



## Аналитический доклад

**“Подходы к формированию и запуску новых отраслей промышленности  
в контексте Национальной технологической инициативы,  
на примере сферы “Технологии и системы цифровой реальности и  
перспективные “человеко-компьютерные” интерфейсы  
(в части нейроэлектроники)”**

Москва, 2015

# Оглавление

1	Введение .....	2
1.1	Предмет исследования .....	2
1.2	О задачах доклада .....	2
1.3	Кому адресован доклад.....	3
1.4	Структура доклада .....	4
1.5	Аналитика: форсайты и тренды.....	5
2	Тренды .....	7
2.1	Три куста трендов.....	7
2.2	Пять типов трендов .....	7
2.3	Перечень трендов .....	8
2.3.1	Технологические тренды .....	8
2.3.2	Социотехнические тренды.....	18
2.3.3	Пользовательские / рыночные тренды .....	28
3	Ключевые игроки.....	38
3.1	Разработки по трендам.....	38
3.2	Меры поддержки и ситуация в РФ .....	40
3.2.1	Формы поддержки исследований.....	40
3.2.2	Уровни поддержки исследований .....	41
3.2.3	Точки роста в России .....	45
4	Проект нейронета — сборочный образ проекта в контексте будущего.....	47
4.1	Нейронет как целое.....	47
4.2	Этапы сборки Нейронета.....	50
4.3	Основные этапы эволюции нейронета, подробно .....	50
4.3.1	Первый этап. 2015-2020 гг. ....	50
4.3.2	Второй этап. 2020-2030 гг. ....	53
4.3.3	Третий этап. 2030-2040 гг. ....	56
4.3.4	Четвертый этап. После 2040 г. ....	57
5	Развитие рынков .....	58
5.1	Оценка рынков .....	58
5.2	Компетенции, востребованные в ходе развития отрасли нейрокоммуникаций.....	64
5.3	Ключевые риски для появления новых рынков .....	65
6	Процесс реализации. Стратегии .....	67
6.1	Стратегии для бизнеса.....	67
6.1.1	Крупный бизнес .....	67
6.1.2	Малый и средний бизнес.....	68
6.2	Стратегии для образования .....	69
6.3	Стратегии для государства.....	71
7	Итоги.....	73
8	Приложения.....	75
8.1	Список литературы.....	75

# 1 Введение

## 1.1 Предмет исследования

**Нейротехнологии** — любые технологии, которые используют понимание или помогают понять работу мозга, сознания и высшую нервную деятельность. Это также технологии, которые усиливают или улучшают деятельность мозга, психические процессы.

**Электроника** — вид техники, работающий на взаимодействии электрических частиц с электрическими полями. Фокус данной работы находится именно в электронных устройствах, с условием других двух фокусирующих векторов

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

На пересечении этих трех сфер возникает область деятельности, которой посвящен доклад. Проследив тренды (о них ниже), по которым развивается данная область до горизонта 2040 года, мы пришли к образу коммуникационной сети нового типа. Она строится на интерфейсах мозг-компьютер и обеспечивает ранее недостижимую слаженность коллективной деятельности. Полученный результат мы назвали “нейронет” и описали его с трех позиций, каждая из которых соответствует одному из трех “кустов” трендов.

## 1.2 О задачах доклада

**Нейроэлектроника, нейрокоммуникации и новая индустрия.** Попытка первыми заметить и описать приходящую отрасль в случае успеха дает потенциальные преимущества тем, в чьи руки она попадает. На такой прогноз можно сделать ставку в масштабах компании, государства и мира в целом. Можно подготовиться и сыграть на возникающем рынке, и даже ускорить его приход и закрепить ключевые компетенции на себе. Наш доклад представляет собой такую попытку. Мы предлагаем анализ возникающей отрасли использования биоданных в общем и нейроданных в частности в сфере коммуникаций. Ее появление изменит суть и форму того, как устроено человеческое общение и совместная деятельность, затронув попутно множество рынков, от медицины и развлечений до образования и науки.

**Цели и характер документа.** Этот анализ не уникален в ряду обзоров рынка нейротехнологий и носимых устройств биометрии. Однако он является первым среди системных исследований индустрии нейроэлектроники и нейрокоммуникаций. Данная работа базируется на двух годах исследований и дискуссий с ведущими экспертами и практиками в области нейротехнологий, человеко-компьютерных интерфейсов, архитектуры интернета, системной инженерии, коллективной деятельности и других релевантных сфер.

Наша задача – предоставить достаточно полное видение ситуации в системе человеческих практик, из которых на наших глазах формируется новая индустрия. Видение достаточно для того, чтобы предоставить держателям ресурсов, руководителям, разработчикам и бизнесу основу для принятия решений. Будь то запуск стартапов, инициирование исследований, переориентация подходов в образовании или открытие новых направлений в сфере развлечений. В первую очередь документ адресован тем, кто определяет ставки в масштабах индустрий, от чьих действий зависит конкурентоспособность отраслей и целых стран на десятилетия вперед.

В процессе подготовки к данной работе мы изучили ряд обзорных документов, посвященных будущему развитию рынка нейротехнологий. Разумеется, основной акцент в таких отчетах делается на медицинские аспекты, на сегодняшние и немного завтрашние вызовы, связанные с заболеваниями мозга, с возрастной

деменцией и фармакологией. В таких отчетах также обязательно встречается раздел, посвященный “нейроустройствам” – собственно тому, что мы и называем “Нейротехнологией”.

Ключевое отличие нашего документа в том, что он посвящен индустрии, которой пока не существует. Следовательно, мы рассматриваем те нейротехнологии, которые имеют отношение к ее возникновению. Жанр документа – изложение результатов форсайта новой индустрии и анализ того поля, из которого индустрия возникает. Доклад служит цели проверить наше видение, соотнести его с реально наблюдаемыми процессами, чтобы помочь затем сделать правильную стратегическую ставку. Отрасль нейроэлектроники и нейрокоммуникаций, которая станет, на наш взгляд, важнейшей для возникновения новой сети, пока не осмыслена как таковая. Это всего лишь фрагменты решений, которым предстоит в горизонте одного поколения собраться в индустрию. Она полностью изменит жизнь человека, где бы он ни жил и чем бы он не занимался. Возможно, больше, чем это уже сделала первая глобальная сеть, Интернет.

**Ключевые узлы внимания в докладе.** Игрокам на поле нейроэлектроники неизбежно придется иметь дело с особенностями рождающейся отрасли и свойствами среды, в которой она возникает. Настоящим докладом мы ставим задачу привлечь внимание к тем ключевым вызовам, что можно предвидеть уже сегодня и на которые предстоит ответить в процессе становления нейронета.

Во-первых, в рассматриваемой нами области развитие технологий опережает социальные практики их использования. Зачастую проблема не в том, что первые прототипы дороги и сложны для массового потребителя. Скорее, она заключена в отсутствии задач, которые потребитель хотел бы решить при помощи нового инструмента. Производитель должен быть готов ответить на вопрос пользователя “что я буду делать с интерфейсом, который позволяет печатать на десяти клавиатурах одновременно?”. Прежде всего, это вопрос к тем, кто создает деятельности. В этом смысле развития технологий недостаточно – оно должно сопровождаться новыми видами работы, досуга, образования и прочей активности.

Во-вторых, новая индустрия будет возникать и развиваться в условиях рыночного окружения. Следует с самого начала полагаться на модель развития в условиях конкуренции, где есть рынки и игроки, которые борются за клиента. При этом следует иметь в виду, что системы коллаборации начинают играть все более важную роль, все чаще экосистемы создаются целиком. Для новых индустрий будет важным не просто создать условия для всхода стартапов и превращения их в большие компании, но и сразу учитывать инфраструктуру. Последняя включает в себя, в числе прочих, производство, образование, финансы: необходимо учитывать и поддерживать смежные сферы так, чтобы снизить сопротивление среды.

В-третьих, хотя сотрудничество и системы коллективного содействия способны породить множество других типов деятельности, не любая деятельность может быть усилена таким образом. Инфраструктура, благоволящая сетевым сообществам – открытое общество с хорошими горизонтальными связями, высокой мобильностью, поддержкой форматов самоорганизации. Напротив, локальная реализация артефактов нейрокоммуникационной индустрии – например, аналог проекта по разработке нейроинтерфейса для военных ‘Silent Talk’<sup>1</sup> от DARPA – возможна, но издержки такого подхода слишком велики.

В-четвертых, игрокам следует учитывать, что контекст, в котором с большей вероятностью возникает та или иная индустрия – это контекст не только технологический. Даже при наличии работающего продукта и насущных задач, решаемых через его использование, важен контекст социальный – расположенность публики эти задачи решать и именно с помощью данного продукта. Этот контекст включает в себя образование, просвещение и обучение потребителя. Соответственно, доклад не обходит вниманием тему компетенций.

### 1.3 Кому адресован доклад

Нейроэлектроника и нейрокоммуникации – перспективная, но пока не проявленная отрасль с потенциалом в триллионы долларов. Ее развертывание всерьез повлияет на множество связанных рынков, начиная от

<sup>1</sup> <http://www.wired.com/2009/05/pentagon-preps-soldier-telepathy-push/>

телекома и не заканчивая образованием, и затронет буквально каждого. Поэтому читателем доклада может быть, в широком смысле, любой человек, желающий видеть чуть дальше завтрашнего дня. В то же время мы адресуем нашу работу, прежде всего тем, кто способен не только видеть, но и непосредственно участвовать в приближении будущего – своими идеями, ресурсами и активными действиями. В конечном итоге их вклад обернется выгодой: они не просто окажутся первыми на возникающем глобальном рынке, но и смогут сформировать его согласно своим целям и возможностям.

## 1.4 Структура доклада

**Введение.** В первом разделе мы определяем предмет доклада, вводим основные понятия и системное представление о сегодняшнем и прогнозируемом состоянии технологий, которые служат фундаментом для появления нейрокоммуникационной сети. Также мы обосновываем основные фокусы нашей аналитической работы, описываем парадигму классификации используемых исходных материалов для аналитики.

**Тренды.** Раздел посвящен последовательному изложению основных трендов – драйверов становления отрасли. Сначала мы вводим обоснование выбора и классификации трендов, затем последовательно рассматриваем каждый из трех ключевых кустов трендов: с точек зрения разработчика технологий, организатора взаимодействий и предпринимателя на рынке.

Раздел трендов важен с точки зрения обоснованности последующих разделов. В нем содержится анализ текущих процессов, которые совместно, накладываясь друг на друга, образуют равнодействующую силу, направленную в сторону появления нейронета. Мы рассматриваем разные типы процессов – из сферы науки и технологий, взаимодействия и коммуникации людей, потребления смыслов и впечатлений. Иллюстрируя выявленные тренды конкретными наблюдениями и фактами, мы пытаемся развернуть их в более глобальную картину, продолжив в будущее и указав на их взаимосвязи с другими трендами.

Мы разделили все тенденции на пять типов для каждого куста: их можно изучать в любом порядке и по отдельности. Чтобы получить наиболее целостное представление о скорости, глубине и масштабах грядущих изменений, рекомендуем познакомиться со всем разделом. Мы отдаем себе отчет, что надежность выводов относительно того или иного тренда распределена неравномерно: будущее некоторых процессов предсказать легче, нежели других. Наиболее надежной нам представляется оценка развития научно-технологической сферы – ей посвящена значительная часть раздела. Помимо вопроса, куда движутся технологии, мы рассматриваем, как меняются формы сотрудничества между людьми, а также их потребности. Развития одних технологий недостаточно для возникновения отрасли – мы пытаемся обрисовать драйверы, идущие от коллективов, организаций и индивидуальных пользователей.

**Ключевые игроки.** Отдельно производится сборка главных игроков в области предметных исследований: каковы ключевые исследователи, ключевые проекты, и куда смещается исследовательская рамка.

**Проект Нейронета.** Мы рассматриваем три этапа сборки технологического пакета нейронета. До 2020 года мы ожидаем появления первых ростков будущей сети, неравномерно возникающих в разных отраслях, проявления отдельных эффектов и технологий, начала сборок и инсайтов основных игроков. Основные драйверы сосредоточены и реализуются сегодня вокруг нескольких больших субъектов: медицина, безопасность, развлечения. На втором этапе (2020-2030) возникнет пролог нейронета – “биометрический веб”, сеть устройств, считывающих физиологические параметры человека. Произойдет насыщение технологической линейки, начнутся крупномасштабные сборки. На третьем этапе (2030-2040) нейронет уже будет полноценно реализован в виде отдельных очагов, и затем, после 2040 года охватит область коммуникаций целиком. Данный сценарий будет подробно изложен в разделе “Основные этапы эволюции нейронета”.

**Развитие рынков.** Мы предлагаем основные сценарии рыночной реализации технопакета нейронета, включая карту существующих направлений развития. Мы опишем основные виды рыночного спроса с точки зрения главных субъектов, включая стратегию развертывания от потребностей в первоначальные проекты. При этом будут учтены особенности реализации нейронета, характерные для каждого из сценариев. Стратегии в отношении конечного пользователя применимы в сфере развлечений, образования, сервисов. Нейронет в призме глобальной экономики реализуется через координацию бизнеса и науки, распределенное создание сложных продуктов. Для государственных структур важными становятся качества нейронета как инструмента анализа угроз и быстрого реагирования. Сообщества и НКО воспользуются им для координации и повышения качества доверия. В этой части доклада также обсуждаются риски для появления новых рынков.

**Стратегии.** Мы обсуждаем набор стратегий по развертыванию индустрии для ключевых игроков отрасли. В разделе содержится обзор рыночных ниш и продуктов под эти ниши, которые уже сегодня могут рассматриваться как перспективные и реализуемые в горизонте от пяти до десяти лет. Читателям, которые стремятся сразу переходить к практическим выводам, есть смысл сразу обратиться к этому разделу, чтобы оценить потенциал рынка и свои интересы на нем, а также возможности своего участия в его развитии. Затем в разделе «Тренды» читатель сможет найти обоснование предлагаемых нами выводов и рекомендаций и при необходимости узнать, на каких основаниях мы строим наши прогнозы. Однако согласно логике доклада мы рекомендуем последовательное чтение.

В разделе стратегий мы приводим разные стратегии, приложимые к разным субъектам. В качестве последних мы выделяем крупный и малый бизнес, государство, сферу образования.

**Выводы.** В заключительной части доклада кратко суммируются обоснования реалистичности нашего видения развертывания индустрии: базовые тренды, субъекты, потребности людей, технологии. А также следствия, которые вытекают из всего сказанного выше.

## 1.5 Аналитика: форсайты и тренды

Трендом мы называем объективную тенденцию изменений, которая понимается как таковая экспертным сообществом. Согласованное консолидированное мнение экспертного сообщества мы фиксируем процедурой генерации трендов Rapid Foresight. Основным источником трендов выступают экспертные сессии Российской группы нейронета. Инструментом верификации – отраслевые аналитические документы и форсайты, являющиеся продуктом работы других групп.

