваться к их присутствию в самых разных сферах деятельности, в т.ч. бизнеса.

Во-вторых, возникновение нового глобального рынка открывает уникальные возможности. И чем раньше игроком будет принято решение об участии в развитии этого рынка, тем больший шанс появится завоевать на нем одну из ключевых ниш. Кроме прочего, это рынок высоких технологий, и включение в него неизбежно дает толчок развитию страны в сторону экономики знаний.

Необходимо отметить, что именно сейчас технологии достигли того уровня, с которого возможность обогащенной нейрокоммуникации между людьми (а также людьми и машинами) можно рассматривать и обсуждать всерьез. Уже не актуален спор о том, можно ли напрямую связать два мозга каналом коммуникации и передать по нему сообщение: это экспериментально подтверждено. Мы не беремся в точности предвидеть ход развития нейрокоммуникаций, но логика, направление и, главное, научная и техническая составляющие этого развития просматриваются отчетливо. Можно провести аналогию: отрасли самолетостроения еще нет, но первые полеты аппарата братьев Райт уже состоялись. Технологии сегодня развиваются стремительно. В ближайшие пять лет «самолет» нейротехнологий наберет высоту: возникнет интернет вещей и сеть биометрических данных, что создаст как соответствующий спрос на системы обработки этих данных, так и новые виды деятельности (напр. исследования с использованием баз био-траекторий пользователей, массовые игры с биологической обратной связью). Усовершенствование нейроинтерфейсов радикально изменит присутствие человека в сети (он будет воспринимать ощущения других людей) и в реальном мире (он будет управлять сложными системами интуитивно). Анализ, представленный в данном документе, позволяет заключить, что это произойдет с высокой вероятностью и в короткие сроки.

## Введение

Документ представляет собой краткий обзор возникающей в перспективе отрасли коммуникаций, основанной на использовании биоданных и нейроданных человека. Процесс ее появления окажет влияние на множество смежных рынков, от медицины и развлечений до образования и науки, создаст собственный глобальный рынок и полностью изменит как суть, так и форму человеческих коммуникаций и взаимодействий.

Данный анализ является первым в своем роде в качестве системного исследования индустрии нейрокоммуникаций. При этом документ не уникален в качестве обзора рынка нейротехнологий и носимых устройств биометрии. В основе данной работы лежат два года аналитических исследований, обсуждений с ведущими экспертами и разработчиками в области нейротехнологий, человеко-компьютерных интерфейсов, архитектуры интернета, системной инженерии, коллективной деятельности и прочих областей знания, значимых для нейрокоммуникаций.

Документ возник не только как результат аналитической работы, но и является продуктом форсайт-работы. Мы предлагаем анализ наблюдаемых трендов в предметной сфере и, продолжая их в будущее, приходим к определенной картине развития отрасли нейрокоммуникаций. Под трендом мы понимаем объективную тенденцию изменений в предметной сфере, которая признается как таковая экспертным сообществом. Используя процедуру генерации трендов Rapid Foresight, мы фиксируем консолидированное мнение экспертного сообщества. Основным источником трендов выступают экспертные сессии Российской группы нейронета. Инструментом верификации – отраслевые аналитические документы и форсайты, являющиеся продуктом работы других групп.

Мы видим свою задачу в том, чтобы предложить достаточно полное представление о движении технологий, практик коллективной деятельности и запросов пользователей, которые совместно создают базу для возникновения новой отрасли. Мы стремимся предложить видение, которое послужит держателям ресурсов, руководителям и бизнесу ориентиром для принятия решений. Это могут быть, к примеру, решения в части запуска новых проектов, введения новых стандартов и подходов в образовании, финансирования исследований или открытия новых ниш в сфере развлечений.

## Глоссарий

**Автономный агент:** когнитивный усилитель, искусственная система, умеющая отображать и поддерживать сложную психическую функцию, берущая на себя часть рутинных задач (память, анализ, расчет).

**Биометри-нет:** сетевые коммуникации, использующие биометрические данные подключенных пользователей для обучения, управления вниманием, прогнозирования поведения и т.п.

**БОС:** биологическая обратная связь, процедура, в ходе которой человеку посредством внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с помощью микропроцессорной или компьютерной техники, предъявляется информация о состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов.

**BigLiveData:** биометрическая диагностика, сбор и обработка в реальном времени потока данных по множеству физиологических параметров и видов активности человека.

**DIY** (англ. Do It Yourself): “сделай сам”, принцип, согласно которому потребитель вносит в производство конечного продукта большую составляющую собственных усилий.

**Fab lab** (англ. fabrication laboratory): небольшая мастерская, предлагающая участникам возможность изготавливать необходимые им детали на станках с компьютеризированной системой управления.

**ИКТ:** информационно-коммуникационные технологии.

**НКТ:** нейро- коммуникационные технологии.

**ИСС:** измененные состояния сознания.

**Нейроинтерфейс:** технология прямого обмена данными, связывающая естественные нервные системы друг с другом, с искусственными и гибридными системами.

**“Point of view”:** аналитический подход, согласно которому одна и та же система описывается с разных позиций, в зависимости от целей и интересов субъектов-игроков, которые ее разрабатывают, организуют и используют.

**Сенсориум:** тип нейроустройств, которые позволяют получать комплексные и необычные опыты в играх, фильмах и других типах развлечений.

**Экзокортекс:** комплекс искусственных компонентов психики, расширяющих и усиливающих возможности психики живого организма.

## Сводное резюме

Предмет нашей работы - использование нейротехнологий в коммуникациях и новые проекты в этой области в России и в мире. Коммуникации сегодня обеспечивают связность мира, позволяя ему развиваться. Эта связность неуклонно растет, она продолжит расти дальше, в нее вовлекаются все новые субъекты, генерируются новые типы данных. Растет при этом вовлеченность человека в аппаратно-опосредованные коммуникации. Предельное состояние коммуникационной среды, в котором человек вовлечен в коммуникацию “с головой” и “с телом” - мы называем “нейронетом”.

Главным драйвером развития электронных нейроинтерфейсных технологий выступает спрос со стороны игровых, военных и медицинских приложений. Параллельно мы входим в эпоху, где решение задач, связанных со считыванием и стимуляцией активности больших групп нейронов, становится технически возможным. Последнее уже приводит к смещению фокуса исследований с отдельных клеток на их сети, с биохимического регулирования на электрическое.

Потенциальный рынок, охватывающий нейротехнологии и нейрокоммуникации, представляется стремительно растущим на горизонте ближайших 5, 10, 15 лет. Наблюдаемые тренды однозначно указывают на формирование в ближайшем будущем индустрии нейрокоммуникации, которая окажет решающее влияние на характер производственных процессов, виды совместной деятельности и образ жизни людей в целом. В этой связи мы рассматриваем, как может быть организована будущая индустрия нейро-коммуникационных технологий, какие секторы нового рынка будут наиболее перспективными, и какие типы новых бизнес-проектов могут оказаться наиболее востребованными.

- Отрасль находится у самого старта развития, технологии созрели для первых продуктов, научные исследования вокруг данной сферы интенсифицируются и имеют ясный план работ на десятилетие вперед
- При этом индустрия пока не названа и работы совершаются в смежных сферах, системный эффект конвергенции не очевиден и пространство новой индустрии пока еще является «голубым океаном» - пространством с низкой конкуренцией, в котором можно разместить стратегическую ставку как государства, так и бизнеса
- Потенциал глобального рынка оценивается в триллионы долларов, охватывает все человечество и опирается на «вечные» потребности
- Это высокотехнологичная, интеллектуальная индустрия, где Россия имеет кадровый и технический задел для включения в качестве игрока прямо сейчас
- Наша задача: обрисовать в сжатом виде черты будущего, связанного с новыми способами коммуникации, технологиями цифровой реальности и нейроинтерфейсами.
- Данная работа основана на серии работ «российской группы нейронета» и результатах нескольких проведенных ей форсайт-сессий, проходивших с начала 2013 года по настоящее время. Результаты работы группы доступны на сайте [www.globalneuroweb.org](http://www.globalneuroweb.org)

Анализируя состояние научных исследований в РФ и за рубежом, мы приходим к выводу, что в настоящих условиях Российские разработчики и компании не в состоянии занять лидирующие позиции на существующих рынках, связанных с нейротехнологиями. В этом случае ставка на высокотехнологичное развитие, сделанная государством, может быть реализована на рынках не существующей, но определенно готовой возникнуть индустрии, а именно - нейрокоммуникации (или кратко, нейронета). В этой связи нами предлагается ряд шагов, которые будут способствовать активному участию России в нарождающейся отрасли с потенциально очень значительным объемом рынка.

# Аналитический раздел

## Объект исследования

Технологии регистрации, передачи и отображения биологической информации, используемые в коммуникациях человек-человек, человек-группа, человек-машина, представленные в виде исследований, бизнесов в различных стадиях развития, а также меры инфраструктурной поддержки развития предметной сферы.

Коммуникационные технологии. Не только информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), то есть взаимообмен данными, но и коммуникация в широком смысле: например, в группе людей, безотносительно наличия технических средств, обеспечивающих коммуникацию. Иными словами, любой вид коммуникации, включающий передающего, принимающего, организацию канала передачи, пространства коммуникации и сообщения.

## Предмет исследования

Динамика рыночных ниш, ключевые характеристики и особенности рынка НКТ, эффективность мер инфраструктурной поддержки предметной сферы в горизонте до 5 лет.

Ниже приведен краткий обзор существующих и возникающих ниш в области НКТ.

**Медицинское применение.** В этой сфере использование нейроинтерфейсов крайне востребовано, и пользователи раньше других вынуждены преодолевать страх инвазивных технологий. Так, широкое распространение давно получили кохлеарные импланты (возвращающие слух). Протезы конечностей, подключаемые к периферическим нервам либо непосредственно к мозгу, применяются начиная с 2010 года. Прогноз роста рынка искусственных органов и протезов с \$16 млрд. в 2010 году до двух раз к 2018 году (Artificial Vital Organs and Medical Bionics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2012 - 2018). Совершенствование технологий и удешевление электроники и механической части приведут ко все большему обращению к нейропротезам конечностей и органов чувств.

**Военное применение.** Разработки в области нейроинтерфейсов велись в рамках проектов DARPA с 1970-х гг., сегодня они вышли на уровень практических применений. В военной сфере нейроинтерфейсы интересны с точки зрения управления сложной боевой техникой, включая дистантное управление боевыми роботами.