Центральным пакетом документов, на которые опирается трендовая часть отчета, является набор карт будущего, составленный по итогам трех форсайтов нейронета, проведенных Российской Группой Нейронета (далее РГН), а также материалы семинара о нейронете, проведенного РГН при поддержке Российской Венчурной Компании (РВК) в октябре 2014 г. Другими источниками данных о трендах и тенденциях в предметной области являются, в частности, следующие документы:

1. Отчет 2013-14 “State of the Future”<sup>2</sup>, подготовленный The Millenium Project и содержащий анализ и обсуждение основных 15 вызовов, стоящих перед человечеством в перспективе ближайших 10 лет.
2. Сборник “Human-computer Interfaces”<sup>3</sup> под редакцией John Karat, Jean Vanderdonckt и еще более 20 исследователей предметной отрасли
3. Отчет “Brain 2025 a scientific vision”<sup>4</sup> от рабочей группы исследования мозга через развитие инновационных нейротехнологий для Национального института здоровья США, визионерский документ программы The BRAIN initiative.

<sup>2</sup> The Millennium Project-2013-14 State of the Future

<sup>3</sup> “Human-Computer Interaction Series» Series Editors. John (USA), Jean Vanderdonckt (Belgium) -<http://www.springer.com/series/6033>

<sup>4</sup> BRAIN 2025: A scientific vision. Final report of the ACD BRAIN working group. Cornelia Bargmann, PhD. Investigator, HHMI. Torsten N. Wiesel Professor

4. Отчет “Глобальная Европа 2050”<sup>5</sup> Еврокомиссии
5. Отчет “Science and Technology Outlook 2005-2055”<sup>6</sup> от Institute for the Future
6. Отчет “2005-2055 Science and Technology Perspectives”<sup>7</sup> от Institute for the Future
7. Публичный аналитический доклад по направлению “Нейротехнологии”<sup>8</sup>, под авторством Миронова Н.А.
8. Отчет Европейской комиссии по проекту The Human Brain Project <sup>9</sup>
9. Отчет “The Prospects of Brain Research within Horizon 2020” от European Brain Council и European Science Foundation <sup>10</sup>
10. Отчет и дорожная карта проекта “Whole Brain Emulation от Future of Humanity Institute”<sup>11</sup> (Оксфорд)
11. Отчет “Глобальные тренды 2030”<sup>12</sup> национального совета по разведке США
12. Отчет “Disruptive technologies” от McKinsey Global Institute<sup>13</sup>
13. Другие, менее специфичные для отрасли отчеты и материалы форсайт-исследований
14. А также разделы наиболее важных статей в области использования нейротехнологий для коммуникации, посвященные перспективам как конкретной линии исследований, так и всей отрасли в целом.

---

<sup>5</sup> [https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/global-europe-2050-report\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/global-europe-2050-report_en.pdf)

<sup>6</sup> Technology Horizons Program Institute for the Future- «Science & Technology Outlook: 2005–2055»

<sup>7</sup> [http://www.iftf.org/uploads/media/TH\\_SR-967\\_S%26T\\_Perspectives.pdf](http://www.iftf.org/uploads/media/TH_SR-967_S%26T_Perspectives.pdf)

<sup>8</sup> Публичный аналитический доклад по направлению «Нейротехнологии»- Миронов Н.А.

<sup>9</sup> <https://www.humanbrainproject.eu/science/publications>

<sup>10</sup> The Prospects of Brain Research within Horizon 2020: Responding efficiently to Europe’s societal needs Arturo Spinelli Building, European Parliament 30. May 2014

<sup>11</sup> Whole Brain Emulation. A Roadmap. (2008) Technical Report- 2008 Anders Sandberg, Nick Bostrom

<sup>12</sup> <http://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf>

<sup>13</sup> The McKinsey Global Institute (MGI)- Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy

## 2 Тренды

### 2.1 Три куста трендов

Тренд в нашем случае – сжатое представление наблюдаемых изменений, ответ на вопрос «Какова суть изменений и куда они направлены?». В докладе классификация трендов задается задачей документа и следует из субъектной логики. Все тренды делятся на три типа, соответствующих различным точкам зрения (point of view):

- **технологические**, заданные развитием технологий

*Тренды обозначены через модели реальности, в которой первична технология коммуникации, передача данных, устройства и протоколы. Взгляд технолога.*

- **социотехнические**, заданные развитием социальных организаций

*Тренды обозначены через модель реальности, в которой первична социальная организация, субъектные карты, ресурсы и коллективная деятельность. Взгляд организатора.*

- **Пользовательские**, заданные спросом существующего рынка.

*Тренды обозначены через модель реальности, в которой первична модель рынка, спроса и предложения, интересы стейкхолдеров, потребности потребителей. Взгляд предпринимателя.*

Тренды в развитии **технологий** рассматриваются в двух ракурсах: мы анализируем исследовательские тренды и то направление, куда в последние годы смещается исследовательская повестка в ключевых тематических лабораториях.

Рассматривается и технологическая составляющая **социотехнических** трендов – каков запрос к предметной области со стороны игроков в сфере организаций.

На материале данных стартап-акселераторов, краудсорсинговых программ и программ поддержки мы также исследуем **пользовательские** (рыночные) тренды в предметной области.

### 2.2 Пять типов трендов

Внутри каждой точки зрения (*технолога, организатора и предпринимателя*) тренды делятся на несколько типов, в соответствии с тем, к какой части схемы они относятся:

- **тренды структурные**
  - структурные изменения в технологиях ИКТ
  - структурные изменения в социотехнологиях
  - структурные рыночные изменения
- **тренды семантизации**
  - семантизация технологий
  - семантизация социотехнологий
  - семантизация как рыночный спрос
- **тренды уровня компонентов**
  - изменения в технических компонентах
  - изменения с элементами организационных структур
  - изменения в области спроса
- **тренды развития объектов управления**
  - тренды в технологиях объектов управления

- тренды в социальных системах как объектах управления
- тренды в рыночном спросе, относящиеся к управляемым системам
- **“сутовые” тренды** (стержневые для онтологии, картины реальности предметной сферы)
  - тренды, описывающие изменения в моделях и предметности на уровне технологий
  - тренды, описывающие изменения в моделях и предметности социальных систем
  - тренды, описывающие изменения в принципиальной модели спроса в предметной области

## 2.3 Перечень трендов

### 2.3.1 Технологические тренды

Рассмотрим более внимательно те тренды, развитие которых задано логикой движения технологий. В большинстве своем это тренды общего порядка, связанные с ростом пропускной способности, вычислительной мощности, удешевлением технологий.

	<b>Технологические</b>
<b>Тренды структурные и инфраструктурные</b>	Развитие ИКТ инфраструктуры для Интернета следующего поколения
<b>Семантизация</b>	BigLiveData Семантизация Интернета
<b>Тренды уровня компонентов и элементов</b>	Удешевление нейроэлектроники
<b>Тренды развития объектов управления</b>	Удешевление и доработка роботов и “мехатроники”
<b>Сутовые тренды</b>	Моделирование нейропроцессов (мозг и психика)

#### 2.3.1.1 Тренды структурные: развитие ИКТ инфраструктуры для интернета следующего поколения

Изменения в возможностях, особенностях и ресурсах среды, в которой находится сфера нейрокоммуникации: увеличение пропускной способности физических каналов, появление новых и более эффективных протоколов уровня приложений, тестирование новых физических принципов передачи и обработки данных (фотоника, квантовый компьютеринг, квантовая криптография и т.д.).

Необходимо упомянуть и тренд, описывающий переход от вертикальных сетей к MESH сетям – сетям с произвольной топологией, где каждый элемент выполняет функции и ретранслятора, и вещателя, и приемника. Сегодня уже есть примеры устройств для энтузиастов построения mesh-сетей, например, Pinoccio<sup>14</sup> – платформа для экспериментов в рамках концепции “интернета вещей” включает программируемый микроконтроллер, аккумулятор, поддержку mesh технологий через Wi-Fi. Проект собрал \$105,232 первоначальных инвестиций на Indiegogo и вышел на рынок.

<sup>14</sup> <https://pinocc.io/>

Эти “железные”, инфраструктурные тренды повышают доступность для пользователя конечных решений в области ИКТ, вычислительных мощностей и, в конце концов, нейро-коммуникационных технологий. Снижение стоимости и рост динамического диапазона АЦП, удешевление блоков передачи данных низкого потребления (bluetooth 4.0), удешевление технологий активных электродов и многое другое – все это предвосхищает появление на рынке бытовых нейроинтерфейсов и, следовательно, стимулирует как исследователей, так и предпринимателей на активность в сфере нейроэлектроники и нейрокоммуникационных технологий.

### Три горизонта развития структурных трендов

**2020.** Очевидно, что семейство проколов Bluetooth оказывается под все большим воздействием рынка носимых устройств и его развитие во многом будет направляться требованиями растущего рынка таких устройств. На горизонте 2020-х гг. стоит ждать значительного уменьшения энергопотребления, увеличения количества каналов связи. Появления первых протоколов стриминга биоданных и первых стандартов передачи и обработки биоданных.

В этой сфере существует несколько потенциальных “диких карт”, которые могут внезапно поменять всю индустрию. Первая из них – настоящий квантовый компьютер и квантовая передача данных. Второй – направление в фотонике, связанное с аппаратной голографией. Скорость уменьшения пикселя фото-матрицы при сохранении темпа миниатюризации в течение десяти лет достигнет размера, достаточного для записи дифракционных картин, необходимых для создания голографии с цифровой матрицы. В этот момент станет возможной передача динамических голографических образов в реальном времени. Но что более важно, голограмма является инструментом мгновенного преобразования сигнала: “голографические ключи” позволяют моментально произвести большое количество вычислений. Такие “ключи” пока не могут создаваться в реальном времени, но могут быть заготовлены заранее, выполняя стандартные преобразования сигналов. Ситуацию, в которой голографические цифровые преобразователи создаются при помощи квантовых вычислителей, мы не рассматриваем.

По мере перехода к натальным сетям физиологических датчиков и от носимых снаружи (wearables) к носимым внутри устройствам – например, микро-датчикам (размером в 100 микрон<sup>15</sup>), выполняющим функции плавающих в крови электродов, можно ожидать появления новых протоколов коммуникации распределенных сетей датчиков, находящихся на линии развития современных mesh протоколов типа zigbee.

**2030.** Учитывая, что сегодняшние образцы питаются в импульсном режиме от ультразвуковых или инфракрасных импульсов, можно ожидать и протоколов, в которых передача данных специально синхронизирована с питающими импульсами и, возможно, ритмической активностью измеряемой структуры (пачками импульсов нервного волокна или нейрона). Развитие оптогенетики может привести к появлению стандартов приема и передачи данных в оптическом диапазоне, специально адаптированных к специфике работы нейронных сетей. Возможно появление электронно-биологических стандартов работы с данными. Эти события, скорее всего, произойдут в горизонте 2030 г. в рамках развертывания экспериментов в области нейронета.

Дальнейшее уменьшение размера датчиков может дать стимул появлению протоколов, адаптированных к субклеточным процессам. Устройства, манипулирующие материей по принципам транскрипции генов и синтеза белков, например, направление Genetic Nano Robotics, потребуют соответствующих протоколов коммуникации. Физический уровень протоколов традиционного интернета может быть расширен за счет расширения частотного диапазона передачи данных, а также, вполне вероятно, за счет появления стандартов передачи данных при помощи эффектов квантовой запутанности. В любом случае, механизмы квантовой криптографии будут учтены в новых протоколах уже существующих семейств.

Скорее всего, появятся новые протоколы канального, сетевого и транспортного уровня, необходимые для высокоскоростной синхронизации живых систем. Хотя необходимо учесть тот факт, что в последнем

---

<sup>15</sup> Philippe Cinquin, Chantal Gondran et al. “A Glucose BioFuel Cell Implanted in Rats” PLOS One.2010

эксперименте по запуску симуляции оцифрованной нервной системы нематоды, использовался TCP-IP, и “нейроны” нервной системы оцифрованного червя общались при помощи обычных сетевых протоколов сегодняшнего дня.

**2040.** С очень высокой вероятностью произойдет появление новых протоколов передачи как сырых нейроданных, так и обработанных данных смысловых пакетов на уровне приложений. Описания семантического веба сегодняшнего дня будут расширены совместимой “био-семантикой” и разными системами (в зависимости от базовой логики) работы с автономными агентами. Системы человеческой коллаборации уже сегодня постепенно переходят к стандартизации API, аналогичный процесс будет происходить и по мере появления и развития коллаборации живых и искусственных нервных систем. Эти события на тренде развития ИКТ инфраструктуры существующей сети коммуникации стоит ждать к моменту развертывания первых полноценных прецедентов нейросообществ – не ранее 2040 г. Аппаратная база и база стандартов не является сдерживающим фактором этого тренда. Основным тормозом развития является логика социальных процессов.

### 2.3.1.2 Тренды семантизации: семантизация интернета и метаязыки организации знания

Поскольку семантика подразумевает смыслы, то семантизация – это появление в предметной области инструментов работы со смыслом. В первую очередь, это инструменты выделения смыслов, их классификации и обработки. В инфраструктурных трендах, где структура элементов из иерархической становится сетевой, семантизация проявляется в виде двух встречных тенденций.

Во-первых, каждый элемент становится “умным”: он начинает поддерживать единые правила генерации, приема и передачи данных. Во-вторых, “умной” становится вся инфраструктура: она имеет дело уже не с физическими данными, цифрами и уровнями напряжения, а со смыслом этих данных.

**Большие данные.** Сюда мы относим то, что связано с появлением BigLiveData – сверхбольших массивов данных, обрабатываемых в реальном времени. Причем, с возможностью представления различных практических срезов этих данных. Это и станет основой семантического Интернета, его движения к тому, чтобы человеко-читаемые знания (смыслы) стали еще и машинно-читаемыми.

Авторы<sup>16</sup> доклада предвидят появление технологий эффективной обработки больших объемов информации и извлечения из них новых знаний. В обзоре<sup>17</sup> обсуждается внедрение компьютерных систем, способных давать ответы на вопросы, сформулированные на естественном языке. Делается вывод, что это приведет к автоматизации обработки сложной неструктурированной информации.

Когда говорят о BigData, обычно упоминают два условия, первым из которых является представленность данных обо всех действиях и событиях в сети. Первое, интернет вещей позволяет зафиксировать в Сети даже данные о перемещении стула по кухне или о пищевых привычках домашнего попугая. В реальном времени. Но вот обработка этих данных, поиск паттернов и связей в них до сих пор казалась наиболее сложным делом. Пока BigData – это просто массив данных, цифры, с которыми работают алгоритмы data mining – поиска и структуризации информации. Таких алгоритмов множество, и они уже способны обнаруживать закономерности, связи и тенденции на уровне непосильном человеку. Однако смысл этих связей машинам пока недоступен.

**Семантический перевод.** Как только будет сделан следующий шаг по переносу функций работы со смыслами в искусственные системы, а именно – доведены до ума системы эвристико-смысловой обработки текстов типа «Ontology», а также переориентированы на работу в реальном времени системы типа “Эйдос”<sup>18</sup> – третий необходимый для появления прототипа нейронета элемент будет создан. Этот элемент – система семантического перевода между универсальным языком смыслов, “языком нейронета” и “языком мозга” каждого человека в отдельности. Без такой системы интерфейс мозг-компьютер не сможет обеспечить

<sup>16</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds-INSTITUTE FOR THE FUTURE.2006

<sup>17</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. The McKinsey Global Institute 2013

<sup>18</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/>

нужных для появления нейронета возможностей.

Когда будут семантизированы разные состояния сознания, а нечеткие смыслы, эмоции и человеческое тело и психика будут представлены в сети не единым вещателем, а множеством независимых генераторов контента – тогда можно будет говорить о заре нейронета.

Новая сеть будет развиваться поверх старой сети – к тому моменту уже web 3.0. Сегодня не существует единственной трактовки термина Web 3.0, но главным свойством считается соотнесение его с семантической паутиной. Главная мысль этой концепции базируется на внедрении метаязыка, описывающего содержание сайтов для организации автоматического обмена между серверами. Описательные механизмы семантической паутины уже разработаны (RDF, DAML, OIL, OWL), но пока нет технологий автоматического перехода сайтов на “семантические версии”, системы семантического индексирования (пока вебмастера должны сами создавать описания).

**Сеть охватывает реальный мир.** Помимо семантической, к свойствам будущего интернета (web 3.0) относят, как правило, взаимодействие сети с физическим миром: через “интернет вещей”, интеллектуальных агентов, постепенный переход к mesh-топологиям, где мобильные компьютеры выполняют функции ретрансляторов и серверов. Семантизация Сети, а также переход на вещание отдельными программными продуктами через IPv6 приближают появление автономных интеллектуальных агентов, выполняющих сложную работу с данными Сети в интересах своих хозяев (принципалов) – так же, как сегодня аналогичную простую работу выполняют антивирусный пакет или биржевой робот.

Интересным моментом является предположение о том, что семантические переводчики 2020+ будут трансляторами между “точками зрения” в том смысле, в котором это понятие используется в системной инженерии (point of view). Таким образом, по своей сути это будут переводы не brain to brain, но Pov2Pov.

## Проекты, работающие в рамках тренда

**SYNAPSE** – Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics<sup>19</sup> (США), начатый в 2008 с планом окончания в 2016. Заявленная цель проекта – «создание интеллектуальных компьютеров, способных к самостоятельному усвоению новых знаний из различных источников, распознаванию образов, продолжительному обучению, пониманию контекстуального значения многозначной информации для решения сложных проблем в условиях реального мира на основе способностей к восприятию, действиям и познанию».

**Spaun**<sup>20</sup> – Semantic Pointer Architecture Unified Network (Канада). Несмотря на скромный бюджет, многие называют его самой реалистичной моделью человеческого мозга. Она состоит из 2,5 млн. нейронов, которые организованы в подсистемы, отражающие несколько регионов реального мозга (префронтальная кора, таламус, зрительная кора и другие). Главное преимущество этой модели в том, что она связывает процессы в мозге с поведением. SPAUN обладает глазом-камерой и рукой, предназначенной для написания цифр. С помощью данных устройств модель способна учиться, решать задачи и даже проходить тесты на интеллект. В дальнейшем ученые хотят усовершенствовать SPAUN, чтобы он мог самостоятельно обучаться, опираясь на собственный опыт и умения.

**The Cajal Blue Brain**<sup>21</sup> (Мадрид, Испания) является подпроектом проекта Blue Brain. Его координирует технический университет Мадрида, используя мощности суперкомпьютеров Центра визуализации Мадрида и своего суперкомпьютера Magerit. Институт Кахаля также участвует в этом сотрудничестве. Суперкомпьютер Magerit создан в коллаборации Политехнического университета Мадрида и IBM.

**Watson** – наиболее широко известный среди неспециалистов проект, стартовавший в 2001 году, перспективная разработка IBM, способная воспринимать человеческую речь и производить вероятностный

---

<sup>19</sup>

[http://www.darpa.mil/Our\\_Work/DSO/Programs/Systems\\_of\\_Neuromorphic\\_Adaptive\\_Plastic\\_Scalable\\_Electronics\\_%28SYNAPSE%29.aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Programs/Systems_of_Neuromorphic_Adaptive_Plastic_Scalable_Electronics_%28SYNAPSE%29.aspx)

<sup>20</sup> <https://uwaterloo.ca/news/news/waterloo-researchers-create-worlds-largest-functioning-model>

<sup>21</sup> <http://cajalbbp.cesvima.upm.es/>

поиск с применением большого количества алгоритмов. IBM совместно с Nuance Communications (производителем средств распознавания речи) планирует разработать продукт, направленный на помощь в диагностировании и лечении пациентов. Также рассматриваются возможности использования в других сферах, таких как оценка политик страхования или эффективности энергопотребления. Для демонстрации работы Watson принял участие в американской игре «Jeopardy!», аналога «Своей игры» в России, где системе удалось выиграть в обеих играх.

**China Brain Project**<sup>22</sup> – китайский проект является попыткой быстро и дешево построить первый в Китае искусственный мозг путем эволюционного развития десятков тысяч нейросетевых модулей с помощью программируемых электронных плат графических процессоров Celoxica, загрузки этих результатов в память суперкомпьютера типа Nvidia Tesla и соединения их в одну систему, образующую искусственный мозг, чтобы суперкомпьютер выполнял нейронную сигнализацию всего мозга в режиме реального времени для управления поведением сотен исполнительных устройств.

**OpenCog**<sup>23</sup> – проект с открытым исходным кодом, выпускается в соответствии с условиями GPL лицензии и направлен на обеспечение ученых и разработчиков программного обеспечения общей платформой для создания и обменом программами искусственного интеллекта. Долгосрочной целью OpenCog является ускорение развития взаимовыгодного AGI. OpenCogPrime является специфическим AGI дизайном, который строится в рамках OpenCog framework. Он поставляется как довольно подробный, комплексный проект, охватывающий все аспекты интеллекта. Гипотеза заключается в том, что если этот проект будет полностью реализован и опробован на разумного размера распределенной сети, результат будет AGI системой с общим интеллектом на уровне человека и, в конечном итоге за его пределами.

Авторы изначально ориентируются на использование OpenCogPrime для управления простыми виртуальными агентами в виртуальных мирах. Команда разработчиков также экспериментирует с использованием его для управления гуманоидным роботом. Кроме того, OpenCogPrime механизм используется для некоторых естественно языковых приложений, как для исследовательских групп, так и для и коммерческих корпораций.

**OpenWorm**<sup>24</sup> – проект с открытым исходным кодом, целью которого является создание цифрового организма. Модель постепенно дорабатывается до состояния полного моделирования живого червя. Ядро проекта – международная группа, которая включает и российских разработчиков. Проект получил поддержку в \$121,076 на кикстартере в ходе краудфандинг компании. Модель червя может быть запущена в браузере пользователя.

### Три горизонта развития тренда

**2020.** Новые программные продукты создаются с поддержкой стандартов семантической сети, при этом действуют первые автоматизированные сервисы по семантическому переописанию “старого” контента. Появляются первые решения в области агрегации больших биоданных и работе с ними в реальном времени – главным образом, на основе данных, генерируемых носимыми устройствами с функциями биомониторинга

**2030.** По итогам завершения больших проектов, связанных с моделированием мозга, появляются прецеденты описания “нервной семантики” – систем кодов описания деятельности нервных структур. Идет работа по совмещению семантического веба и появляющегося нейронета. Аналогичные процессы происходят в области описания категориального пространства основных искусственных агентских систем – AI разного типа, где так же ведется работа в области создания трансляторов между системами смыслов.

---

<sup>22</sup> <http://academic.research.microsoft.com/Search?query=China%20Brain%20Project&start=1&end=10> <http://www.irma-international.org/viewtitle/46407/>

<sup>23</sup> <http://opencog.org>

<sup>24</sup> <http://www.openworm.org/>

**2040.** Появление единой семантической базы, описывающей смыслы текстов, коллективной и индивидуальной деятельности, операций и действий, а также семантические аналоги деятельности биосистем, в первую очередь, нервной системы человека и животных.

### 2.3.1.3 Тренды развития объектов управления: удешевление робототехники и мехатроники

Снижение стоимости приводов, контроллеров и систем управления позволяет производить намного более доступные по цене квадрокоптеры, протезы, роботы и т.д. Это, в свою очередь, увеличивает количество исследований в области биокоммуникаций человек-машина и стимулирует развитие отрасли нейрокоммуникаций в целом.

Отметим, что и появление нейро- или биостимуляторов также укладывается в этот тренд, но он находится в самом начале развития и потому не столь очевиден. Первые бытовые магнитные и электро стимуляторы только появляются, а системы электрической стимуляции в качестве систем обратной связи пока находятся в стадии разработок.

#### Проекты, работающие в рамках тренда

Существует множество проектов, связанных с новой робототехникой. Однако в данной работе мы рассматриваем только те из них, что связаны с нейротехнологиями. В частности, тут не приводятся данные по рынку робототехники, а также компонент для робототехники (приводов, управляющей электроники и т.д.) не связанные с нейротехнологиями.

**Boston Dynamics** – в 2013 году Google стал владельцем компании<sup>25</sup>, известной своими шагающими четвероногими роботами. Они демонстрируют умение двигаться как вперед, так и назад, преодолевать завалы из камней, ходить по глубокому снегу, подниматься на склон до 35 градусов, неся до 150 кг нагрузки. Детище компании от 2013 года, четвероногий робот WildCat, уже развивает скорость до 25 км. в час, переходя на бег галопом. При этом роботы отличаются высокой устойчивостью: даже на льду после сильного удара они не теряют равновесие, быстро перенося центр тяжести с помощью согласованной работы всех четырех конечностей, используя такую систему удержания равновесия и построения движений, которая близка к живой.

**BrainGate2**<sup>26</sup> – международный, американско-германский проект, одной из задач которого является разработка системы электродов, имплантируемых в мозг и считывающих сигналы, которые впоследствии расшифровываются компьютером и дают возможность управлять специальными электронными устройствами-роботами, словно собственным протезом.

Лаборатория **Хироши Ишигуро**<sup>27</sup> в Осаке, Япония занимается разработкой андроидов, геминойдов, теленоидов, включая разработку нейроуправляемых роботов. Первая женская модель робота – Repliee Q1Expo была создана для взаимодействия с людьми. Также Ишигуро разработал геминойда, похожего на себя. Создал практически все серии японских (и не только) андроидов последних десяти лет.

Не менее известным создателем роботов является **Дэвид Хансон**<sup>28</sup>, основатель HANSON ROBOTICS INC. Компания создает роботов для многих университетов мира: the University of Cambridge, the University of Geneva, UCSD, JPL/Caltech, United Arab Emirates University, the University of Bristol, the University of Pisa, National Taiwan University, the Korean Advanced Institute of Science and Technology (KAIST).

Тренд данного типа отчетливо наблюдается, и в целом его дальнейшее движение не вызывает сомнений. Эксперты<sup>29</sup> прогнозируют повышение потребительских качеств робототехнической продукции, снижение стоимости, миниатюризацию, упрощение интерфейсов, повышение когнитивных способностей роботов,

<sup>25</sup> <http://www.bostondynamics.com/>

<sup>26</sup> <http://braingate2.org/>

<sup>27</sup> <http://eng.irl.sys.es.osaka-u.ac.jp/home>

<sup>28</sup> <http://www.hansonrobotics.com/>

<sup>29</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. The McKinsey Global Institute 2013

наделение роботов сенсорами для удобного взаимодействия с людьми. Соответственно, как отмечается в обзоре<sup>30</sup>, развитие робототехники, увеличение когнитивных способностей роботов позволит заменить не только рутинный физический человеческий труд, но и рутинный "умственный" труд.

### **Три горизонта развития тренда**

**2020.** Развиваются системы автономного управления роботов – системы поддержания равновесия при изменении конфигурации тела, системы управления сначала простыми движениями, а потом и комплексными операциями. Появляются первые образцы искусственных мышц нового поколения (в частности, на новых типах электроактивных полимеров). Эти блоки стандартизируются по аналогии с сервоприводами на предыдущем этапе. Развитие компонентов в области искусственных нейросетей взаимно обогащает робототехнику и нейротехнологии новыми решениями. Универсальные промышленные роботы являются основой реиндустриализации развитых стран. Появляющиеся решения используются в медицине для задач биопротезирования, а также для усиления человеческих возможностей (экзоскелеты и т.д.).

**2030.** Роботы получают возможность в автономном режиме выполнять множество операций, представлять свои ресурсы сетевым искусственным агентам, а также людям в задачах телеприсутствия. Развивается распределенная, роевая робототехника, уменьшается размер составляющих элементов таких роботов. Ведутся эксперименты в области гибридной, биологической и органической робототехники. Используются как существующие виды лабораторных животных, так и специально генно-модифицированные виды.

**2040.** Наряду с "макро" робототехникой – как антропоморфной, так и альтернативной – используются коллективы квази-живых микророботов, предоставляющих возможности действия в физическом мире как искусственным автономным агентам, так и индивидуальным, а также коллективным пользователям-людям.

#### **2.3.1.4 Тренды уровня элементов и компонентов: удешевление и упрощение в использовании нейроэлектроник.**

Данный тренд обеспечивается постоянным ростом мощности процессоров и той электроники, что используется в работающих с телом и мозгом устройствах: в аппаратуре, регистрирующей электрические сигналы, в электрических и магнитных стимуляторах-датчиках, аналого-цифровых преобразователях, средствах связи и т.д. Появляются дешевые устройства ввода/вывода через электроэнцефалограммы и системы биологической обратной связи.

**Нейроинтерфейсы и биоэлектронная медицина.** Нейроинтерфейсы, сравнимые по стоимости с первыми звуковыми картами, игровыми рулями и качественными джойстиками, присутствуют на рынке уже несколько лет. Первой ласточкой стал интерфейс NIA, сейчас стандартом является EMOTIV, выведенный на рынок в 2008 году компанией Emotiv Systems. Компания открыла для разработчиков программного обеспечения свой Software Development Kit – набор программ, позволяющий встраивать интерфейс мозг-компьютер в игры и другие приложения. Первая презентация интерфейса состоялась на международной конференции разработчиков игр GDC 2008.

Специальных «нейроинтерфейсных» языков пока не создано (хотя технологии семантического перевода развиваются и вскоре справятся с этой задачей), а побуквенный набор посланий на обычном языке при помощи нейроинтерфейса не очень удобен – максимальная скорость на сегодняшний день равняется 18 знакам в минуту. Новые способы коммуникации при помощи интерфейсов такого типа только появляются

---

<sup>30</sup> "Global Trends 2030: Alternative Worlds" -Национальный совет по разведке при директоре национальной разведке США

– например, Neuroware<sup>31</sup> и Neurosky<sup>32</sup> в марте 2011г. объявили о создании нового человеческого органа коммуникации, работающего на основе нейроинтерфейса, а в 2012 году появился новый коммуникативный орган (Хвост Shipro<sup>33</sup>), который не только улавливает настроение хозяина, но и отмечает тип этих эмоций на карте с помощью GPS.