**Промышленное применение.** Те же технологии можно использовать для более эффективного управления промышленными роботами, работающими в опасных условиях. Еще одно применение - управление сложными промышленными объектами с помощью операторских групп, объединенных интерфейсом. Таким образом, нейротехнологии могут стать полезными в промышленности так же, как и в военной сфере.

**Индустрия развлечений.** В этой сфере виден запрос на получение новых граней игрового опыта, достижимый с помощью НКТ. В конце 2000-х гг. в компьютерной индустрии появились первые массовые нейроинтерфейсы в качестве устройств ввода-вывода. Ряд устройств (Emotiv, NeuroSky и Neural Impulse Actuator) позволяют управлять через сигналы мозга игровыми персонажами. Пользователю достаточно представлять движения, и за счет этого можно заставить персонажа бежать, останавливаться, поворачиваться, прыгать, стрелять и др. Аналогично, в другого типа нейро-играх мысленное напряжение и расслабление способно перемещать предмет. Самая известная из таких игр – MindBall – представляет собой сражение двух игроков, где выигрывает тот, кто сможет лучше расслабиться.



**Биометрия.** Отдельно отметим бурно растущий и весьма многообещающий рынок носимых электронных устройств (wearables), считывающих физиологические параметры пользователя. Объем этого рынка в 2012 г. уже приблизился к миллиарду долларов, и ожидается, что к 2016 г. он вырастет примерно в 20 раз: с нынешних 14 миллионов до 300 миллионов устройств.

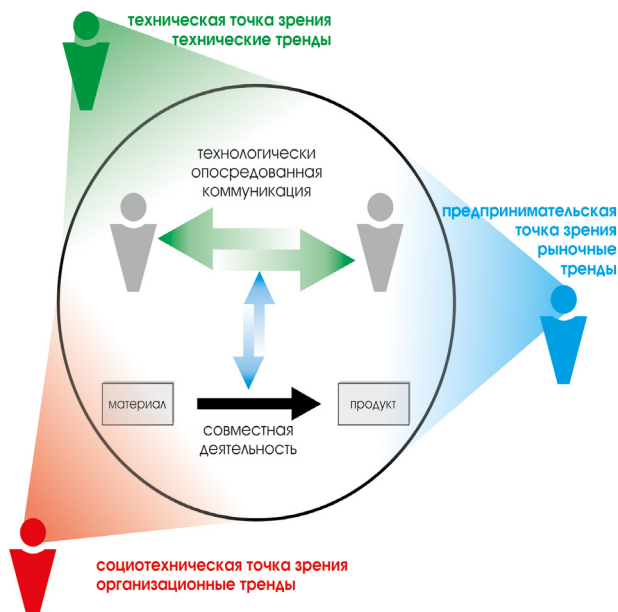
**Обучение ресурсным состояниям и работе с вниманием.** Данное направление связано с методами достижения особо продуктивных режимов работы психики. Долгое время в области образования и управления персоналом эта сфера не была востребована, однако ситуация начинает меняться. В корпоративном мире получают распространение практики медитации, и обсуждается духовность как фактор производительности труда. В частности, компания Google создала институт лидерских программ Search Inside Yourself, который преподает медитацию инженерам. Специальный курс обучения помогает сотрудникам эффективнее справляться со стрессами повысить свою продуктивность. Нейротехнологии, включая БОС, будут несомненно привлекаться в эту сферу, поскольку их применение напрямую связано с достижением ресурсных состояний. Рынок оценки и тренировки когнитивных способностей вырастет с \$1,7 млрд. с 2013 до \$5,7 млрд. к 2018 году. (Cognitive Assessment and Training Market Worldwide Market Forecasts and Analysis (2013-2018))

Рынок нейрокоммуникаций включает как много существующих, так и только возникающие и даже пока потенциальные направления. Некоторые из них, видимые уже сегодня, могут быть оценены. По другим экстраполяция объема рынков может быть не точной. Гипотетические ниши вряд ли могут быть разумно оценены. В последнем случае следует опираться на данные о проявлении потребностей сегодняшних пользователей и на оценку рынка, занятого удовлетворением этих потребностей.

Как видно, возникающая отрасль включает в себя большое число сил и факторов, которые, переплетаясь между собой, усиливая друг друга, сходятся в направлении развития нейрокоммуникаций. Отрасль относится к типу сложных систем, совершенных инструментов работы с которой сегодня не существует. Решения, необходимые для такой работы, могут вырасти как раз в области нейрокоммуникационных технологий.

## Основные тренды в развитии отрасли НКТ

Ниже мы приводим три группы ключевых трендов, понимаемых как объективную тенденцию изменений Hard и Soft технологий в области нейро и био-коммуникаций. Тренды делятся на типы, которые соответствуют различным точкам зрения (point of view):



### ТЕХНИЧЕСКАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Первично развитие науки и техники: технологии коммуникации, форматы данных, устройства, протоколы, каналы передачи.

### ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Первично изменение рыночного спроса: модель рынка, спроса и предложения, маржинальность, новые продукты, интересы стейкхолдеров, потребности потребителей.

### ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ИЛИ СОЦИОТЕХНИЧЕСКАЯ ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Первично развитие методик совместной деятельности: форматы сотрудничества, социальные организационные формы, карты ролей и позиций, компетенции и коллективная деятельность.

**Тренды технологические**, выделяемые с позиций модели реальности, где первична технология коммуникации, передача данных, устройства и протоколы. Взгляд разработчика технических решений.

Развертывание данной группы трендов задано логикой развития техники:

1. Улучшение технических параметров и одновременное удешевление техники. К ним относятся изменения, связанные с улучшением и ростом технических параметров, вычислительной мощности, увеличение пропускной способности, удешевлением технологий. Происходит удешевление и одновременно рост динамического диапазона АЦП, снижение стоимости блоков передачи данных низкого потребления (bluetooth 4.0), удешевление технологий активных электродов и многое другое. Это служит предпосылкой для выхода на рынок бытовых нейроинтерфейсов, а значит, побуждает разработчиков и предпринимателей увеличить активность в этой сфере.
2. Переход от вертикальных сетей к MESH сетям (сетям с произвольной топологией).
3. Уменьшение размера датчиков. Это создает драйвер для разработки протоколов, адаптированных к субклеточным процессам. Для устройств определенного типа, в частности, направления Genetic Nano Robotics, которые манипулируют материей на масштабе молекулярных единиц, потребуются соответствующие протоколы коммуникации.
4. Появление BigLiveData. Речь идет о сборе и накоплении сверхбольших массивов данных, обрабатываемых в реальном времени. Обработка позволяет совершать в данных поиск различных паттернов, заключающих в себе важные знания о закономерностях процессов, и в конечном счете осмысливать их. Кроме того, распространение BIGDATA систем ведет в перспективе к появлению в будущем единого и распределенного массива всех данных с обновлением в реальном времени.
5. Развитие робототехники. А именно: упрощение интерфейсов, снижение стоимости, миниатюризация, повышение когнитивных способностей роботов, наделение роботов сенсорами для удобного взаимодействия с людьми. Это ведет к повышению потребительских качеств

робототехнической продукции, что в дальнейшем позволит заменить не только рутинный физический человеческий труд, но и рутинный «умственный» труд.

6. Рост мощности процессоров и электроники, которая применяется в устройствах, работающих с телом и мозгом. Речь идет о технике, регистрирующей электрические сигналы в электрических и магнитных стимуляторах-датчиках, аналого-цифровых преобразователях, средствах связи. Как следствие, аппаратура ввода/вывода через электроэнцефалограммы и системы биологической обратной связи теряет в стоимости. Данный тренд сегодня движется вперед, главным образом, через развитие интерфейсов мозг-компьютер. Последнее время эта область переживает подъем, в ней происходят качественные улучшения достигаемых результатов. Кроме того, движение на миниатюризацию и удешевление технологий сопровождается разработками в области нанотехнологий, это придает дополнительный импульс дальнейшему усилению тренда.

**Тренды социотехнические**, выделяемые с позиций модели реальности, где первична социальная организация, субъектные карты, ресурсы и коллективная деятельность. Взгляд организатора кооперации.

1. Ключевой тренд - переход от вертикальных организационных структур к горизонтальным, происходящий через этап появления матричных структур. Горизонтальные структуры отличаются особенностью - они самоорганизуются и обладают произвольной топологией. На смену длительно существующим иерархическим организационным формам постепенно приходят временные, мерцающие, стихийно организующиеся, горизонтальные и сетевые. Поначалу это проявляется как кооперация в малых проектах, проектных группах и флеш-коллективах. Однако тренд затронул уже и крупные образования. Это, к примеру, игровые сообщества в многопользовательских онлайн играх. В них эффективно объединяются тысячи пользователей вокруг кратковременных задач и даже более длительных проектов. В области ИКТ тренд проявляет себя через переход от сетей с топологией «звезда» к mesh-топологиям. Сегодняшние устройства можно объединять в сети любой конфигурации в любой момент. В производстве эта тенденция проявляет себя через Fab lab и DIY. В области искусства: через массовое творчество. Массовые открытые онлайн курсы (МООС) также есть проявление тренда, на этот раз в сфере образования.
2. Персонализация описаний человеческого поведения. Обнаруживается стремление к персонализации товаров и услуг, индивидуализации образования, игр и сообщений. Нейромаркетинг и нейроэкономика становятся обыденной составляющей исследований рынка. Организационные структуры, куда включен и где развивается уникальный специалист, теперь адаптируются к сотруднику; аналогично адаптируются и интерфейсы программного обеспечения.
3. Создание продуктивных измененных состояний сознания. В области кооперации и организационной он проявляется как управление коллективными состояниями групп и коллективов. В докладе *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, 2013*, The McKinsey Global Institute прогнозируется построение групп и моделирование групповых взаимодействий на основе обработки данных сенсорных сетей, записей поведения человека носимыми устройствами. Сегодня техники достижения продуктивных неординарных состояний применяются уже не только в таких коллективных форматах, как групповая психотерапия, но и в более «практичных» типа Rapid Foresight, Open Space, World Cafe. Запрос на уникальность умений и навыков растет в связи с тем, что часть рутинных функций все больше передаются от человека к техносреде. Поиску уникальности способствуют измененные состояния сознания (ИСС), соответственно, растет спрос на обучение таким состояниям. Применительно к нейронету, умение достигать ИСС станет необходимым инструментом доступа в нейроколлективы (достижение нужного состояния «прозрачности» обеспечит возможность взаимодействовать с другими субъектами в Нейронете). Мы считаем, что к массовому распространению тренажеров состояний приведет принятие устройств биомониторинга и БОС в широких слоях населения, что уже проявляется через

использование трекеров здоровья. В ближайшие 5-10 лет внедрение практики ИСС произойдет, по меньшей мере, в сфере профессионального и управленческого образования. Возможности БОС позволят глубоко погружать человека в виртуальные миры, симулируя не только зрительные и звуковые, но и тактильные переживания, точно настроенные под пользователя. Появление первых подобных продуктов – «сенсориумов» - мы можем ожидать уже к концу 2010-х гг.

4. Отслеживание данных, возникающих на интернет-платформах. Увеличивается запрос на новые способы работы с массивами данных, генерируемых в соцсетях (напр. Facebook) либо в специально организованных пространствах (краудсорс-платформы и пр.). В них участвуют от десятков тысяч до сотен миллионов пользователей. Возникает интерес и методы отследить демографические и другие характеристики людей и обнаружить паттерны, связав анкетные данные с поведением в сети.
5. Развитие культуры кооперации. Речь идет о новых теориях кооперации, теориях сообществ практики, принципов коллаборации, игропрактики и геймификации. Они нужны, в первую очередь, для выполнения нетривиальных задач, таких как сборка сложных инженерных решений, через взаимодействие по сети. Примеры, пока еще простые, сегодняшнего дня: краудсорсинг и краудфандинг, вики-форматы. Еще один пример того же тренда - перенос некоторых ресурсозатратных задач в сеть, превращение их в форму игры для удаленных пользователей (игра в свертывание третичной структуры белков Foldit).
6. Игровые симуляторы для реальной работы в корпорациях. Все чаще крупные организации прибегают к переформатированию изначально неигровых ситуаций в некое подобие игровых практик. Процесс уже затрагивает инновации, обучение, маркетинг, эффективность персонала, социальные проекты и определяется как «геймификация». Идет и встречный процесс: виртуальное пространство массовых многопользовательских онлайн-игр (Second Life, WoW, Eve Online), то есть традиционно игровые среды, включает в себя все больше элементов «реального» мира и «реальной» экономики. Там уже присутствуют образовательные и управленческие практики и элементы финансового рынка. Зачем это делается? Исследования показывают, что качества, присущие игроку онлайн-игры, могут оказаться полезными в реальном мире, в частности, традиционных корпоративных практиках. Имеются в виду навыки участия в решении масштабных задач с большим числом участников, совместная работа над проблемой, установление социальных связей, усиленная само-мотивация. Чтобы повысить мотивацию людей к решению реальных задач корпорации, некоторые эксперты предлагают видоизменить корпоративный мир, приблизив его к игровому.
7. Отдельно стоит упомянуть тренд применительно к науке. Форсайт образования 2030 предлагает форму научной кооперации в виде бирж знаний. Проекты и исследования будут выполняться командами специалистов, организующихся с помощью онлайн-бирж; такие же биржи будут созданы для научного оборудования и материалов, научных гипотез и идей, а также других ресурсов, обеспечивающих научную деятельность. Видимо, возрастет роль бирж интеллектуальной собственности - в связи с пересмотром привычных методов закрепления и продажи прав, которые все сложнее адаптировать к меняющимся условиям цифрового мира. Сегодня протоколы коллективной деятельности набирают популярность в разных странах, включая РФ. Ими пользуются, главным образом, некоммерческие организации, академическое сообщество, профессиональные ассоциации. Одна из главных задач - создать у коллектива единое видение как в отношении внутренних структур, так и в отношении внешнего окружения. Форсайты, Open Space, World Cafe и другие форматы взаимодействия (например, вики) служат этой задаче. Очень важным является персональная трансформация участника, «размораживание» способности действовать. Продолжительность взаимодействия сокращается, интенсивность увеличивается. Часто происходит трансформация системы представлений и ресурсов индивида или группы.



**Тренды пользовательские** выделяемые с позиций модели реальности, где первична модель рынка, спроса и предложения, интересы стейкхолдеров, потребности потребителей. Взгляд игрока на рынке.

1. Постепенное размытие границ между физической и цифровой реальностью, иначе говоря – гибридизация сред. Например, уже внедряемые на рынок продукты с дополненной реальностью (очки Google Glass) работают на этот тренд. Изменения проявляются и в качественных устройствах виртуальной реальности, которые становятся доступны (шлем OculusRift). Различные технологии телеприсутствия, развитие возможностей действия на расстоянии, устройства “приближения удаленных объектов” также являются частью той же тенденции к размытию границы сред. Например, очки google glass могут повысить эффективность при чтении лекций и коллективных дискуссиях.
2. Умная среда. В скором будущем, согласно докладу Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, 2013, The McKinsey Global Institute, нас ждет появление интернета вещей. В ближайшее десятилетие объекты, используемые цивилизацией (буквально все - от мостов до одежды), будут оснащены встроенными вычислительными чипами, обладающими сенсорами и актуаторами для взаимодействия с окружающей средой. Эти устройства будут анализировать данные, извлекаемые из окружающей среды и обмениваться данными с прочими устройствами. Они будут связываться через интернет, образуя сенсорную сеть. Произойдет своего рода сращивание реального и виртуального миров. Как следствие, понадобятся мощные инструменты по обработке огромных объемов сенсорной информации, поступающей в реальном времени.
3. Оестествлением интерфейсов. Тренд проявляется в том, что все более естественными и интуитивными становятся интерфейсы, через которые происходит связь человека с машиной или человека через машину с другим человеком. С одной стороны, различные сканеры положения тела и выражений лица (напр. Kinect, LeapMotion, MYO и др.), или же направления взгляда (напр. Eye Tribe и др.) стали использоваться в игровой отрасли и в корпоративном маркетинге. С другой, получают широкое распространение миниатюрные устройства - трекеры физической активности (напр. Fitbit, Jawbone и др.) и контролеры текущего состояния здоровья (пульс, давление).

Развитие интерфейсов в значительной степени обеспечивается появлением технологий искусственных конечностей, получающих команды от мозга. На данный момент разработки идут очень активно. В скором времени они приведут не только к возможности замены конечностей, но и к появлению средств усиления способностей человека. Физические возможности будут усиливаться экзоскелетами или искусственными органами, например, глазами с ночным видением. Когнитивные - различными видами устройств стимуляции (магнитной, электрической, ультразвуковой). В область этого же тренда попадает активно развивающееся направление по разработке имплантов и чипов, которые способны взять на себя часть функций нервной системы и восстановить двигательные навыки, или слух, или зрение.

Таковы, на наш взгляд и в кратком изложении, основные типы наметившихся трендов, способствующих развитию области нейрокоммуникаций и, в конечном итоге, возникновению нейронета.

Главные выводы, применительно к динамике развития того, что мы называем «нейронетом», звучат следующим образом:

1. Тренды предметной сферы развиваются неравномерно и в один и тот же момент времени разработки по одним из них находятся в стадии исследований, по другим – рыночных продуктов.
2. Для каждого этапа горизонта существует несколько приоритетных ставок – точек развития индустрии.
3. Индустрия нейронета в целом находится на стадии построения образа будущего и согласования точек зрения ключевых для ее развития игроков.
4. Основные технологии и исследования ведутся в смежных индустриях и индустриях предшественниках (ИТ, биомедицина, когнитивные науки, робототехника).
5. Исследования в области собственно нейрокоммуникаций только начинаются, их технологизации можно ждать не ранее чем через 3-5 лет.
6. Первые собственные комплексные продукты (социо+ нейро+ИТ) можно ждать в горизонте 5-7 лет.
7. Продукты сферы нейрокоммуникации, синтезированные из продуктов смежных сфер, появляются в горизонте 3 лет.

## Образ индустрии НКТ

Образ индустрии, которую мы называем «нейронетом», в соответствии с динамикой рассмотренных выше трендов, выглядит следующим образом:

### *Технически нейронет*

— это рядоположенный другим связностям интернета технический пакет, обеспечивающий связность человеческих разумов и искусственных агентов при помощи протоколов передачи, обмена и синтеза знаний. Последние могут задаваться субъективным контекстом той или иной деятельности (actionable) или быть вовсе неявными.

С технологической точки зрения технический пакет предметной сферы имеет структуру, подобную или частично совпадающую с интернетом и включает устройства ввода и вывода, сети, каналы коммуникации, протоколы передачи данных и т.д. Технический пакет, по сути, является ответом на требования пользователей, предпринимателей и на организационные требования. В некоторой степени он является и продуктом собственной логики развития науки техники.

Основные элементы технологического пакета:

1. Интерфейсы, обеспечивающие представленность в акте коммуникации полного пакета данных о субъекте и объекте высказывания (действия).
2. Интерфейсы, обеспечивающие прием и передачу содержания сообщения, относящегося к деятельности.
3. Интерфейсы, обеспечивающие представленность в акте коммуникации полного пакета данных о нечеловеческих субъектах

Протоколы сети, обеспечивающие коммуникацию в совместной деятельности, локализованные на необходимом уровне стека протоколов (от физического-транспортного до уровня приложений).

### Организационно нейронет

— это практика совместной деятельности и синтеза уникального коллективного понимания, возникающего в ходе совместной деятельности искусственных и естественных субъектов, занятых решением проблем и ведением сверхсложных проектов.



С организационной точки зрения, полностью собранный нейронет, или сборка образа будущего для социотехнических трендов — это глобальная сеть совместного действия, в которой совместная коммуникация и деятельность организована так, что в каждый момент времени каждое высказывание или действие сопровождается контекстом данных о субъекте и объекте высказывания (действия): субъективных позиции, пакете норм, ценностях. Также, это наличие такой схемы организации совместной деятельности, которая обеспечивает подбор оптимального формата взаимодействия, поддерживает его, размещает все продукты коммуникации в среде, обеспечивает переход между деятельностью и коммуникацией по поводу нее и назад. В этом пространстве коммуникации встречаются разные субъекты: люди, коллективные, искусственные автономные агенты и т.д.