Кроме того, в ближайшие годы мы станем свидетелями революции в медицине, которая ускорит развитие электронных компонентов технологий считывания и стимуляции активности нервных клеток. Традиционная фармакология будет вытесняться “биоэлектронной медициной”, широкое распространение получают средства электрического воздействия на разные участки нервной системы. Новая стратегия уже оформляется в совместных инициативах, высказываемых ведущими разработчиками лекарств, такими как GlaxoSmithKline, и нейробиологами первой величины.

В апреле 2014 года агентство DARPA объявило о создании нового подразделения – Отдела биотехнологий. Почти все его программы, так или иначе, связаны с медициной. Большая их часть посвящена нервной системе, а основной акцент сделан на ее стимуляции. Особенно показателен проект SUBNETS<sup>34</sup>, вдохновленный неудачами медикаментозного лечения нейропсихических расстройств. Вместо поиска новых лекарств авторы проекта намерены обратиться к электрическому языку мозга. Имплантируемые устройства будут отслеживать патологическую активность нервных клеток и с помощью электрических импульсов возвращать их в нормальный режим работы.

В мае 2014 года ряд ученых выступил<sup>35</sup> с предложением составить подробный атлас иннервации внутренних органов человека, который понадобится будущей “электроцветике”. В начале 2015 года Фонд национальных институтов здравоохранения (NIH) объявил о запуске программы “Stimulating Peripheral Activity to Relieve Conditions (SPARC)” (Стимуляция периферийной активности для ослабления заболеваний), целью которой является подробное изучение периферийной нервной системы и ускорение разработок новых методов терапии, использующих электрическую стимуляцию.

## Проекты, работающие в рамках тренда

Уже упомянутый выше в контексте трендов развития мехатроники проект **BrainGate** является одним из драйверов тренда развития компонентной базы нейроэлектроники. Одной из задач проекта является разработка стандарта системы электродов для считывания сигналов, которые расшифровываются компьютером и могут быть использованы в задачах связи мозг-компьютер и мозг-мозг. В этом контексте необходимо упомянуть и Патрика ван дер Смагт<sup>36</sup>, директора Лаборатории биомиметических роботов и машинного обучения Германского аэрокосмического центра DLR. Специалисты из DLR совместно с неврологами Брауновского университета (США), Департаментом по делам ветеранов США и Массачусетским генеральным госпиталем в Бостоне разработали уникальную систему BrainGate2, которая призвана помочь парализованным людям.

В области создания уникальных решений в этой области отметим **Теодора Бергера**<sup>37</sup>, директора Центра нейроинженерии университета Южной Калифорнии (США), который является разработчиком “нейронного-кремниевого” интерфейса с использованием технологии с кремниевых чипов для имплантации данных моделей в мозге (замена поврежденных тканей мозга).

В качестве примеров интерфейсов сегодняшнего дня отметим еще несколько ярких примеров:

**Emotiv EPOC+/EPOC/Insight**<sup>38</sup> – интерфейс мозг-компьютер, реализованный через ЭЭГ (14-5 электродов) и развитое ПО для работы с интерфейсом. Также оснащен магнетометрами, акселерометрами и гироскопами для точного отображения положения головы пользователя в пространстве. Выявляет выражение лица,

<sup>31</sup> <http://www.neurowear.com/news/index.html>

<sup>32</sup> <http://neurosky.com/>

<sup>33</sup> [http://neurowear.com/projects\\_detail/shippo.html](http://neurowear.com/projects_detail/shippo.html)

<sup>34</sup> The Systems-Based Neurotechnology for Emerging Therapies (SUBNETS)-[http://www.darpa.mil/our\\_work/bto/programs/systems-based\\_neurotechnology\\_for\\_emerging\\_therapies\\_subnets.aspx](http://www.darpa.mil/our_work/bto/programs/systems-based_neurotechnology_for_emerging_therapies_subnets.aspx)

<sup>35</sup> Kristoffer Famm, et.al. “Drug discovery: A jump-start for electroceuticals» Nature. 496.159–161.2013.

<sup>36</sup> <http://www.robotic.dlr.de/Smagt>

<sup>37</sup> <http://ngp.usc.edu/faculty/profile/?fid=23> <http://viterbi.usc.edu/>

<sup>38</sup> <http://emotiv.com/>

мимику. Позволяет проводить нейрорисследования, подключать биологическую обратную связь (БОС), осуществлять сложное управление (например, контроль дронов ARDrone2<sup>39</sup> или управление в компьютерной игре). Компания по сбору средств на кикстартере для модели Insight принесла \$1,643,117.

**MindWave Mobile u MindWave** от NeuroSky<sup>40</sup> – интерфейс, реализованный через ЭЭГ (1 электрод), тоже позволяет работать с БОС, проводить нейротренировки.

**NEO Neurophone**<sup>41</sup> – устройство для стимуляции мозга с целью усиления когнитивных способностей, успокоения, фокусировки, повышения внимания. Проект успешно запущен через краудфандинг, собрав \$389,412 инвестиций на Indiegogo, выход продукта намечен в 2015 году.

**Muse: The Brain Sensing Headband**<sup>42</sup> – носимое на голове устройство для тренировок по повышению концентрации и расслаблению. Через ЭЭГ (4 электрода) мозга осуществляется биологическая обратная связь, пользователь имеет возможность тренироваться с помощью приложения в мобильном устройстве, транслирующего показатели мозговой активности. Проект собрал \$287,677 на indiegogo, продукт на рынке.

### Три горизонта развития тренда

**2020.** Битность доступных аналого-цифровых преобразователей сделает шаг в одно поколение, до 32 бит, расширив динамический диапазон, доступный бытовым интерфейсам. В то же время будет достигнут “потолок регистраторов” – предел возможного пространственного и разумного временного разрешения био (и нейро) регистраторов, прекращающий традиционную конкуренцию аппаратных биолатформ. В этих условиях компенсаторно резко ускорит свое развитие сфера стимуляторов и устройств тактильной, электро и магнитной обратной связи как элементов обеспечения функции ввода или обратной связи.

Рынок нейротехнологии расширится на рынок домашних животных – рынок со сниженным регуляторным давлением – что дополнительно подстегнет отрасль. Системы инвазивных медицинских электродов станут биосовместимыми и будут иметь тысячи электродов. ЭЭГ электроды станут комбинированными и модульными, работая на mesh-протоколах. Стандартом станут емкостные активные электроды. Адаптивные mind-машины и стимуляторы будут повсеместно использоваться не самостоятельно, а вместе с регистрирующей аппаратурой, использоваться для “домашних” экспериментов в области нейрокоммуникаций.

**2030.** Камеры сенсорной стимуляции-депривации станут стандартом экспериментальной работы в области нейрокоммуникаций. Широко распространится электроцветическое медицинское аппаратное обеспечение, вступившее в конкуренцию с фармакологией. Категория автономных микроэлектродов начнет использоваться по показаниям и сможет проникать в сосуды мозга. Первые серийные образцы с ЭЭГ электродами на принципе фазированных решеток начнут использоваться в экспериментальной работе. Первые высокотемпературные сверхпроводники резко снизят стоимость магнитоэнцефалографов, открыв новый рынок, до того перекрытый “потолком регистраторов”. Инъектируемые микро- и нанодатчики-стимуляторы будут определять структуру отрасли в конкурентной борьбе с аналогичными по функционалу продуктами биотехнологической революции – бытовой оптогенетикой, возможно субклеточного разрешения.

**2040.** Микро датчики продолжают свое уменьшение и приблизятся к нано-размерам. Неинвазивные мультимодальные интерфейсы на фазированных антеннах и недорогих решениях в области магнитоэлектроэнцефалографии станут распространены не меньше телефонов сегодня. Оптогенетические интерфейсы субклеточного разрешения начинают конкурировать с электронными решениями на рынке.

---

<sup>39</sup> <http://ardrone2.parrot.com/>

<sup>40</sup> <http://store.neurosky.com/products/mindwave-mobile>

<sup>41</sup> <https://www.indiegogo.com/projects/neo-neurophone-n-neural-e-efficiency-o-optimizer>

<sup>42</sup> <http://www.choosemuse.com/>

### 2.3.1.5 Сутовые тренды: моделирование нейропроцессов

Речь идет о появлении новых моделей работы деятельности мозга и психики, которые меняют понимание всей предметной области целиком. И это не просто сдвиг научной парадигмы – это новые протоколы коммуникации в сетях, сотни рыночных ниш, новые сверх-проекты.

**Изучение мозга.** В ближайшее десятилетие нейробиологи сосредоточат главные усилия вокруг вопроса, как кодируется и передается информация внутри нейросетей – на сегодняшний день это считается краеугольным камнем науки о мозге. Почти одновременно стартовавшие американский мегапроект BRAIN<sup>43,44</sup> (ориентировочно 4.5 млрд. долл.) и европейский мегапроект НБР<sup>45</sup> (свыше миллиарда евро) возникли как реакция на осознание необходимости такого прорыва. Кроме того, как отмечается в обзоре<sup>46</sup>, перспективная возможность тотальной записи поведения человека вместе с системами обработки BigLiveData<sup>(47,48)</sup>, способна привести к появлению новых моделей поведения человека. На этот же тренд работают первые работы по осмыслению отрасли нейрокоммуникаций как целого, включая этот документ, а также теоретические работы в области интерфейсов человек-компьютер и человек-человек.

**Автоматизация.** Критичная для появления нейронета линия развития – это, как ни странно, автоматизация. Эта линия в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) называется “вытеснением человека из технических систем”, но это взгляд с точки зрения технической системы. С точки зрения человека – это автоматизация функций, ранее выполняемых им. В том числе интеллектуальных.

Работы по прямому взаимодействию с нервной системой обещают большой потенциал и будут продолжаться. Существенно, что эти работы не ограничиваются выстраиванием отдельной связи мозг-компьютер (brain-computer interface, BCI), но направлены и в сторону прямого связывания двух (и более) мозгов через сеть (brain-brain interface, BBI). Успешные эксперименты по BBI реализуются на наших глазах: осенью 2012 г. гарвардские исследователи провели успешный эксперимент, в котором человек через неинвазивный нейроинтерфейс управлял движениями хвоста крысы<sup>49</sup>. Примерно в то же время был проведен эксперимент с инвазивным интерфейсом, в котором одна крыса на расстоянии обучала другую правильному взаимодействию с кормушкой.

#### Проекты, работающие в рамках тренда

**Human Connectome Project**<sup>50</sup> – проект «Коннектом человека» запустил Национальный институт здоровья США в 2009 году с первоначальным финансированием в 30 млн долларов. Целью проекта является полнейшее описание связей между нейронами человеческого мозга и выявление возможных корреляций между структурой нейронных сетей и умственными способностями, а также поведением конкретного человека. Его первый этап рассчитан на пять лет и предполагает изучение головного мозга 1200 добровольцев. Проект реализуют два консорциума – объединение врачей Массачусеттской больницы общего профиля (Massachusetts General Hospital) с учеными Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (UCLA) и консорциум исследователей Вашингтонского университета в Сент-Луисе и Университета Миннесоты.

**BRAIN Initiative** (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies), функциональный коннектом, создание карты активности мозга в реальном времени. Отрабатывать технологию авторы проекта планируют на участке мозга дрозофилы, не превышающем 15 тысяч нейронов. На это отводится пять лет, в следующие пять лет они рассчитывают визуализировать работу всех 135 тысяч нейронов мозга дрозофилы, а затем перейти к более сложным объектам, состоящим из миллиона нейронов: нервной

<sup>43</sup> <http://www.braininitiative.nih.gov/index.htm>

<sup>44</sup> <http://www.whitehouse.gov/BRAIN>

<sup>45</sup> <https://www.humanbrainproject.eu/>

<sup>46</sup> IFTF: internet human - human internet map

<sup>47</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds.2012

<sup>48</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.2013

<sup>49</sup> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23573251/>

<sup>50</sup> <http://humanconnectome.org/about/project/>

системе рыбки данио и мышиному гиппокампу. Конечная цель – построение карты активности мозга человека. Проект запланирован до 2025 года.

**HBP (Human Brain Project)**, иницируемый и финансируемый странами Евросоюза, рассчитан на 10 лет. Декларируемая задача: создание полноценной модели человеческого мозга на суперкомпьютере. Реальная – создание баз данных, отработка алгоритмов и моделей поведения глобальных сетей нейронов.

### **Три горизонта развития тренда**

**2020.** К этому моменту все проекты моделирования, включая возможные новые аналогичные проекты других государств, развиваясь в конкурентной или кооперативной модели, движутся к поставленным на первый этап целям. Коннектом человека составлен в общем виде, проект переходит в фазу создания методов создания уникального коннектома. Проекты моделирования мозга уже имеют в виде моделей целые разделы мозга, двигаясь к цельной модели мозга. Нейрокоммуникационные технологии используют описания отдельных кодов нервных систем, описанные по ходу реализации проекта для усовершенствования методов.

**2030.** Проекты моделирования деятельности мозга завершены. В этот момент или немного раньше будет дан старт проекту в области исследования эволюции мозга в разных масштабах: эволюционном в рамках рода Ното, эволюционном вне рамок рода Ното, а также эволюции мозга во время взросления человеческого существа. Эта часть проекта потребует тесной коммуникации с эволюционными биологами. Важным новым проектом, появление которого высоко вероятно на этом этапе, является проект симуляции сначала отдельных психических процессов, потом стабильных состояний – психических расстройств – и затем неравновесных, “нормальных” состояний психики. В этом же горизонте, возможно, начнется исследование субклеточных механизмов и коррекция моделей мозга и психической деятельности по данным этих исследований. Мозг насекомых к этому моменту будет уже исследоваться в коллективном контексте, так как модель индивидуального мозга пчелы и многих других коллективных насекомых будет построена за несколько лет до того. В том же временном периоде будет запущен проект по биохимической детализации процесса появления нервной системы человека – “нейрогеном человека”, в ходе которого будут детально описаны основные факторы управления развитием нервной системы, включая мозг.

**2040.** Близится к завершению модель мозга в эволюции. Параллельно идет связанный с ним проект по моделированию основных психических процессов, причем, разумеется, уже сразу из рамки эволюции и развития. В активном взаимодействии находятся сферы образования и интегрированных когнитивных наук. Индивидуальные модели мозга постепенно начинают переходить в моделирование коллективов по мере того, как исследователями принимается тезис о социальности сознания, мышления и психики. По мере развития технической базы модели усиливаются данными о субклеточной активности, модели нейронов усложняются. Происходят первые попытки собрать модель гибридного разума с поддержкой психики по аналогии с тем, как возникали первые клетки с искусственной ДНК, потом искусственные аминокислоты и т.д. Рассматриваются также модели развития сложных нервных систем и психик на их основе в альтернативных условиях

Таким мы видим набор основных трендов, движущие силы которых находятся собственно в пространстве технологий.