Этот образ того, как должна быть организована нейрокоммуникационная сеть будущего предъявляет требования:

- к организационным инструментам
- к технологиям, которые должны обеспечить этот функционал
- к рыночным стратегиям, которые способны обеспечить появление соответствующих заинтересованных игроков и продуктов

### Нейронет с точки зрения предпринимательской позиции

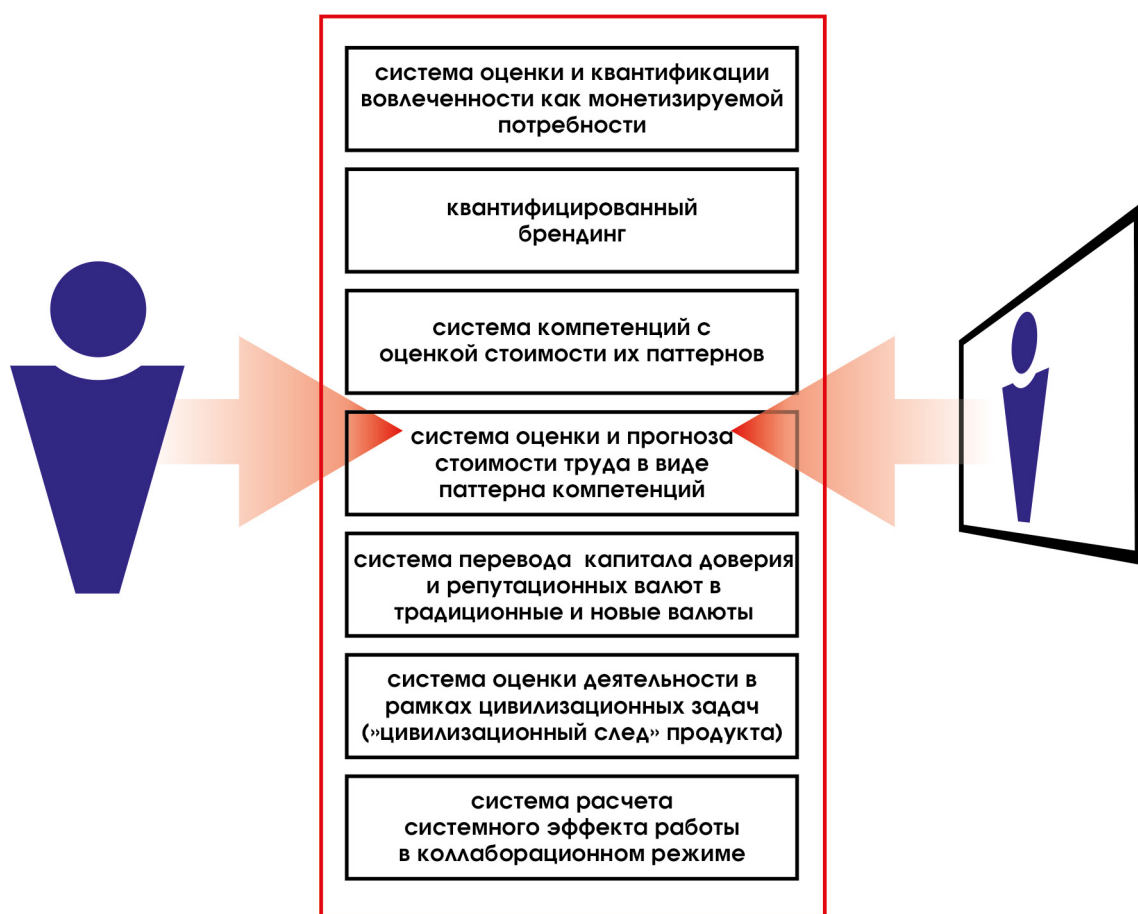
— это система, обеспечивающая высоко эффективную совместную деятельность в проектах сверхвысокой сложности. Это система, обеспечивающая создание и умножение капитала, в том числе человеческого и знаниевого для каждого субъекта деятельности через удовлетворение потребностей конечных пользователей, бизнесов и регуляторов в прямых полноценных коммуникациях.

С точки зрения пользователя, образ будущего, стоящий за дальним горизонтом “пользовательских” трендов и , соответственно, полностью собранный нейронет - пространство, полностью удовлетворяющее потребности в целостности, полноценной коммуникации, взаимопонимании и усилении потенциала каждого участника этой деятельности. В деятельном и результативном контакте находятся люди, искусственные субъекты и коллективы. Потребности каждого

коммуникатора в открытости / приватности, собственности на продукты своей деятельности, взаимопонимании поверх культурных и языковых барьеров удовлетворены.

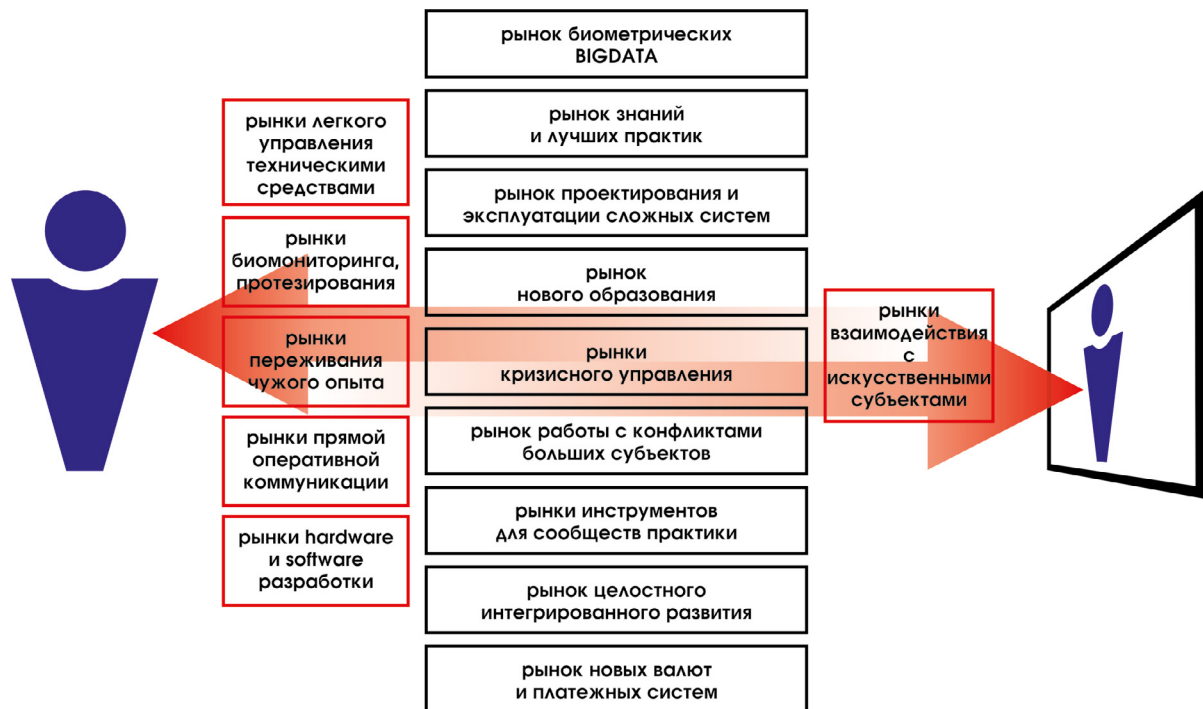
С другой стороны, эти требования пользователя означают, что каждый их элемент должен быть обеспечен продуктами, каждый из которых возник из спроса и удовлетворяет его согласно той или иной экономической модели. Это предъявляет требования к системе экономических инструментов, организации их использования, а также технологиям, т.к. каждый такой инструмент содержит технологическую часть.

Ключевые экономические инструменты, наличие которых обеспечивает сборку полноценного нейронета, являются: Система монетизации и квантификации социальной вовлеченности - автоматизированного оценки социального эффекта бренда продукта, команды, техники и т.д., система оценки стоимости индивидуального или коллективного паттерна компетенций и добавленной стоимости для разного типа деятельности, система репутационных валют, обеспечивающих описанный выше механизм.





## Коммерческие проекты в области НКТ



Быстро заполняется рынок технологических решений в области носимой биометрии. Дело идет к стандартизации платформ. Примеры: фитнес-трекеры FitBit, Jawbone, Basis, умные часы с датчиками движения, сердцебиения и др.

“Стимуляционная часть” отстает. Первые массовые стимуляторы только появляются на краудсорсинговых платформах, о стандартах речи не идет. Примеры: стартапы по нейростимуляции thync, NEO Neurophone; зрительные интерфейсы Oculus Rift, SKULLY AR-1 и др.



Продукты в области нейро-регистрации с устойчивой рыночной позицией пока не появились. Протоколы существующих закрыты. Стандартов нет. Примеры: носимые нейроинтерфейсы EPOC, EPOC+ (на картинке слева), Insight от Emotiv, MindWave от NeuroSky (на картинке справа прототип); новые интерфейсы ввода Fin, MYO и др.

Био и нейро-коммуникационные устройства представлены слабо, и только в сфере развлечений. Профессиональных пакетов не существует. Примеры: искусственные органы, управляемые через био- и нейроканалы, такие как хвост shippo, уши pesomimi.

Образовательные продукты существуют только на стыке с нейро-геймингом. Массовых продуктов нет. Модели эффективности и стандартов пока нет. Например, ресурс с играми для нейротренировок Lumosity.

Рынок интерфейсов для животных только открывается, стимуляторов нет, только регистраторы. Нет сетевых решений и стандартов. Например, стартап No More Woof по созданию бытового нейроинтерфейса для собак, успешно запустился через краудфандинг с \$22 тыс.)

По итогам анализа большого количества кейсов стартапов в области нейроинтерфейсов в мире мы можем выделить основных коммерческих игроков на рынке потребительских нейроинтерфейсов, дать краткую справку об их продуктах – это NeuroSky (гарнитуры от \$79.99), Emotiv (гарнитуры от \$299.99), и OCZ. Emotiv имеет значительно больше электродов, чем её конкуренты, но и стоит значительно дороже (от 5 до 14 электродов по сравнению с 19 электродами стандартного медицинского ЭЭГ, 3 в устройстве NIA от OCZ, 1 электрод в MindWave от NeuroSky).

В конце 2013 года OCZ объявила себя банкротом и компанию купила Toshiba. Австралийская компания Emotiv является на данный момент лидером рынка нейроинтерфейсов. Она собрала на Kikstarter \$1,6 млн частных инвестиций на запуск модели Insight.

Компания NeuroSky не только продает конечному пользователю свои продукты, но и лицензируют свою технологию (MindKit SDK лицензия) разработчикам, затем продают свои компоненты имеющим лицензию разработчикам. Компании, которые публично объявили, что они работают с NeuroSky, включают: Sega Toys, Square Enix, Nokia, Uncle Milton.

В популярных развлекательных гаджетах, использующих технологии NeuroSky (Star Wars Force Trainer, Mindflex, Puzzlebox Orbit), где надо, например, «силой мысли» передвигать шарик, траектория предмета обычно меняется в одном измерении: вверх-вниз, влево-вправо. Берется какой-то один показатель, например, концентрация внимания, и отслеживается. По мере того, как человек то расслабляется, то концентрируется, мячик движется. Кроме того, в таких приборах датчики часто фиксируют не только энцефалограмму, но и миограмму (запись электрических сигналов, полученных в результате мышечных сокращений) с кожи лба, что производители предпочитают не афишировать.

Также NeuroSky предоставляет средства для разработчиков и поощряет проекты на Kikstarter`е. Разработчики могут продавать как девайсы с использованием гарнитуры или чипа, так и специальный софт (игры, приложения, тренажеры). Важно отметить, что стоимость серьезного софта для записи данных мозговой активности и тренировки мозга может стоить в несколько раз больше самой гарнитуры (до \$400). Пока сигнал не может сравниться с тем, что используется в настоящей лаборатории, поэтому применение NeuroSky ограничено больше демонстрационными проектами. Кроме того, гарнитура подходит для некоторых видов biofeedback тренировок. Главный тормоз на пути выхода гарнитур на рынок компьютерных игр – недостаточно быстрая реакция компьютера на мыслительные сигналы. Как следствие, пока востребованы самые простые, дешевые и «эпатажные» устройства и игры на уже существующих гарнитурах.

Хотя с помощью более дорогих гарнитур Emotiv можно играть в популярные компьютерные игры Call of Duty и World of Warcraft, а также управлять компьютером без клавиатуры и мыши, делается это больше движениями головы и мимикой, нежели мыслительными командами. Что не мешает компании Emotiv продавать по 15-20 тысяч устройств в год армии США для разработки и внедрения методов реабилитации посттравматического синдрома.



Представители нового поколения на рынке гарнитур: Thync (еще не выпущен, электрическая и ультразвуковая стимуляция мозга) и Muse (\$299, 4 электрода ЭЭГ, тренировка концентрации и расслабления, на картинке слева).

Российская компания FaceBrain занимается разработкой в области распознавания мыслительных образов. Она предлагает платное приложение для Facebook для создания ЭЭГ-профиля и оптимального подбора друзей по этому профилю (используется гарнитура Emotiv EPOC). Компания претендовала на грант Фонда «Сколково», но его не получила. На данный момент имеет несколько некрупных инвесторов из сферы IT.

Отдельно можно выделить приборы для работы со сном. Для этой цели придуманы приложения для смартфонов и даже «умные» маски для сна. Одна из них, NeuroOn, отслеживает мозговую активность и движения глаз, чтобы разбудить владельца в оптимальный момент. Начало производства намечено на 2015 год.

Отметим также маску Zeo, которая поступила в продажу в США, но в итоге ее производители обанкротились. Эффективность Zeo оказалась довольно низкой в сравнении с лабораторной техникой. Устройства вызывают повышенный интерес, который пропадает, когда выясняется их малая эффективность.

Еще один пример – повязка на голову Aurora, которая подаёт светозвуковые сигналы в фазе БДГ-сна (т.н. быстрого сна), что позволяет, по заявлению разработчиков, достичь осознанных сновидений.

*Примеры стартапов из индустрии нейро-коммуникационных технологий  
и индустрий предшественников.*

Стартап	Классификация	Описание	Страна	Инвестиции
MindWave Mobile, MindWave от NeuroSky	нейроинтерфейс, носимое устройство	Neurosky - лидер рынка, производит решения в области нейроинтерфейсов в том числе для сторонних заказчиков (например, нейроодежда Shippro и Nesomimi от Neurowear). Интерфейс мозг-компьютер, реализованный через ЭЭГ (1 электрод), а также комплект ПО для работы с интерфейсом. Позволяет работать с биологической обратной связью (БОС), проводить нейротренировки.	США	Два раунда в 2013 году
EPOC, Insight от Emotiv	нейроинтерфейс, носимое устройство	Интерфейс мозг-компьютер, реализованный с помощью снятия ЭЭГ (от 5 до 14 электродов в зависимости от модели). Вместе с нейроинтерфейсом поставляется развитое ПО для работы для настройки устройства и разработки собственных приложений. Разные модели нейроинтерфейса оснащены магнетометрами, акселерометрами и гироскопами для точного отображения положения головы пользователя в пространстве, выявления выражение лица, мимики. Позволяет проводить нейроисследования, работать с биологической обратной связью, осуществлять сложное управление (например, контроль дронов ARDrone2 или управление в компьютерной игре).	Австралия	Kickstarter \$1,6 млн на запуск модели Insight
Muse: The Brain Sensing Headband	тренинг когнитивных способностей, нейроинтерфейс, носимое устройство	Носимое на голове устройство для тренировок по повышению концентрации и расслаблению. Через ЭЭГ (4 электрода) мозга снимается биологическая обратная связь и пользователь имеет возможность тренироваться с помощью приложения в мобильном устройстве, транслирующего показатели мозговой активности.	Канада	Indiegogo \$287 тыс
thync	тренинг когнитивных способностей, нейроинтерфейс, носимое устройство	Носимое устройство для стимуляции мозга (усиление когнитивных способностей - фокусировка сознания, повышение работоспособности, расслабление, успокоение психики).	США	\$13 млн
NEO Neurophone	тренинг когнитивных способностей, нейроинтерфейс, носимое устройство	Устройство для стимуляции мозга с целью усиления когнитивных способностей, успокоения, фокусировки, повышения внимания.	США	Indiegogo \$389 тыс



Стартап	Классификация	Описание	Страна	Инвестиции
Melon	тренинг когнитивных способностей, нейроинтерфейс, носимое устройство	Обруч для головы, который измеряет ЭЭГ профиль головного мозга для детекции состояния человека.	США	Kickstarter \$290 тыс
Lumosity	тренинг когнитивных способностей	Набор программ (браузерные и мобильные), которые позволяют тренировать некоторые когнитивные способности пользователя (память, концентрация, подвижность мышления, реакция).	США	\$67.5 млн
PAVLOK	персональный тренер, биоинтерфейс, носимое устройство	Личный тренер (браслет с датчиками и электрошокером). Носимое устройство для формирования привычек через физическое наказание пользователя. Бьет током (340V) в случае невыполнения пользователем программы действий (например, следит за тем, чтобы пользователь вовремя проснулся или прошёл нужное количество шагов)	США	Indiegogo \$254 тыс
Jawbone	фитнес трекеры, биоинтерфейс, носимое устройство	Носимые фитнес-трекеры - браслеты с датчиками движения и вибрацией для обратной связи + управляющее ПО.	США	\$518.8 млн
FitBit	фитнес трекеры, биоинтерфейс, носимое устройство	Носимые фитнес трекеры - браслеты и клипсы на одежду с датчиками движения.	США	\$66 млн
Basis	фитнес трекеры, биоинтерфейс, носимое устройство	Умные часы - трекеры здоровья с датчиками движения, пульса, потоотделения. Одни из лучших на рынке по качеству и объёму снимаемых параметров среди фитнес-трекеров.	США	\$43.5 млн, куплен Intel
Uno Noteband	новые интерфейсы, носимое устройство	Браслет, выводящий на свой экран сообщения с подключенного мобильного устройства пользователя. Новация в технологии вывода текста - используется технология Spritz (вывод текста по одному слову с центровкой по экрану не позволяет читать текст обратно, что резко повышает скорость чтения).	США	Indiegogo \$68 тыс
Fin	новые интерфейсы, носимое устройство	Продукт представляет собой кольцо на палец со встроенными датчиками. Ввод данных осуществляется с помощью распознавания жестов, ладонь пользователя превращается в панель ввода. Позволяет бесконтактно управлять устройствами.	США	Indiegogo \$203 тыс

Стартап	Классификация	Описание	Страна	Инвестиции
FaceRig	новые интерфейсы, виртуальная реальность	Создание в сети персонажа (лица человека, животных и др), наделённого эмоциями и выражением лица пользователя с помощью вебкамеры. Проект нацелен на создание голосовой и эмоциональной модели пользователя в Сети	США	Indiegogo \$307 тыс
OculusRift	новые интерфейсы, носимое устройство, виртуальная реальность	Шлем виртуальной реальности, отслеживает движения головы пользователя. Компания была куплена Facebook за \$2 млрд (\$400 млн наличные, \$1.6 млрд акции)	США	Kickstarter \$2,4 млн, \$93.4 млн от различных инвесторов.
PERCEPTION NEURON	новые интерфейсы, носимое устройство, виртуальная реальность	Проект создания доступной и удобной системы motion-capture - захвата движений пользователя для переноса движений пользователя в виртуальную среду, по сути, это интерфейс тело - компьютер. Наибольший эффект достигается при совмещении со шлемами для погружения в виртуальную реальность.	Китай	Kickstarter \$572 тыс
Leap Motion	новые интерфейсы	Устройство бесконтактного ввода за счёт считывания жестов пользователя. Следит за движением кистей, пальцев с помощью настольного сенсора, регистрирующего движения в воздухе (по принципу Kinect'a)	США	\$44,1 млн
MYO	новые интерфейсы, носимое устройство	Устройство бесконтактного ввода за счёт считывания жестов пользователя. Регистрация осуществляется с помощью браслета на руке, реагирующего на сокращения мышц.	США	\$15.6 млн
SKULLY AR-1	новые интерфейсы, носимое устройство, виртуальная реальность	Мотоциклетный шлем с функциями дополненной реальности. Проецирует на лицевой щиток различную информацию, в том числе картинку с камеры заднего вида и карту местности.	США	Indiegogo \$2.4 млн
Bebionic (на картинке ниже)	бионический протез, новые интерфейсы, биоинтерфейс	Бионическая рука работает на электрических импульсах, полученных от бицепсов и трицепсов ампутированной руки. Электрические импульсы перемещают протез в нужную позицию. Бионическая рука производится компанией RSL Steeper	UK	Порядка \$3 млн инвестиций в разработку первой модели



Помимо описанных выше базовых тенденций, по результатам анализа трендов, а также по тому, как развивается рынок первых массовых нейроинтерфейсов и нейротехнологий в целом, можно увидеть, что сфера продуктов нейронета развивается в нескольких направлениях:

1. Продукты наращивают функциональность, объединяя в себе несколько сфер (AI, биомониторинг, поддержка принятия решений и т.д.)
2. Системы обратной связи развиваются неравномерно. На настоящий момент используется в основном визуальная обратная связь (экран устройства). Тактильная обратная связь используется в клинических экспериментах. Прямая стимуляция мозга только появляется в серийных массовых продуктах.
3. Обработка больших массивов данных и появление продуктов с использованием ее результатов становится основной ставкой больших компаний, собирающих данные об использовании своих устройств (jawbone, Samsung etc)
4. Нейроэлектроника все больше используется в тех областях, где раньше не применялась (коллективное взаимодействие, координация рабочих групп etc)
5. Помимо традиционных участников использования (врач, пациент и т.д.) появляются продукты для новых субъектов: семейных пар, биомониторинг для животных etc)



Комплексные продукты	Системы обратной связи	Обработка данных и моделирование	Использование НЭ в новых видах деятельности	Использование НЭ для коммуникации с другими адресатами
<p>Добавление функций работы с личными биоданными в цифровые помощники (SIRI, CORTANA etc).</p> <p>Системы работы с данными для кризисных центров и ситуационных комнат.</p>	<p>Новые системы для саморегуляции (биологическая обратная связь, свето- звуко стимуляция, электрическая и магнитная стимуляция).</p> <p>нейростимуляторы высокого разрешения (магнитные и электрические на принципе фазированной решетки).</p> <p>Системы обучения эффективным состояниям.</p>	<p>Создание программных агентов на основе слепков поведения пользователя.</p> <p>BIGDATA агрегаторы для комплексных (биоданные и поведенческие стратегии).</p> <p>Агрегаторы и сервисы по доступу к знаниям и стандартизированным лучшим практикам (например, по биоданным в области здоровья).</p> <p>Системы цифровых валют с привязкой к биоданным.</p>	<p>Развлечения (игры, эвенты, музыка, спорт).</p> <p>Образование (традиционное, бизнес, онлайн, проектные группы).</p> <p>Бытовое использование (управление техникой).</p> <p>Автоматизированное проектирование.</p>	<p>Коллективы (группы, команды, сообщества).</p> <p>Живая природа (животные, растения, экосистемы).</p> <p>Искусственные системы (экспертные системы, AI, большие отраслевые или территориальные BIGDATA обработчики).</p>

### *Возможные виды использования нейроэлектроники в ближайшем будущем*

Важно также обратить внимание на близость потолка разрешения носимой биометрии, достижение которого окажет важное влияние на рынок ближайшие годы.

У большинства методов регистрации биологических сигналов существуют физические пределы качества (разрешения) сигнала. По мере развития рынка и снижения цены компонентной базы все производители носимой био- и нейроэлектроники выйдут на физический предел качества сигнала. Количество датчиков и качество их работы перестанет быть конкурентным преимуществом на рынке био и нейроэлектроники.

Выход на стандартную аппаратную платформу (аналогично GPS+GPRS модулю в мобильной электронике) подстегнет появления продуктов в новых рыночных нишах: сопровождение редких и специфических видов деятельности, продукты для животных, для коллективов и команд.

После завершения цикла исследований, создаются новые аппаратные средства регистрации (электроды на фазированных решетках, портативные магнитоэнцефалографы, внутренние датчики etc), которые внедряются по всему, уже более широкому, рынку.



## Исследовательская деятельность в области нейротехнологий

К настоящему времени в лабораторных условиях подтверждены гипотезы о принципиальной возможности передачи информации с помощью нейротехнологий в форматах:

1. Мозг животного, человека  $\longrightarrow$  конечность.
2. Мозг животного, человека  $\longleftrightarrow$  компьютер.
3. Мозг животного  $\longrightarrow$  мозг животного.
4. Мозг человека  $\longrightarrow$  мозг животного.
5. Мозг человека  $\longrightarrow$  мозг человека.

Для составления картины о перспективных направлениях исследований в области нейротехнологий рассмотрим исследовательские задачи и цели, которые ставят себе на ближайшие десять лет ведущие игроки перспективной отрасли – США и ЕС, реализующие сегодня долгосрочные мега-проекты в области нейротехнологий.

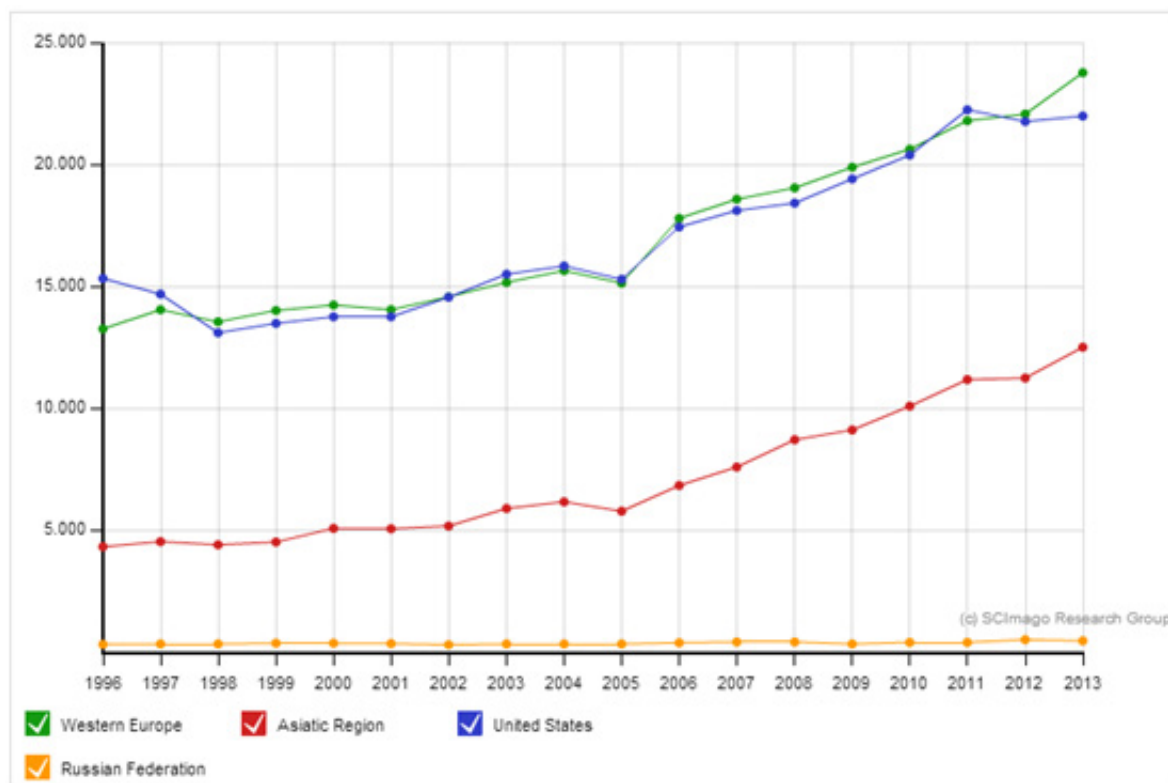
В США в 2013 году была анонсирована национальная инициатива BRAIN Initiative, ежегодное финансирование которой составит порядка \$300 млн. в течение 12 летнего плана реализации инициативы (на стартовый 2014 финансовый год государством выделено \$100 млн.). Основными направлениями исследовательской деятельности в рамках этой программы станут: изучение сетей клеток головного мозга и установление их роли в состояниях здоровья и болезней, функциональное картирование мозга, разработка концептуальных основ понимания биологической природы психических процессов. В ходе реализации программы стоит задача разработать инновационные нано- и нейротехнологии, чтобы понять принципы активности мозга и найти способы лечения нарушений; интегрировать новые технологии и методы, разработанные в ходе реализации проекта и выяснить, как нейронная активность трансформируется в мышление, эмоции, восприятие, научиться различать здоровую и нездоровую нейроактивность.

Несколько лет назад был запущен другой заметный проект в области нейронаук, так же нацеленный на изучение мозга и нервной системы человека - Human Connectome Project (2009-2016, порядка \$100 млн.), который ставит перед собой задачи детального описания структурных и функциональных связей нейронов мозга человека и выяснения связи структуры нейронной сети с поведением и умственными способностями.

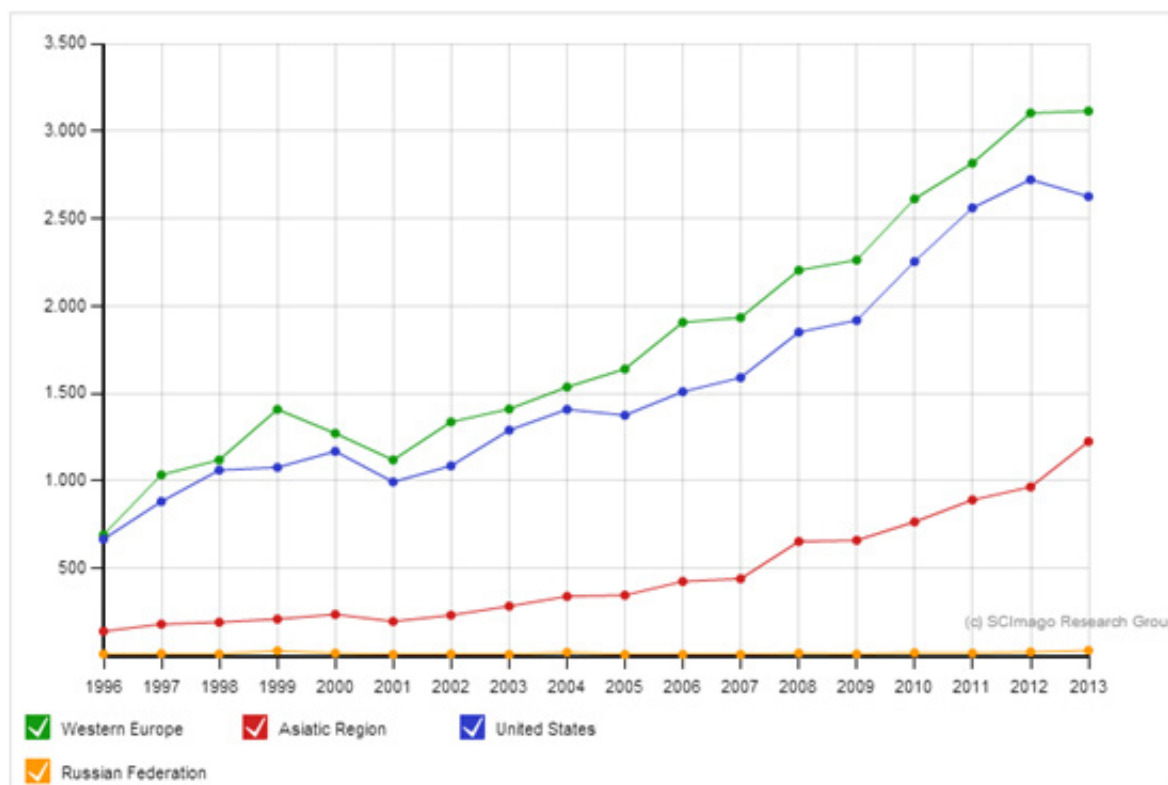
Евросоюз, как и США, запустил свой мега-проект изучения мозга – Human Brain Project (2013-2014 подготовка, 2014-2023 реализация) с бюджетом порядка 1.2 млрд. евро и участием 120 команд со всего мира. Глобально задача проекта – построить модель мозга человека, что позволит лечить нарушения и создавать новые технологии на основе полученных знаний, в том числе нейроинтерфейсы.