### **2.3.2 Социотехнические тренды**

Следующий куст “растет” из организационной почвы. Это новые протоколы коллективной деятельности, причем речь идет не просто о других способах управления коллективами, вроде правил работы большой корпорации, наборов позиций и регламентов. Мы имеем в виду формы, возможные лишь при той скорости, глубине и ясности коммуникации, что смогут обеспечить новые интерфейсы

	<b>Социотехнические</b>
<b>Тренды структурные и инфраструктурные</b>	Переход к горизонтальным структурам и способы их организации (каждый – производитель, автор, ...; роль сети – координация)
<b>Семантизация</b>	Персональные модели человеческого поведения (нейромаркетинг, индивидуальные игры, индивидуализированное образование и проч.)
<b>Тренды уровня компонентов и элементов</b>	Создание продуктивных ИСС (для работы в сети, в группах, со сложными устройствами и пр.)
<b>Тренды развития объектов управления</b>	Управление рисками сложных систем realtime (быстрая декомпозиция ситуации и быстрое принятие решений в сложных ситуациях – война, ЧС, торговля на бирже, онлайн-игры и пр.)
<b>Сутевые тренды</b>	Развитие культуры кооперации (для решения сложных задач в первую очередь через сеть – в т.ч. сборка сложных инженерных решений)

### 2.3.2.1 Структурные тренды: переход к горизонтальным структурам и способам организации

Среди ключевых трендов этой сферы отметим переход от вертикальных организационных структур сперва к матричным, а потом к самоорганизующимся горизонтальным структурам с произвольной топологией. Это применимо не только к проектным группам, малым проектам и флеш-коллективам, но и крупным образованиям. Например – к компании разработчику игр Valve, игровым сообществам в многопользовательских онлайн играх, способных эффективно объединять тысячи пользователей вокруг кратковременных проектов и более длительных программ развития<sup>51</sup>.

Этот тренд проявляет себя повсюду, от принципов работы проектных команд вплоть до военных действий – правда, такой тип организации пока в основном используется повстанцами и партизанами, а не регулярными воинскими формированиями. В ИКТ тренд сопровождается переходом от сетей с топологией “звезда” к mesh-топологиям, что позволяет строить сети из устройств в любой момент и в любой конфигурации.

Как замечают авторы доклада<sup>52</sup>, новые форматы коммуникации, такие как соцсети – один из основных инструментов и драйверов появления самоорганизующихся групп с динамической горизонтальной топологией. В самом деле, роли и уровни управления, четко заданные в традиционных иерархических системах, размываются в горизонтальных. Каждый участник сети становится и автором, и критиком, и потребителем, и продавцом. Эта тенденция видна практически в каждой отрасли. В производстве: фаблабы и DIY. В области искусства: массовое творчество. В образовании: массовые открытые онлайн курсы (МООС). Во всех этих (и не только в этих) областях появляются специализированные социальные сети, а также среды взаимодействия, организованные горизонтально.

Согласно отчёту<sup>53</sup> ожидается широкое распространение новых форм взаимодействия людей – динамических проектных групп для решения различных задач, распространение "проектной экономики",

<sup>51</sup> The Valve Handbook for New Employees

<sup>52</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds.2012

<sup>53</sup> Global Europe 2050.2012

когда ценность производят самоорганизующиеся группы. В обзоре<sup>54</sup> прогнозируются системы автоматического управления на основе анализа данных матричными человеческими структурами.

При этом исследований, посвященных тому, как нейротехнологии или модели обработки информации используются в усилении данного тренда, на момент составления доклада нам не известно. Скорее всего, модели управления горизонтальными сообществами при помощи нейросетевых моделей станут практическим продолжением фундаментальных исследований в области нейроэкономики. Пример обратного типа, в котором социальная практика кооперации используется для более эффективной организации работы исследовательских сообществ, приводится в разделе, посвященном культуре кооперации.

### **Три горизонта развития тренда**

**2020.** Горизонтальные социальные сети все больше собираются вокруг деятельности, превращаясь в сети сообществ практики. Формируется “сеть сетей”, объединяющая отдельные сообщества и производящая эффект мультипликации результативности работы сообществ практики.

Активность человека в горизонтально организованных сообществах становится стандартом в некоторых инновационных областях деятельности, фиксируется в качестве юридически допустимой организационной формы. Инновационные образовательные и предпринимательские системы экспериментируют с горизонтальными сообществами практик. Развитые позиционные модели деятельности ставят вопрос о понятиях “вертикальности” и “горизонтальности” применительно к организационным формам, указывая на то, как множество ролей и связей задают многополюсную систему координат.

Проводятся эксперименты с автоматизацией организационной и групповой динамики в сообществах практик различного типа (наука, инновационные отрасли экономики, образование). Ведутся эксперименты по управлению моделями организаций при помощи живых систем. Подключение к животному или культуре нервных клеток моделей фабрик, заводов, электросетей и т.д.

**2030.** Процесс синдикации сетевых медиа завершен, все социальные сети и системы коллаборации связаны друг с другом стандартизированными семантическими API. Сетки разных уровней (корпоративные, сети поддержки сообществ, сети больших проектов и государств) взаимосвязаны друг с другом. Сети этого типа наслаиваются друг на друга так, что каждый участник является одновременно участником множества горизонтально организованных сообществ практики. Возникает “Сеть сетей”, а эксперименты по биоуправлению сложными объектами дают новые результаты. Система индивидуальных траекторий в полностью занятом сообществами пространстве из образования распространяется в предпринимательство, науку, производство и другие отрасли.

**2040.** Появление совместимости языка описания организационных форм и “био-семантики” – то есть языка описания работы нейросетей, живых организмов, мозга и психики. К этому моменту перенос обобщенной схемы из области искусственного интеллекта в область управления коллективной деятельностью или нейротехнологии не составит большого труда. Сообщества функционируют как единая “сеть сетей”. Часть субъектов сообществ является искусственными автономными агентами.

### **2.3.2.2 Тренды семантизации: Персонализация моделей человеческого поведения**

Данный тренд описывает процесс появления “умных” элементов (людей и сообществ), связанных машинно-читаемыми протоколами коммуникации, агрегаторов таких данных, стандартов коммуникации и так далее.

<sup>54</sup> IFTF: internet human - human internet map

**Технологии начинают видеть отдельного человека.** Первые ростки стандартов коммуникации появляются вокруг таких типов деятельности, как совместное написание сценариев, проектирование и управление сложными производственными процессами, совместная работа с текстом. Однако о стандартизации и, тем более, о машинно-читаемости речь пока не идет.

При этом существует один заметный тренд, который, являясь социотехническим, относится к семантизации. Это тренд на персонализацию моделей человеческого поведения. Тренд строится на стремлении к персонализации предложений в самых разных областях – продуктах и услугах, образовании, компьютерных играх и т.д. Для того чтобы это стало возможным, необходимо выполнение нескольких условий:

для каждой предметной области, в которой возникает персонализация, необходимо обработать данные о предпочтениях людей вместе с данными о свойствах этих людей;

помимо связи свойств с предпочтениями необходимо построить модель связи этих свойств друг с другом; необходимо идентифицировать соответствующие свойства у индивида, построить модель его предполагаемых предпочтений.

Жутковатый, но любопытный пример разработки в рамках данного тренда – устройство **PAVLOK**<sup>55</sup>. Это браслет с датчиками и электрошокером, выполняющий функцию личного тренера, для формирования привычек через наказание. Устройство бьёт током (340В) в случае невыполнения пользователем программы действий. Например, браслет следит за тем, чтобы пользователь вовремя проснулся или прошёл нужное количество шагов. Кампания по финансированию проекта собрала \$254,133 инвестиций на indiegogo.

**Социальные применения.** Для разных видов деятельности (например, последовательных поисковых запросов в сети) можно выстроить описание, объясняющее прекращение поиска (результат) через свойства запросов – например, изменение выбора слов. Организации все больше задействуют персональные модели человеческого поведения. Обыденными становятся нейромаркетинг (в локальном случае) и нейроэкономика (глобально), растёт индивидуализация образования, игр и сообщений. Адаптивными становятся не только организационные структуры, способные включить и эффективно развивать уникального специалиста, но и интерфейсы программного обеспечения.

Интересным примером фундаментальных исследований в этой области являются исследования в области нейромаркетинга, принятия решений, исследования механизмов социальной кооперации и соревнования между людьми, а также исследования нейробиологических механизмов социального влияния. Например, в лаборатории Василия Ключарева (проект Бион<sup>56</sup>, ВШЭ, университет Базеля) проводятся исследования в области нейроэкономики, нейробиологии, когнитивных наук.

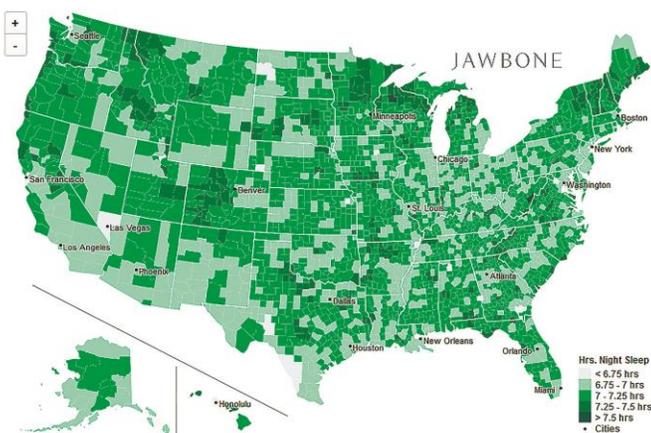
Исследований или проектов, имеющих непосредственное отношение к нейротехнологиям, пока в этой области нет, кроме, может быть, одного. Компания **Jawbone**<sup>57</sup>, производитель одного из первых фитнес-браслетов, фиксирующих движения и, через них, характеристики сна пользователя, провела исследование в области семантизации коллективного поведения. Пока исследуются только паттерны сна, но это первый шаг. На картинке ниже – карта обычной продолжительности ночного сна, нанесенная на карту США, справа от нее – карта режимов сна владельцев этих устройств в городе Москва, РФ.

<sup>55</sup> <https://www.indiegogo.com/projects/pavlok-a-personal-coach-wearable-that-shocks-you-2>

<sup>56</sup> <http://neurobiotech.ru/ru/node/112>

<sup>57</sup> <https://jawbone.com/blog/circadian-rhythm/>

TOTAL HOURS OF NIGHT SLEEP BY US COUNTY (INTERACTIVE)



CITY STEPS AND SLEEP (INTERACTIVE)



SLEEP ON THE AVERAGE DAY (INTERACTIVE)

Jawbone – не единственный интерфейс такого рода, аналогичные данные с встроенных в телефоны датчиков могут собирать разработчики мобильных платформ и операционных систем, операторы мобильной связи и производители игровых приставок. В каждом таком случае есть возможность обработать биоданные (голос, движение, особенности построения движения) и собрать библиотеку биоданных, включая индивидуальные поведенческие стратегии. В отношении поисковых запросов, траекторий серфинга по сети этим уже занимаются поисковые системы и провайдеры больших социальных площадок. Неизвестно, собирает ли такие данные Microsoft при помощи системы Kinect, но игровые среды представляют собой прекрасную возможность создавать прекрасную библиотеку персональных поведенческих стратегий в области физических действий.

С учетом быстрого достижения потолка по аппаратным возможностям носимых биомониторов, основная конкуренция, вероятнее всего, будет сосредоточена как раз в области биометрических, а потом и нейро BigData-систем, продуктом работы с которыми станут поведенческие стратегии для различных видов человеческой деятельности.

### Три горизонта развития трендов

**2020.** Появление рынка биометрической BigData как самостоятельной и высоко конкурентной ниши. Поведенческие стратегии, извлеченные из массивов данных, из стадии курьезов переходят в инструмент создания новых лучших практик. Сообщества практики работают с собственными поведенческими стратегиями и паттернами лучших практик, извлеченных из биоданных. Возможно ужесточение норм по отношению к вторичным данным о поведенческих стратегиях, извлеченных из BigData. Рынок стремительно осознается игроками как высокоперспективный.

**2030.** Существуют решения по сбору, обработке и предоставлению субъектам разного уровня (индивидуальным, коллективным, сообществам практики и т.д.) данных о поведенческих стратегиях, как самих субъектов, так и других, сходных с ними по тем или иным характеристикам. В мире “сети сетей” лучшие поведенческие стратегии для различных организационных форм являются хорошим продуктом. Нейромаркетинг давно перешел из лабораторного режима в распределенный. И основными игроками на рынке нейромаркетинга являются производители ПО для носимых устройств и домашних биомониторов.

**2040.** Поведенческие стратегии разных уровней и разного происхождения (животные, нервная ткань, искусственные агенты, коллективы и сообщества) постоянно собираются, обновляются и предоставляются субъектам по запросу в соответствии с текущей экономической моделью, которая сама с большой

вероятностью во многом основана на принципах сегодняшней нейроэкономики и систем репутаций. Трансформированы образовательные модели, компетенции оцениваются относительно практик и поведенческих стратегий. Возможно, существующие в этом горизонте платежные системы тесно связаны с семантикой поведенческих стратегий.

### 2.3.2.3 Тренды уровня компонентов: создание продуктивных ИСС

Среди трендов “социотехнических” к этому типу относится “создание продуктивных измененных состояний сознания”. В той же серой зоне становления – тренд управления коллективными состояниями групп и коллективов. В обзоре<sup>58</sup> речь идет о будущем моделировании групп на основе обработки данных сенсорных сетей, записей поведения человека носимыми устройствами. Требования к продуктивным неординарным состояниям (вплоть до измененных состояний сознания) присутствуют уже не только в таких коллективных форматах, как групповая психотерапия, но и в более “практичных” типа Rapid Foresight, Open Space, World Cafe, не говоря уже о таких форматах коллективной работы, как “Знаниевые реакторы” Переслегина.

**Управление состояниями.** Мониторинг объективных психофизиологических параметров человека позволяет понять, насколько человек в тот или иной момент активен, включен в процесс, понимает, что ему рассказывают. Корпоративный мир эти возможности уже осознал и использует. Развивающееся направление нейромаркетинга связано с целенаправленным аппаратным наблюдением за состояниями тела / психики и адаптацией к ним (напр. рекламных сообщений), чтобы сканировать информацию о потребительских предпочтениях или предлагать соответствующие состоянию товары<sup>59</sup>. Аналогичные технологии в сфере труда позволяют оценивать готовность операторов к работе (в том числе в сфере интеллектуального труда – напр. биржевые трейдеры в определенных состояниях могут вести себя более рискованно, что повышает вероятность потерь). После чего рекомендовать перерывы или адаптировать рабочее место к индивидуальному состоянию работника, что позволяет повысить производительность сложного труда.

**Биологическая обратная связь.** Биологическая обратная связь (БОС) возвращает контроль за состоянием самому пользователю – давая сигнал о том, каково его текущее состояние (напр. насколько велик уровень стресса или уровень сосредоточенности), как оно меняется от момента к моменту. Тем самым человек получает возможность регулировать свое состояние. Использование биомониторинга и БОС связи в образовании уже сейчас дает большие возможности.