Важным индикатором развивающегося направления является исследовательская активность. Ниже представлены графики, отражающие рост количества публикаций в последние годы по ключевым для нейро-коммуникационных технологий направлениям.

Количество публикаций по запросу *neuroscience* за период 1996 по 2013 по странам и регионам - США, Западная Европа, Азия, РФ. Источник: SCImago Journal & Country Rank, ресурс использует данные Scopus.



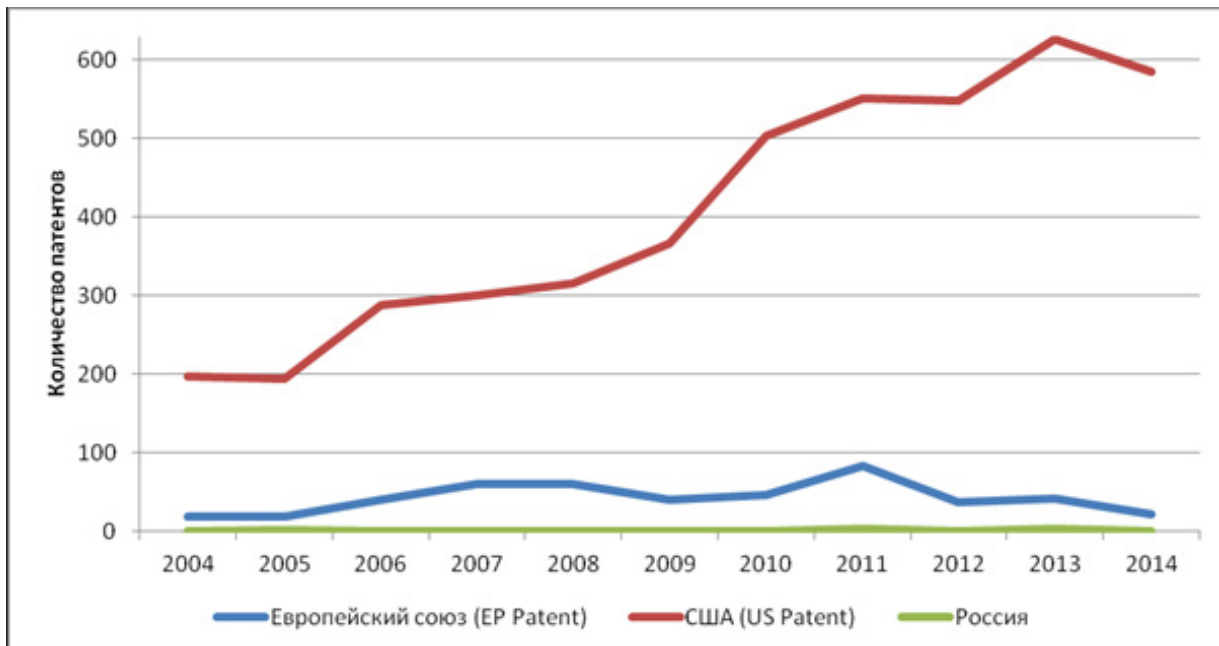
Количество публикаций по запросу *cognitive neuroscience* за период 1996 по 2013 по странам и регионам - США, Западная Европа, Азия, РФ. Источник: SCImago Journal & Country Rank, ресурс использует данные Scopus.



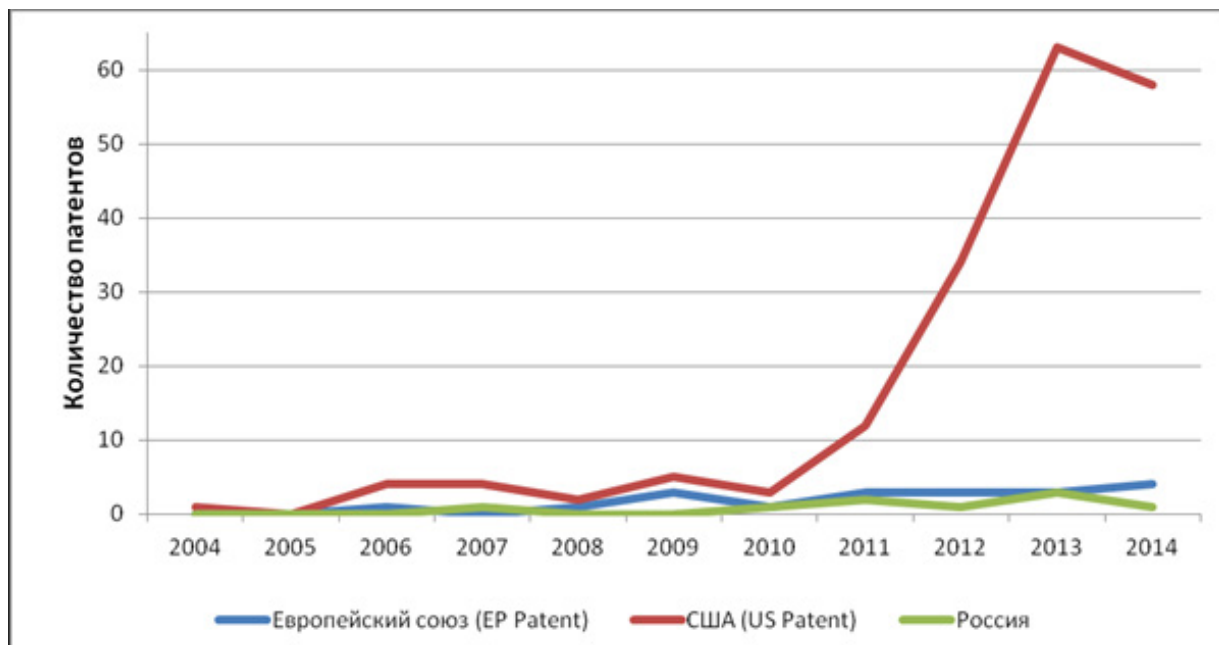
Статистическая наукометрическая информация показывает заметный рост исследовательской активности по направлению нейро- и компьютерных наук, без развития которых появление рынка нейро-коммуникационных технологий не произойдёт. Россия в этом процессе заметно отстаёт, рост количества англоязычных публикаций за последние годы крайне незначительный.

Для полноты картины приведём статистические сведения по патентной активности в области нейротехнологий.

*Патенты в области нейробиологии. Источник: публичный аналитический доклад “Нейротехнологии”.*



*Патенты в области интерфейсов “мозг-компьютер”. Источник: публичный аналитический доклад “Нейротехнологии”.*



### *Краткий качественный анализ по рынку исследований в области НКТ в России:*

1. Разработки и исследования в РФ лежат в области ближнего и среднего горизонтов, очень мало проектов в области дальнего горизонта.
2. Не хватает инфраструктуры для реализации проектов в долгосрочной перспективе.
3. Недостаточное финансирование проектов в области фундаментальной науки, а также трудности с реализацией наукоемких производств (недостаточная развитость отраслей с высокотехнологичными материалами, техникой).
4. Недостаток высокоспециализированных кадров для реализации проектов в области дальнего горизонта.
5. Плохая информированность общества о научных и российских исследованиях
6. Нет масштабных и крупных проектов, аналогичных HBP, BRAIN, HCP, что позволило бы простимулировать отечественную науку и проекты.
7. Слабая заинтересованность российского бизнеса в наукоемких разработках, интерес лежит в основном в области анализа данных, разработок ПО, это позволяет быстро выйти на рынок, тогда как наукоемкие производства предполагают длительный выход на рынок.

## Основные игроки и роли участников рынка НКТ за рассматриваемый период. Качественный анализ

В данном разделе мы приводим список наиболее значимых игроков рынка НКТ, которые определяют направление его движения и развития.

Транснациональные корпорации. Большие ТНК, работающие в пространстве всего мира и сравнимые по влиянию на мировую повестку и капитализации с отдельными государствами, часто находятся под воздействием тех же факторов, что и государства или наднациональные образования. С этой точки зрения им важно развитие новых технологий, порождающих создание новых индустрий. Выработка приоритетов и поддержка отраслей и бизнесов находится в сфере интересов ТНК. В той степени, в которой НКТ интересна ТНК, она становится предметом лоббирования на государственном уровне.

Малый и средний бизнес. Более других заинтересован в том, чтобы использовать коллаборационные сети, которые, в свою очередь, являются элементом инфраструктуры первого этапа развёртывания индустрии нейрокоммуникаций. Предпринимателям, включая венчурный бизнес, нужны инвестиции в продуктовые линейки и решения, которые находятся на соответствующих трендах. Каждая из таких технологий или линий развития является потенциальной основой для создания бизнеса или целой экосистемы. А также коллаборационные сети позволяют сокращать существующие расходы на персонал, рабочее пространство и технику. Сетевые структуры и новые типы коммуникаций создаются для коллективного решения проблем и возможного поиска соинвестиций.

Государство. Для государства развитие НКТ – это, в первую очередь, глобальная задача по определению своего места в существующей системе разделения труда (СРТ). Надо учитывать, что новые технологии требуют не только новых норм для обеспечения безопасности, но и обеспечивают повышение конкурентоспособности всего государства на мировом рынке.

Сфера образования. 100% решений в области НКТ являются теми решениями, которые в том или ином виде могут быть и будут использованы образованием будущего либо в качестве инструментов, либо в качестве инфраструктуры, либо в качестве протоколов коммуникации и совместного действия. Лучшая стратегия для представителей образования – инвестиция в любую зону роста НКТ, т.к. проектное обучение, которое на данный момент является мировым трендом в образовании, требует инструментов НКТ. Пакет работы с сообществами и прото-нейронет – сети, например, коллаборационная сеть сетей – прямая инфраструктура для образовательных проектов.

Весь тренд НКТ, связанный с фиксацией лучших практик, находится целиком в сфере образования.

## Основные формы практик стимулирования и поддержки развития нейротехнологий в мире

Тип	Примеры программ, мер поддержки
Межгосударственная программа, определяющая, организующая и финансирующая исследования по ключевым направлениям	Флагманский проект изучения мозга Human Brain Project входящий в “Рамочную программу Horizon 2020”, ЕС. “Седьмая рамочная программа” ЕС (проект организации изучения нейроинтерфейсов “BNCI Horizon 2020”).
Государственная программа исследований, совместное государственно-частное финансирование	Программы изучения мозга и нервной системы BRAIN Initiative, Human Connectome Project, США.
Негосударственная поддержка, краудфандинговые частные персональные инвестиции на стадии идеи и ранних прототипов	Краудфандинг платформы (Kickstarter, Indiegogo), мир (центр - США).
Регулярные гранты научным организациям	Государственные гранты на исследования в области нейронаук от NIH (национальный институт здоровья), США.
Гранты и контракты на перспективные исследования в военных целях в рамках крупных госпрограмм	Программы DARPA (например, Silent Talk), США. Проекты Фонда перспективных исследований, РФ.
Технологические конкурсы	Qualcomm Tricorder X, мир (центр - США). BCI Challenge от IEEE на Kaggle.com

## Выводы и итоги

В рамках нашего видения сфера НКТ удерживает несколько взаимоусиливающих линий развития в области нейротехнологий, социальных технологий, спроса на “усиление” человека и тенденций развития интернета. С горизонта 2020х гг. и далее мировой рынок НКТ будет развиваться в комплексе с теорией и практикой коллективной коммуникации и будет опираться на модели деятельности мозга, полученные в глобальных проектах по моделированию мозга. Большие проекты в области моделирования мозга работают на рынки и индустрии сегодняшнего дня, в то время как большинство продуктов и рынков НКТ будут являться результатом пересечения разнообразных вышеупомянутых трендов. Это значительные и перспективные рынки.

Мощность инфраструктурной поддержки, инвестиций в стратегии и исследования в Российской Федерации и странах-конкурентах несравнима. Несравнима также научно-исследовательская база в области нейротехнологий. Конкуренция на основных магистральных направлениях в области нейротехнологий невозможна. Учитывая, что возможности для серьезной игры на сегодняшних развитых рынках у России практически нет, следует рассмотреть рынки будущие, не оформленные.

Большой опыт в области визионерских проектов, накопленный багаж футурологической аналитики, серьезные компетенции в области ИТ, а также отличная от нулевой исследовательская база в области нейротехнологий и когнитивных наук позволяет с опорой на международную кооперацию в области магистральных направлений претендовать на неочевидные рынки новой индустрии - индустрии нейро-коммуникационных технологий, а также ненулевое присутствие и



на уже очевидных рынках нейромедицины и интерфейсов мозг-компьютер.

Наиболее разумная форма развития индустрии - сеть “кружков” - современно методически оснащенных центров компетенции, объединяющих специалистов в области ИКТ, физиологии высшей нервной деятельности, робототехники, кибернетики и технологий коллективного мышления. Основным фокусом работы должно стать производство стартапов в области нейрокоммуникаций и создание прототипов отраслевых учебных программ на базе прецедентов процессов по созданию успешных продуктов.

В диалоге могут быть детализированы стратегии для всех ключевых субъектов: образования (система подготовки кадров), государство, крупный, средний и малый бизнес, общественные организации. Т.к. уже сегодня ясно, что эта сфера создает новые возможности и иногда угрозы для каждого из них.

## Заключительное слово

Как видно из приведенного анализа, рынок пользовательской нейроэлектроники находится в стадии формирования. Еще несколько лет назад интерфейсы, считывающие активность мозга, не выходили за пределы лабораторий либо существовали в качестве немногих прототипов. Недавно за счет развития технологий цена на такие решения упала, появились пользовательские продукты. Рынок официально открылся: на нем присутствуют два разработчика – Neurosky и Emotiv. На основе их технологий уже существуют игры, гаджеты, предложения в сфере обучения. Нет сомнений, что приход больших игроков, вроде Microsoft, Apple или Google (особенно учитывая Google glass) – вопрос ближайшего времени. Соответственно, рынок должен будет пережить стадию патентных войн, создания и закрепления стандартов, затем появление социальной инфраструктуры. Развиваясь и распространяясь на разные сферы деятельности, он приведет к появлению того, что мы обозначили как нейронет – тотальной системе коммуникации нового типа.

Наш интерес не только в том, чтобы высказать прогноз. Мы предлагаем систему взглядов, образ вероятного будущего, который, с одной стороны, желательно иметь в виду при принятии решений, а с другой – можно использовать для приближения этого будущего. Дальнейшее развитие событий не предопределено – на процессы можно влиять и тем самым менять вероятность прогноза.

Кроме того, на наш взгляд, существует прекрасная возможность для инвестирования. Согласно обозначенным трендам, их равнодействующая указывает на появление новой отрасли масштабом в триллионы долларов США. Сегодня видны как отчетливые перспективы со стороны предложения (развитие технологий), так и явный потенциал со стороны спроса (пользовательские тренды), что вместе обеспечивает возникновение сперва биометри-нета, а немногим позже нейронета. Мир на старте новой индустрии, и она открыта для входа. Технологии созрели для первых продуктов, научные исследования вокруг данной сферы интенсифицируются и имеют ясный план работ. Из предложенного нами анализа можно извлечь информацию о потенциальных нишах – некоторые из них обещают появиться уже в самое ближайшее время. Пока они не заняты, цена входа относительно низка.

### *Позволим дать некоторые рекомендации по формату развития отрасли в РФ:*

- Выбор темы прорыва за пределами тех полей, где уже разворачиваются программы США и Евросоюза (например, нейрокоммуникации).
- Максимальное участие и разделение полученных результатов в больших проектах по мозгу российскими специалистами.
- Создание ряда центров компетенций с привлечением молодых специалистов с опытом участия в мировых мегапроектах по исследованию мозга и способных передать методические наработки (содержательные должны находиться в другой области).
- Темы работ могут быть выбраны с опорой на дорожную карту развития отрасли. В качестве основы может быть после верификации использована предварительная карта Группы нейронета.
- Центры компетенций следует создавать вокруг междисциплинарных RnD центров бизнес-школ. Рекомендуемый формат в разработке – "нейро-фаблаб", на этапе исследований – advanced studies institute.
- Центры компетенций проектировать в виде горизонтально организованной коллаборативной сети со своими инструментами ведения коллективной работы.
- Максимально использовать конкурсную и призовую, не грантовую логику, в которой новые решения поощряются призами, программами акселерации и другими средствами

Нужно отметить, что в данном случае интересы PBK и группы нейронета пересеклись к взаимной выгоде. Наше стремление приближать появление нейронета предполагает постоянную сверку с реальностью, строительство дорожной карты при содействии и с участием возможных участников рынка. Задача PBK – развитие венчурной индустрии – затруднительна без знания окон возможностей настоящего и будущего. Мы рады, что с такого небольшого, но важного шага начинаем сотрудничество в контексте нейронета. Оснований его продолжить будет предостаточно. Отрасль нейротехнологий и НКТ – это всерьез и надолго. Мы надеемся, что нам удалось передать это ощущение, пусть и посредством традиционных средств коммуникации.

*Авторство: Работа группы авторов - сообщества с сетевой структурой, включающего группы “Конструкторы сообществ практики”, форсайт-группы refuture. te, российской группы Нейронета, группы “Технологии коллективного мышления” и ее стратегических проектов.*

## Список использованной литературы и источников

### Список аналитических обзоров и исследований:

1. Сборник “Human-computer Interfaces” под редакцией John Karat, Jean Vanderdonckt и еще более 20 исследователей предметной отрасли
2. Отчет “Brain 2025 a scientific vision” от рабочей группы исследования мозга через развитие инновационных нейротехнологий для Национального института здоровья США, визионерский документ программы The BRAIN initiative.
3. Отчет Европейской комиссии по проекту The Human Brain Project
4. Отчет “The Prospects of Brain Research within Horizon 2020” от European Brain Council и European Science Foundation
5. Отчет и дорожная карта проекта “Whole Brain Emulation” от Future of Humanity Institute (Оксфорд)
6. Публичный аналитический доклад по направлению «НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ», под авторством Миронова Н.А.
7. Доклад “Будущее образования: глобальная повестка”. АСИ, refuture.me
8. Отчет “Science and Technology Outlook 2005-2055” от Institute for the Future
9. Отчет “2005-2055 Science and Technology Perspectives” от Institute for the Future
10. Отчет “Глобальные тренды 2030” национального совета по разведке США
11. Отчет “Disruptive technologies” от McKinsey Global Institute

Другие, менее специфичные для отрасли отчеты и материалы форсайт-исследований, а также разделы наиболее важных статей в области использования нейротехнологий для коммуникации, посвященные перспективам как конкретной линии исследований, так и всей отрасли в целом.

### Важные открытые ресурсы по теме НКТ:

1. <http://www.braininitiative.nih.gov/index.htm>
2. <http://www.whitehouse.gov/BRAIN>
3. <http://www.whitehouse.gov/share/brain-initiative>
4. <http://www.humanbrainproject.eu/>
5. <http://www.humanbrainproject.eu/science/publications>
6. <http://humanconnectome.org/about/project/>
7. <http://www.humanconnectomeproject.org/>
8. <http://bnci-horizon-2020.eu/>
9. <http://opencog.org>
10. <http://www.openbci.com/>
11. <http://www.openworm.org/>
12. <http://openeeg.sourceforge.net/doc/>
13. <http://braingate2.org/>
14. <http://neurosky.com/>
15. <http://emotiv.com/>
16. <http://neurogadget.com/>
17. <http://globalneuroweb.org/>