Во-первых, мониторинг состояний позволяет выяснить, какое время суток и какие условия наиболее эффективны для обучения каждого конкретного человека, и настраивать индивидуальные режимы обучения. Во-вторых, появляется возможность обучать человека само-управлению своими состояниями (расслаблению, сосредоточенности и др.). Именно на принципе БОС построен целый ряд достаточно успешных устройств обучения состояниям (напр. Wild Divine<sup>60</sup>, Melon<sup>61</sup> и др.). В некотором смысле, обучать ресурсным состояниям важнее, чем обучать знаниям, поскольку правильное состояние – это предпосылка усвоения знаний в принципе, и этому до сих пор практически нигде не учат (хотя следует отметить возрастающую популярность практик медитации для саморегуляции в корпоративном мире).

Мы считаем, что растущее принятие устройств биомониторинга и БОС среди пользователей приведет к массовому распространению тренажеров состояний, как минимум, в сфере профессионального и управленческого образования в ближайшие 5-10 лет. Возможности БОС могут быть использованы для того, чтобы создавать виртуальные миры с глубоким погружением, в которых симулируются 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.

<sup>58</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. 2013

<sup>59</sup> Zurawicki Leon. 2010. “Neuromarketing Exploring the Brain of the Consumer”. University of Massachusetts : Boston

<sup>60</sup> <http://www.wilddivine.com/accessories/iom-active-feedback-hardware-by-wild-divine/>

<sup>61</sup> <http://www.thinkmelon.com/>

### **Три горизонта развития трендов**

**2020.** Базовый набор самоуправления состояниями сознания входит в образовательные стандарты большинства инновационных бизнес-школ. Методики биологической обратной связи, аппаратная база для которых стала доступной с распространением носимых биометрических устройств. Находится в разработке классификация состояний сознания с точки зрения полезности для различных индивидуальных и коллективных деятельностей человека.

**2030.** Модели состояний сознания существенно лучше разработаны. Спектр широко используемых методик формирования состояний давно шагнул далеко за список “умение расслабляться, сосредотачиваться, распределять внимание”. Профессиональные стандарты и стандарты описаний коллективных практик и организационных форм содержат соответствующую часть описаний. Системы сбора поведенческих стратегий ориентированы на фиксацию этого компонента компетенции. Системы биологической обратной связи развиваются в сторону автоматических стимуляторов, способных ускорять формирование сложных функциональных ИСС. Используются как системы стимуляции нервных окончаний, так и средства для стимуляции мозга (электро и магнитные стимуляторы высокого разрешения).

**2040.** Помимо “естественных” измененных состояний сознания конструируются и эксплуатируются искусственные, свойства которых выбираются под деятельность. Виды деятельности перестают концентрироваться в “обыденном” состоянии сознания, много специализированной работы проходит в различных особых состояниях сознания.

#### **2.3.2.4 Тренды уровня развития объектов управления: развитие систем управления рисками сложных систем**

Это тренд, который пока находится не столько в зоне предложения, сколько в зоне спроса: растет интерес к средствам управления рисками сложных систем в реальном времени. Иными словами, к социальным операционным моделям, обеспечивающим эффективное принятие решений в кризисных и сложных ситуациях (война, чрезвычайные случаи, коллективные онлайн игры, игра на бирже и т.д.).

**Контроль сложных систем и сетевые сообщества.** В докладе<sup>62</sup> прогнозируется управление умными городами через "city dashboard", что позволяет отслеживать статус города в реальном времени благодаря внедрению датчиков в инфраструктуру и системам обработки BigLiveData. В реальном времени осуществляется контроль за критическими инфраструктурными элементами города – транспорт, энергетика, водоснабжение и др.

По аналогии с “технологическим” трендом, главным двигателем тут выступает быстрое развитие объектов управления – сложных социотехнических систем. Это отражается в росте количества горизонтальных сообществ, распределенных онлайн-групп, многопользовательских игр и образовательных платформ. В каждом из этих примеров растет также и спрос на системы поддержки принятия решений.

Вторая ветка трендов строится вокруг разных Интернет-платформ. Здесь наиболее важным является проработка способов работы с паттернами, которые возникают либо «поверх» существующих медиа (напр. Твиттер или МООС), либо в специально организованных пространствах (краудсорс-платформы и пр.). Их поддерживает серьезная количественная социология: поскольку через платформы проходят десятки тысяч человек, и есть способ отслеживать (через простые анкеты) демографические и проч. характеристики – появляется возможность анализировать закономерности. Они теперь выводятся не интуитивно, а статистически.

**Новые формы исследований.** Авторы Форсайта образования 2030 описывают формат бирж знаний, где исследование будет осуществляться через создание и развитие ряда онлайн-бирж научного оборудования

<sup>62</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds.2012

и материалов, исследовательских команд, научных гипотез, идей и других ресурсов, обеспечивающих научную деятельность. С нивелированием существующих методов закрепления прав на результаты интеллектуальной деятельности роль бирж интеллектуальной собственности будет возрастать. Возможен переход работы с интеллектуальной собственностью на принцип блокчейн, знакомый нам по биткоином.

Предполагается, что будет возрастать ценность готовой команды как трудовой единицы, и научная кадровая биржа будет предлагать именно готовые исследовательские команды, а не отдельных ученых. Наличие открытого, постоянно обновляемого «контента» бирж, позволит производить более гибкое управление научными мощностями, а также формировать репутационные рейтинги продуктов на основе спроса и отзывов пользователей бирж. Это также усилит конкуренцию на рынке исследований и поддержит рыночное ценообразование в данной области. Нас ждет принципиальный пересмотр моделей управления знаниями, включая науку, образование и управление архивами.

**Бизнес-обучение.** Особняком стоят бизнес-школы, и школы походов вроде Lean (и оригинальный Кайдзен), «управления по целям Голдратта<sup>63</sup>», отечественная системно-мыследеятельностная методология и т.д. В целом российские школы «живых» форматов находятся в лучшем случае на уровне «среднячков». В целом РФ в последние несколько лет «повезло» сделать несколько форматов, которые могут вполне быть предъявлены на уровень глобальной повестки. Это Rapid Foresight (Метавер-АСИ-RF\_Group), «Знаниевый реактор» (группа С.Переслегина). Кроме этого, существует набор инструментов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), которые еще могут быть трансформированы в методы коллективной работы и «успеть на отъезжающий поезд». То же можно сказать о методах, вышедших из школы СМД методологии, в частности – организационно-деятельностные игры различных форматов и «Проектный метод Сколково» развиваемый группой «Технологии коллективного мышления» под руководством Н.Верховского.

**Watson Analytics.** Компания IBM представила инновационный когнитивный сервис Watson Analytics, который предоставляет непрерывный доступ к мощным средствам предиктивной и визуальной аналитики. IBM Watson Analytics понимает естественные языки, что упрощает пользователям работу, давая им возможность задавать и получать ответы на такие вопросы, как «Каковы ключевые факторы роста продаж моей компании?», «Какие льготы помогут удержать сотрудников?», «Какие сделки завершатся успешно с большей вероятности?» и т.д. Сервис позволяет автоматизировать первичную обработку данных, предиктивную аналитику и визуализацию, фокусируясь на задачах специалистов в области маркетинга, продаж, операционной деятельности, финансов и управления кадрами.

**Пределы эффективности.** В сфере инструментов автоматизированного проектирования, управления жизненным циклом изделий и решений в области управления поставками разработчиками не осознан следующий принципиальный барьер. Даже вкладываясь в интернет вещей, они мыслят категориями единого проектировочного софта, который видит все. В таком подходе нет ничего плохого, просто он ведется без осознания предела такой модели. Производственные цепочки сегодня – настолько сложная и многоагентская система, что традиционному регулированию уже не поддается. Также как, скажем, рою роботов бессмысленно управлять из одной точки, сообщая им набор действий, которые им необходимо проделать, чтобы собраться в единое целое. Современные языки управления роями и самосборками подразумевают управление на уровне общих правил, руководствуясь которыми, взаимодействуя друг с другом, эти элементы и собирают единое целое, действуя как квази-живые системы. Данное направление получило название «роевой интеллект», и мы видим в нем растущий потенциал.

### Три горизонта развития трендов

**2020.** Переход к киберфизическим системам в качестве центрального объекта работы системного инженера. Сложные среды разработки работают с «интернетом вещей». Появляются первые САПР с заложенными принципами самопроектирования. Часть проблем с рисками сложных систем снимается за счет активного использования BIGDATA, статистики, анализа поведенческих сценариев и т.д. Нейросетевые

<sup>63</sup> Элияху М. Голдратт, Джефф Кокс Цель. Процесс непрерывного совершенствования = а нгл. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. — Минск: Попурри, 2009. — 496 с

алгоритмы все больше используются в средах проектирования для работы с системами типа “САПР внутри системы”. Появляются стандарты “ситуационных комнат” под сложные проекты разных типов.

**2030.** Традиционные системы управления не справляются с интернетом вещей. Происходит переход к Resilient (устойчивым к внешним воздействиям, “выживающим”) системам. Они становятся фокусом системной инженерии, происходит перенос практик и инструментов разработки из обеспечивающих систем внутрь самой системы (“что было в САПР, стало в контроллере”). Автономность resilient систем достигается за счет использования мультиагентного взаимодействия. Отмечается начало сдвиги фокуса к киберфизическим-киберсоциальным системам (дважды “кибер” – в исходном значении “управляющие”, ибо коммуникация и принятие решений внутри роботической системы обеспечивается компьютером, но и коммуникация, и принятие решений внутри социальной системы тоже обеспечивается компьютером). Развивается теория и практика soft systems (‘мягких’ систем) и системный подход в социальных науках, так как управление рисками происходит в сложных социотехнических системах. Также развивается линия на создание автоматизированных советников для управления рисками типа Watson.

**2040.** “Киберфизически-киберсоциальные” системы требуют специальных интерфейсов коллективного управления (точнее, взаимодействия), и возникает запрос на нейротехнические решения. Это именно тот горизонт, в котором исследуемый тренд оказывает свое основное влияние на развитие нейрокоммуникационной отрасли. Объектами-системами, управление рисками которых производится, являются resilient системы, то есть системы с субъективностью, самопроектирующие системы. Скорее всего, главная архитектура таких систем будет построена на мультиагентском взаимодействии, то есть, “рое” искусственных агентов, принимающих решения. И эффективная коммуникация с такими системами востребует нейронет-протоколов.

### 2.3.2.5 Сутовые тренды: развитие культуры кооперации

Это те тренды, которые описывают принципиальные изменения – изменения рабочих моделей, онтологий и парадигм. “Социотехническим” трендом данного типа является тренд “развитие культуры кооперации”, причем в части разработки теории кооперации, теории сообществ практики, принципов коллаборации, игропрактики и геймификации.

**Геймификация и закат конкурентных моделей.** Нас интересует кооперация, в первую очередь, через сеть для выполнения нетривиальных задач, таких как сборка сложных инженерных решений. Это знаменует переход от конкурентных моделей к кооперативным: шейринг, совместное действие, краудсорсинг и краудфандинг (Kickstarter<sup>64</sup>, Indiegogo<sup>65</sup>). Даже такое популярное явление, как геймификация задач с их переносом в виде игр в Сеть (игра в свертывание третичной структуры белков Foldit<sup>66</sup> и другие) – тоже примеры действия этого тренда.

Хорошим примером служат игровые симуляторы для реальной работы в корпорациях. Все большее распространение получает применение игровых механик в изначально неигровых ситуациях (инновации, обучение, маркетинг, эффективность персонала, социальные проекты) – в общем случае определяемое как «геймификация». С другой стороны, традиционно игровые среды, такие как виртуальное пространство массовых многопользовательских онлайн-игр (Second Life<sup>67</sup>, WoW<sup>68</sup>, Eve Online) интегрирует в себя все больше элементов «реального» мира и «реальной» экономики, включая образовательные и управленческие практики и элементы финансового рынка.

<sup>64</sup> <https://www.kickstarter.com/>

<sup>65</sup> <https://www.indiegogo.com/>

<sup>66</sup> <http://fold.it/portal/>

<sup>67</sup> <http://secondlife.com/>

<sup>68</sup> <http://eu.battle.net/ru/int?r=wow>

Предполагается, что качества, отличающие игроков в онлайн-игры, будучи перенесенными в реальный мир, могут оказаться полезными в традиционных корпоративных практиках. Речь идет о таких качествах как усиленная само-мотивация, совместное участие в решении игровых проблем и формирование социальных связей, навыки участия в решении масштабных задач. Некоторые эксперты предлагают видоизменять корпоративный мир, приближая его к игровому, тем самым повышая мотивацию людей к решению реальных задач корпорации.

**Оптимизация взаимодействий.** Протоколы коллективной деятельности – весьма популярная тема, как на западе, так и в РФ. Основными игроками тут являются некоммерческие организации, академическое сообщество, профессиональные ассоциации. Форсайты<sup>69</sup>, Open Space<sup>70</sup>, World Cafe<sup>71</sup> и другие форматы взаимодействия (например, вики) служат построению единого видения коллектива относительно той или иной части собственной организации или системного окружения. Их сутью является персональная трансформация, «размораживание» способности действовать. Форматы движутся в сторону сокращения продолжительности при повышении интенсивности и часто основаны на схеме «разборки-пересборки» системы представлений и ресурсов индивида / группы.

Возникают и развиваются инструменты динамического распределения ресурсов и компетенций членов сообществ для оптимального выполнения задач. Это становится нормальной частью деятельности коллективов. В [Ф9<sup>72</sup>] говорится о появлении систем управления горизонтальными человеческими структурами, которые автоматически распределяют задания по результатам мониторинга деятельности участников структуры. Авторы [Ф4<sup>73</sup>] отмечают переход к взаимодействию peer-to-peer, коллективным распределённым группам, объединённым общими целями. Решения в области сенсорных, социальных сетей и обработки BigData позволят в будущем строить реалистичные модели организаций, что далее позволит оптимизировать человеческую деятельность. Кроме того, речь идет о репутационной экономике: в процесс обмена ценностями добавляется репутационная составляющая, репутация становится одним из ресурсов.

В [Ф3] отмечается тренд распространения распределённых (вне границ государств) практик создания ценности, в том числе знаний. Создаются специализированные протоколы решения творческих задач: “знаниевые реакторы<sup>74</sup>” и “ускорители”, стартап-акселераторы, организационно-деятельностные игры, проектные сообщества в социальных сетях и другие очень сложные, квази-живые формы краткого или длительного существования коллективных субъектов. Некоторые из этих форм требуют от участников отдачи, которой тысячи лет назад не могли требовать даже совместный транс и племенные танцы.

### Три горизонта развития трендов

**2020.** Горизонтальные социальные сети все больше собираются вокруг совместной взаимовыгодной деятельности. Формируется коллаборативная “сеть сетей”. Инновационные образовательные и предпринимательские системы экспериментируют с crowd форматами. Проводятся эксперименты с автоматизацией организационной и групповой динамики в сообществах практик (наука, инновационные отрасли экономики, образование). Проектное командное образование является новым, но уже заслужившим признание методом.

**2030.** Процесс синдикации сетевых медиа завершен, все социальные сети и системы коллаборации связаны друг с другом не только информационными связями, но и связями взаимно полезного действия. Игры-симуляции для реального полезного действия (gameficated societies of impact) являются распространенным форматом.

---

<sup>69</sup><http://metaver.net/tag/rapid-foresight/>

<sup>70</sup>[http://www.openspaceworld.com/users\\_guide.htm](http://www.openspaceworld.com/users_guide.htm)

<sup>71</sup><http://www.theworldcafe.com/translations/minihosting-guide.pdf>

<sup>72</sup> IFTF: internet human - human internet map

<sup>73</sup> 2005–2055 SCIENCE & TECHNOLOGY Perspectives.2006

**2040.** Системы совместного действия ориентированы на достижение максимального системного эффекта, синергии. Индивидуальные жизненные траектории в среде “Сети сетей” разворачиваются как последовательность совместных действий в коллективных сообществах с разной продолжительностью жизни. Субъектом кооперации наряду с людьми и коллективами являются искусственные агенты.

### 2.3.3 Пользовательские / рыночные тренды

Куст “пользовательских” трендов растет из потребности конечных пользователей, конкретных малых деятельностей, которые нуждаются в новых инструментах и таким образом привлекают их в жизнь.

	<b>Пользовательские</b>
<b>Тренды структурные и инфраструктурные</b>	Реалистичные гибридные среды (все органы чувств – возможность ощущать виртуальные / удаленные объекты)
<b>Семантизация</b>	Умная среда / Интернет Вещей (адаптация к нашим запросам) передача эмоций и состояний
<b>Тренды уровня компонентов и элементов</b>	Оестествление интерфейсов (интуитивное общение с техносредой, телесные интерфейсы, носимые устройства и пр.)
<b>Тренды развития объектов управления</b>	“Ремонт” и усиление возможностей тела и сознания (фарма, протезы, искусственные органы чувств, искусственно сконструированные эмоции и пр.)
<b>Сутевые тренды</b>	Рост спроса на целостность, личностное развитие, терапию, развитие осознанности (Wisdom 2.0, прогноз “миров психодрам” и пр.)

#### 2.3.3.1 Структурные тренды: реалистичные гибридные среды

Гибридизация сред – постепенное размывание границ между физической и цифровой реальностью – проявляется по-разному.

**Новые инструменты.** К данному типу трендов относится, например, появление и развитие сред *дополненной* и *виртуальной* реальности, а также спрос на такие системы как инструмента организации совместной деятельности разделенных в пространстве команд (удаленные телеконференции). Последнее уже используется для увеличения эффективности работ инженеров, врачей, а также в образовании. Кроме того, спрос на инструменты работы с такими средами реализуется в виде запроса на повышение эффективности работы в классических форматах (использование очков Google glass в чтении лекций и коллективных офлайн дискуссиях). В каждом случае речь идет о пользовательских запросах к среде, к пользовательской инфраструктуре будущей сферы нейрокоммуникаций.

Яркой разработкой стал шлем виртуальной реальности OculusRift<sup>75</sup>, который отслеживает движения головы. Проект собрал \$2.4 млн. инвестиций на Kickstarter, затем был куплен Facebook за \$2 миллиарда. Выход продукта на рынок запланирован на 2015 год.

<sup>75</sup> <https://www.oculus.com/>

Упомянем также любопытный проект FaceRig<sup>76</sup>, позволяющий наделить сетевого персонажа “эмоциями” – для этого используются выражения лица реального пользователя, снимаемые с помощью вебкамеры. Проект нацелен на создание голосовой и эмоциональной модели пользователя в Сети. Он успешно собрал \$307,015 инвестиций на Indiegogo и уже запущен. Аналогично, нейроинтерфейсы вроде EMOTIV уже позволяют частично отражать мимику пользователя в виртуальной среде.

### **Три горизонта развития трендов**

**2020.** На рынке появляется несколько предложений в области дополненной реальности. Одна из главных проблем (питание) решается через технологии передачи электрической энергии через тело и сети участка тела (body area networks). Растет количество профессиональных применений: системы дополненной реальности применяются в образовании, в медицине, в инженерии, для публичных выступлений и коллективной работы. Одним из первых применений является цифровизация форматов коллективной деятельности (инструкции к “мозговым штурмам”, ведению семинаров, проектной работы и т.д., предъявляемые пользователям прямо во время деятельности). Стоит ожидать появления приложений, накладывающих на изображение собственных и чужих биоданных.

**2030.** Появление контактных линз с функцией систем дополненной реальности позволяет преодолеть барьер, связанный с нарушениями приватности и приводит к расширению рынка приложений дополненной реальности. Системы распознавания визуальной информации действуют в реальном времени, выполняя функции “машинного зрения”, анализируя и осмысляя жизненные ситуации, сопоставляя реакции на них с биоданными, получаемыми с носимых датчиков. Спрос на универсального цифрового помощника стимулирует развитие биологической BigData. Системы помощников типа “сири” перестают быть слепыми, существенно расширяя свой функционал. Появляются первые символические языки, отличные от текста и цветового кодирования, используемые для коммуникации через визуальное поле. Интерфейсы тела и классические VCI, включенные в body area network, а также персональные биоданные, собираемые инфраструктурой (камерами наблюдения, системами сигнализации и “интернета вещей” в целом), используются в качестве канала коммуникации с устройством, цифровыми помощниками и коллективами. Появляются и начинают использоваться первые мультимодальные дополненные среды, создающие многослойность среды не только в визуальном поле, но и в других сенсорных модальностях (звук, запах, осязание). Гибридная среда состоит из реально воспринимаемой физической среды, “комментариев” по ее поводу, удаленных сред (телеприсутствия), информационной среды, не привязанной к физической (например, визуальные языки, система управления состояниями).

**2040.** Устройства гибридных сред объединяются в единую систему с новыми коммуникационными интерфейсами, нейро и био интерфейсами. Это не значит, что они физически представляют собой одно устройство, но работают в сети намного более интегрированной, чем мобильные устройства сегодняшнего дня. Цифровые помощники, являющиеся частью среды, не только помогают человеку, но и постоянно обучаются.

#### **2.3.3.2 Тренды семантизации: умная среда и запрос на передачу состояний**

Запрос на умную среду со стороны пользователей и соответствующие ей предложения исследовательских групп, стартапов и крупных игроков (РТС) уже очевиден. Даже такие медленные структуры как “Росатом” разрабатывают по стандартам “интернета вещей” насосы – они передают данные о своей работе в систему, осуществляющую мониторинг не только отдельных насосов, но и всей гидросистемы.

---

<sup>76</sup> <https://www.facerig.com/>

В качестве частной иллюстрации тренда можно привести проект Espruino<sup>77</sup> – компьютера площадью в две монеты, который позволяет включать предметы в “Интернет вещей”, становясь их контроллером. Программируется на java script и собрал £100,710 инвестиций на Kickstarter.

**Искусственная сенсорная сеть.** Как отмечают эксперты в [Ф4<sup>78</sup>], в ближайшее десятилетие ожидается широкое внедрение встраиваемых вычислительных устройств, обладающих сенсорами и актуаторами для взаимодействия с окружающей средой, в том числе извлечения знаний из окружающего пространства. Аналогично, согласно [Ф5<sup>79</sup>] нас ждет реализация интернета вещей, а именно сенсорной сети – сращивание реального и виртуального мира через наделение реального мира сенсорами и актуаторами, объединёнными в сеть. Это будет сопровождаться появлением большого объема работ по обработке сенсорной информации.

В форсайте [Ф2]<sup>80</sup> также упоминается этот тренд: возникнет так называемая умная среда, умные города. Будут внедрены системы мониторинга инфраструктуры в реальном времени. Наполнение среды датчиками позволит строить модели сложных сред и эффективнее управлять ими. В некотором смысле чипизация среды вместе с системами обработки больших данных позволит человеку “ощущать, понимать” сложные системы целиком. Умная среда означает перспективу тотальной записи человеческих действий сенсорными устройствами, в том числе носимыми, что позволит достаточно точно прогнозировать поведение [Ф5<sup>81</sup>].

**Обмен состояниями.** Возможно, один из главных движущих трендов интернета, и в целом технически опосредованных человеческих коммуникаций – запрос на прямую передачу опыта. В конце концов, большая часть контента и запросов интернета – это именно запросы на эмоции, на состояние, на опыт.

С того момента, как состоялось объединение первых двух компьютеров в сеть, коммуникация постоянно наполнялась неформальной составляющей общения. Основной трафик сети – фотографии, беспредметные разговоры, фильмы, порно и так далее – имеет отношение скорее к человеческому опыту и переживаниям, чем к передаче информации. Жажда впечатлений стоит за целой линией решений, ведущих ко все большему погружению в переживание опыта. Что ведет к стандартам все более качественного восприятия: многоканальный HD звук, 3D видео, появление стандартов 4D и 5D, технологии передачи запаха и тактильных ощущений.

На передающей стороне ситуация выглядит намного беднее: смайлики, язык эмоджи, возможность использования шрифтов и картинок для передачи эмоций. Пользовательский запрос на семантизацию в данном случае означает запрос на присутствие в технически-опосредованной коммуникации средств передачи и восприятия новых смысловых слоев: невербальных смыслов, эмоциональных смыслов, описаний целостного человеческого опыта. И это та сфера, в которой технологии пока добились лишь ограниченного успеха.

## Развитие тренда в трех горизонтах

**2020.** Инфраструктура и бытовая техника поддерживает стандарты “интернета вещей” практически повсеместно. Для устаревшей техники, станков, холодильников и автомобилей существуют модули апгрейда. Системы полного погружения выглядят как камеры сенсорной депривации, содержат персонально откалиброванные стимуляторы мозга. Интернет вещей и его развитие представляют собой главную движущую силу тренда на протяжении следующих 10-15 лет. Часть интернета вещей – сеть носимых биометрических устройств. Это инфраструктура “биометрического нета” – первого предшественника нейронета.

**2030.** По мере продолжения миниатюризации умные вещи наполняют не только города, квартиры, производства и дороги, но и тела людей. Сначала снаружи, потом и внутри. Возникают сети сетей. Носимые

<sup>77</sup> [www.espruino.com/](http://www.espruino.com/)

<sup>78</sup> 2005–2055 SCIENCE & TECHNOLOGY Perspectives.2006

<sup>79</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.2013

<sup>80</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds.2012

<sup>81</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.2013

внутри устройства представляют каналы вещания уже не отдельным приложениям, но органам и системам органов человеческого тела, отдельным частям нервной системы и субличностям. Помимо стимуляторов эмоций возникают более тонкие, индивидуально настраиваемые устройства – стимуляторы, калибрующиеся в течение долгого времени. Наборы таких калибровок для однотипных ситуаций представляют собой базу для общей био-семантики и последующего создания “языков нейронета”.

Помимо обычного воздействия на модальности восприятия и нейростимуляции используется также околопороговое (не воспринимаемое сознанием) сенсорное воздействие, которое калибруется аналогичным образом и создает дополнительные “эффекты погружения” при передаче эмоционального опыта.

**2040.** От передачи эталонов, наиболее близких к опыту, который требуется передать, произошел переход к прямой передаче опыта (через длительную сонастройку людей или коллективов), а также к опосредованной семантическими сетями передаче. Поскольку опыт не обязательно имеет эталон передачи, одной из функций является синтез искусственного опыта, в числе прочего – в задачах нейрокоммуникации. Возможно, эта обобщенная человеко-машинно-биологическая семантика и способ генерации сообщений на ее языке станет общечеловеческой латынью середины 21 века.

### 2.3.3.3 Тренды уровня компонентов: оестествление интерфейсов

Это процессы, в ходе которых интерфейсы, связующие человека и машину или людей посредством машин, становятся все более естественными, более прозрачными, не требующими специальных усилий для своей работы и организации.

**Учет физиологии.** Так, сенсорный экран IOS много проще, чем интерфейс MSDOS или, тем более, интерфейс с использованием перфокарт. Движения рук *lean motion* и *kinect* – это естественный способ управления реальностью (не привлекающий внимания санитаров). Намного более естественный, чем последовательное написание команд или даже перетаскивание файлов в папки по плоской реальности рабочего стола. “Снижение цены входа” у планшетов по сравнению с настольными компьютерами означает снижение психологической цены, высоты барьера между текущим и новым типом коммуникации. Фактически, пользовательские (рыночные) тренды описывают человеческую сторону трендов, указывают, какие именно потребности дают импульс развитию отрасли.

В документе [Ф9<sup>82</sup>] отмечается, что развитие интерфейсов в сторону “бесшовности”, комбинирование голосового, сенсорного, жестового управления вместе с добавлением массива сенсоров для восприятия состояния человека приведет к появлению более “естественных” интерфейсов с обратной связью через стимуляцию всех органов чувств. В перспективе – прямые интерфейсы мозг-компьютер.

Данные тренды связаны с началом повседневного использования нейрофизиологических технологий, напрямую направленных на работу с нашим телом и психикой. При распространении этих технологий техносреда начинает «знать» о нас больше, чем мы сами. Мы же получаем возможности взаимодействовать с техносредой, между собой и с самими собой способами, не имевшими аналога в прошлом. Поскольку приход большинства из этих технологий связан с достижениями когнитивных наук, мы называем это явление «когнитивной революцией».

**Вовлечение тела.** Существующие интерфейсы для взаимодействия между человеком и компьютером/сетью чрезвычайно не физиологичны. Обратная сторона заключается в том, что наше тело – это часть нашего сознания, мы предназначены думать и говорить телом, и не имея возможности использовать большую часть тела для творчества и игр, мы теряем значительную часть своего потенциала. В последние 5-7 лет наметилось активное движение в сторону создания естественных, физиологичных интерфейсов, вовлекающих потенциал всего тела. Во-первых, в игровой отрасли и в корпоративном

<sup>82</sup> IFTF: internet human - human internet map

маркетинге распространяются различные сканеры положения тела и выражений лица (напр. Kinect<sup>83</sup>, LeapMotion<sup>84</sup>, MYO и др.), а также направления взгляда (напр. Eye Tribe<sup>85</sup> и др.). Во-вторых, в сфере медицины и фитнеса широкое распространение получают контролеры текущего состояния здоровья (пульс, давление), а также мониторы уровня физической активности (напр. Fitbit<sup>86</sup>, Jawbone и др.).

Последнее время появился и новый тип интерфейсов ввода – био-браслеты, которых уже на рынке несколько десятков моделей. Например, MYO<sup>87</sup> – устройство регистрации напряжения мышц руки и перевода их в команды для мобильного или стационарного компьютера. Или Uno Noteband<sup>88</sup> – браслет, выводящий на свой экран сообщения с подключенного мобильного устройства пользователя. Новация в способе вывода текста состоит в использовании технологии Spritz<sup>89</sup>, то есть вывод текста по одному слову с центровкой по экрану, что не позволяет читать текст обратно и что резко повышает скорость чтения. На краудфандинговой платформе indiegogo браслет собрал \$67,936 инвестиций. В качестве иллюстрации тренда также интересна разработка нового интерфейса под названием Fin<sup>90</sup> в виде кольца на пальце. Ввод данных осуществляется с помощью распознавания жестов, ладонь пользователя превращается в панель ввода. Это позволяет бесконтактно управлять устройствами. Проект прошел успешный запуск через краудфандинг, собрав \$202,547 инвестиций на indiegogo. Новый Kinect2 для Xbox использует в играх данные о пульсе и дыхании игрока. Интересно, что как только в интерфейсах начинает использоваться физиология человека, вместе с ней появляется и представленность в цифровом мире эмоционального мира человека.

**Новые возможности.** Наконец, начинают распространяться нейроинтерфейсы – устройства, позволяющие фиксировать непосредственно мозговую активность и превращать энцефалограмму в управляющие сигналы для игры, отправки сообщений и др. (напр. Emotiv). Уже сейчас эти устройства стоят сравнительно недорого. Можно ожидать, что в течение 5-7 лет дешевые нейроинтерфейсы (по цене хорошей компьютерной мыши) получат массовое распространение как обязательные компоненты ввода-вывода. Это произойдет, когда будет создан достаточно эффективный «драйвер» между данными об электрической активности мозга и операционной системой.

В обозримом будущем подобные устройства будут уменьшаться в размерах, встраиваться в виде элементов одежды, украшений, татуировок или простейших имплантов (либо, в случае со сканерами тела, становиться частью «умной среды» дома, улицы, публичного пространства). К концу 2020-х, по мере развития и конвергенции нано- и био-технологий, устройства взаимодействия с техносредой могут начинать имплантироваться в виде частей тела или внутренних органов (вполне возможно, что в этот момент слоган 'Intel inside' станет относиться уже не к компьютерам, а к людям).

Развитие подобного рода интерфейсов, совмещенное с широким проникновением дополненной реальности, довольно сильно поменяет привычную среду для работы, учебы, занятий спортом и отдыха. Творить и работать можно будет в любых помещениях и на любых поверхностях, используя жесты и голосовые команды для создания видео, изображений или объемных объектов, а также текстов – примерно так, как сейчас работает скульптор или моделист. Еще раз подчеркнем: интерфейсы взаимодействия изменятся, и довольно радикально – так, что нынешний компьютер будет в следующем поколении выглядеть столь же архаично, как для нас телеграфный аппарат конца 19 века.

## Развитие тренда в трех горизонтах

**2020.** Речевой ввод, жесты, прикосновения, естественные и интуитивные действия для многих заменят работу с клавиатурой, сделают для новых поколений вход в цифровой мир абсолютно естественным и не сложным. Нет необходимости учиться стандарту qwerty и, тем более, тому, как правильно пробивать перфокарты. Интерфейсы не просто сами по себе просты, но и адаптивны. Это распространяется на

<sup>83</sup> <http://www.xbox.com/ru-ru/kinect>

<sup>84</sup> <https://www.leapmotion.com/>

<sup>85</sup> <https://theeyetribe.com/>

<sup>86</sup> <http://www.fitbit.com/>

<sup>87</sup> <https://www.thalmic.com/en/myo/>

<sup>88</sup> <https://www.indiegogo.com/projects/uno-noteband-get-notified-not-interrupted-3>

<sup>89</sup> [www.spritzinc.com/](http://www.spritzinc.com/)

<sup>90</sup> [www.finrobotics.com/](http://www.finrobotics.com/)

аппаратные и программные интерфейсы: нет больше необходимости расставлять ЭЭГ электроды по системе "10-20" – электроды сами помогут себя установить в нужные места или сделают это без помощи пользователя. Измерители, датчики, камеры, анализаторы насыщают умную среду, часть из них может использоваться и для анализа состояния человека и стать частью распределенного мега-интерфейса между человеком и техносредой.

**2030.** Появляются интерфейсы, стандарты интерфейсов дополненной и виртуальной реальности, специально организованные так, чтобы оптимизировать команду, коллективную коммуникацию, включающую, например, систему команд и сообщения с указанием позиции, роли, функции и т.д. Переход многих интерфейсов в статус незаметных, то есть абсолютно естественных за счет растворения в окружающей умной среде, в еде, одежде и бытовых аксессуарах. Еще одним свойством таких интерфейсов является работа с бессознательным: в тех случаях, когда для работы им требуется ответ на запрос или прогнозируемая активность пользователя, запрос может быть отправлен под порогом восприятия. К этому этапу цифровые помощники и бытовые искусственные интеллекты станут весьма конкурентным рынком, для коммуникаций с ними потребуется специальный более скоростной, и более широкий, чем голос, интерфейс.

**2040.** Движение в сторону оестествления интерфейсов приводит к тому, что к 2040 г. они становятся совершенно прозрачными, то есть полностью работающими с теми языками коммуникации, к которым человек приспособлен исторически – речь, движения, мимика. Плюс специально разработанные языки, интерпретирующие ощущения, ожидания, воображаемые образы и внутреннюю речь. Одновременно работающие с биосигналами, рациональными командами и неосознаваемыми драйвами.

#### **2.3.3.4 Тренды уровня развития объектов управления: "ремонт" и усиление возможностей тела и сознания**

Данный тип трендов включает в себя, согласно [Ф2<sup>91</sup>], появление технологий замены утраченных конечностей на искусственные, полноценно контролируемые мозгом пользователя, а так же появление средств усиления физических (экзоскелеты или новые искусственные органы, например, глаза с ночным видением) и когнитивных (фарм- и технонейростимуляторы) способностей человека.

**Первые нейропротезы.** В форсайте ЕС до 2050 года [Ф3<sup>92</sup>] в наиболее благополучном сценарии "Ренессанс ЕС" среди ключевых технологий, реализующих сценарий, перечислены решения в области человеко-машинной связи, усиления когнитивных и физической способностей человека с помощью фарм- и робототехнических средств.

Передовые разработки в этом направлении ведутся в отделе нейробиологи университета Дьюка (США). Лаборатория<sup>93</sup>, возглавляемая Мигелем Николелисом, известна целым рядом прорывных экспериментов по использованию связи живого мозга с компьютером. Там были созданы интерфейсы, позволившие обезьянам мысленно управлять механическими протезами, виртуальными объектами и даже шагающим роботом, находящимся в другой стране. Также был проведен эксперимент по связыванию двух крыс посредством нейроинтерфейса. В одном из публичных выступлений Николелис признался, что пошел еще дальше и связал через интерфейс мозги сразу четырех грызунов, назвав такую сеть Brain net (вот он: первый прото-предок нейронета). Важным моментом в контексте доклада является тот факт, что Николелис регулярно использует в своих экспериментах передачу сигналов от мозга и в мозг через Интернет.

Сравнимых по значимости результатов достигли исследователи Питтсбургского университета (США) под руководством Эндрю Шварца<sup>94</sup>. Они создали механизированный протез руки, имеющий семь степеней

<sup>91</sup> Global Trends 2030: Alternative Worlds.2012

<sup>92</sup> Global Europe 2050.2012

<sup>93</sup> www.nicolelislab.net

<sup>94</sup> schwartzlab.neurobio.pitt.edu

свободы, который управлялся силой мысли парализованной женщины. Данное достижение было включено журналом Science в число главных научных достижений 2012 года. К концу 2014 г. та же женщина при помощи того же интерфейса уже могла контролировать протез с десятью степенями свободы, увеличив репертуар и точность движений через обучение в виртуальной среде.

В РФ разработками в области нейроинтерфейсов занимается лаборатория А.Каплана (МГУ им. Ломоносова)<sup>95</sup>. В отличие от упомянутых выше исследователей, в МГУ делают ставку на неинвазивные методы считывания активности мозга. В частности, лаборатория известна алгоритмами неосознанного управления RGB-драйвером монитора, надежной "мыслеуправляемой" буквопечати, первыми компьютерными играми на основе ИМК и др.

Описанный тип трендов – один из самых заметных и очевидных. Он присутствует во множестве форсайтов и прогнозов, в частности авторы [Ф5<sup>96</sup>] предсказывают появление на рынке био и нейро управляемых протезов, экзоскелетов, имплантов, расширяющих возможности тела и сознания, нейроинтерфейсов и искусственного интеллекта для усиления способностей человека. Авторы [Ф4<sup>97</sup>] видят реальные перспективы технологий extended self – усиления и расширения физических и когнитивных способностей.

**Первые нейроимпланты.** Отдельно нужно сказать про успешно развивающееся направление по конструированию имплантов и чипов, которые позволяют восстанавливать двигательные функции человека, или же восстанавливают способность слышать, видеть, говорить. В силу своей очевидности не будем перегружать раздел примерами, упомянем лишь пару из них.

Передовые разработки нейроимплантов ведет Теодор Бергер, директор Центра нейроинженерии университета Южной Калифорнии (США)<sup>98</sup>. В 2013 году он вживил чип в гиппокамп обезьян, предварительно обученных запоминать и выбирать символы на экране. Устройство отслеживало активность клеток и могло предсказать, какой выбор сделает обезьяна. Когда угроза ошибки возростала, чип выдавал серию электрических импульсов, имитируя 'правильную' работу нейронов. Обезьяны резко улучшили выполнение задания. Фактически Бергеру удалось заменить одну из функций гиппокампа искусственным устройством. Цель научных разработок Бергера – искусственный гиппокамп человека (к 2025 году).

Исследователи во главе с Грегори Куртиным из Федеральной Политехнической школы в Лозанне (Швейцария)<sup>99</sup> разработали специальный нейропротез-упряжь для животного с поврежденным спинным мозгом. Эксперименты показали, что постоянные упражнения в ходьбе при помощи роботизированного устройства и введение препаратов, заменяющих нейромедиаторы, приводят к частичному восстановлению нервных путей. Даже слабого сигнала от головного мозга оказалось достаточно, чтобы через некоторое время животные начали ходить, управляя своими конечностями самостоятельно.

Многочисленные фундаментальные исследования в области нейронаук на данный момент имеют и широкое прикладное значение. Наиболее часто используется кохлеарный нейроимплант, существуют также нейропротезы для восстановления зрения, например, имплантаты сетчатки. С помощью различных технологий люди (в т.ч. полностью парализованные) учатся управлять компьютерными программами, инвалидными колясками, автомобилями, робо-протезами и даже автономными роботами или протезами. Управление осуществляется за счет специальных интерфейсов или чипов, внедренных в область мозга, спинного мозга.

**Первые усилители.** Отдельная и мощная линия развития нейротехнологий связана с концепцией "усиления человека". Сегодня появляются возможности не просто вернуть функциональность телу человека, восстановить его органы чувств, но и существенно усовершенствовать его. И эта тяга человека к развитию вызывает к жизни новые продукты: биопротезы, игровые нейроинтерфейсы, игры с биологической обратной связью, устройства для бега, стимуляторы для мозга и многое другое.

---

<sup>95</sup> brain.bio.msu.ru

<sup>96</sup> Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.2014

<sup>97</sup> 2005–2055 SCIENCE & TECHNOLOGY Perspectives.2006

<sup>98</sup> cne.usc.ed

<sup>99</sup> www.project-rewalk.com

Среди потребностей подобного рода выделяется еще одна – потребность в быстром научении и переобучении. По мере того, как ускоряется темп жизни человека и растет совокупный запас знаний человечества (становясь все более неструктурированным, противоречивым и более сложным), способность учиться и переучиваться становится критически необходимой. Отсюда рождается спрос на фитнес для мозга, мечты о “загрузке знаний прямо в мозг”, рост популярности новых быстрых образовательных форматов, включая онлайн форматы.

Например, увлечение транскраниальной микрополяризацией головного мозга (tDCS) приобрело такие масштабы, что в 2013 году медики призвали к разработке правил применения этой технологии в домашних условиях<sup>100</sup>. Привлекательность и опасность tDCS в ее доступности: чтобы воспроизвести опыт, достаточно пары проводов, резистора и обычной 9-вольтовой батарейки. В том же 2013 году журнал Nature опубликовал письмо нейрофизиологов, предостерегающих от свободного использования tDCS обычными людьми без соблюдения норм, установленных для научных и медицинских экспериментов<sup>101</sup>. Естественно ожидать, что в обозримом будущем на рынок выйдут дешевые устройства микрополяризации мозга, одобренные FDA, отвечая на уже имеющийся запрос пользователей.

В целом мы наблюдаем повышение интереса к теме “усиления человека” (augmented human). Причем, рост интереса не является чем-то новым: и сеть создавалась ее авторами как раз для “усиления человека” через человеко-машинный симбиоз. Но именно сейчас технологии протезов, нейростимуляции, искусственных органов чувств не просто становятся доступны для среднего класса, но и открывают возможность экспериментов. Этому немало способствует развивающаяся культура DIY (do it yourself – сделай сам) и ее материальная база – центры быстрого прототипирования, домашние 3D принтеры и так далее.

### Развитие трендов в трех горизонтах

**2020.** Продолжая тренд в будущее, мы ожидаем, что будут развиваться искусственные компоненты психики. Уже сегодня цифровая среда незаметно начинает играть роль внешней психики («экзокортекса», т.е. «внешней» коры мозга), забирая у людей ряд привычных функций. Самыми характерными из проявлений этого выступает «вынесенная память» в наших мобильных устройствах (когда не нужно помнить имена телефонов или адреса своих друзей, запоминать схемы и тезисы со встреч) или практически атрофированная способность к устному счету. Автоматизация и развитие систем искусственного интеллекта постепенно будут создавать возможности выносить вовне многие нагружающие человека рутинные действия.

Как следствие, мы можем в ближайшие 5-7 лет ожидать появления в цифровой среде субличностей (аватаров), действующих в интересах своего владельца в определенных ситуациях. В частности, аватар может выполнять роль персонального консьержа (оплачивать счета, подбирать отдых или развлечения, выступать в роли личного секретаря). Кроме того, аватар может поддерживать активность своего владельца в исследовательской работе (напр. отслеживание и обработка новостей), в социальных сетях (размещение и продвижение материалов о человеке) и др. Что существенно – аватар может «рождаться» не только через непосредственное обучение программы личным предпочтениям, но и как «слепок» деятельности человека – например, искусственный интеллект анализирует *определенную регулярно повторяемую деятельность*, а потом начинает на основе выявленных паттернов ее повторять.

Появляются системы “понимания языка животных”, основанные на анализе биоданных и поведения животных в открытых проектах. “Новые органы чувств”, доступные через телесные (накожные) электростимуляторы. Первые аватары телеприсутствия: антропоморфный робот плюс система управления и сенсорика обеспечивает “физическое присутствие” на расстоянии. Системы биологической обратной связи обеспечивают управление функциями тела. Новые датчики добавляют к классическому набору (электрофизиология) биохимию. Также появляются новые виды нейростимуляторов с программами временного увеличения скорости реакции, некоторых когнитивных функций.

<sup>100</sup> <http://www.nature.com/news/brain-blast-1.13220>

<sup>101</sup> <http://www.nature.com/nature/journal/v501/n7466/full/501167b.html>

**2030.** Нейростимуляторы высокого разрешения занимают нишу современных mind машин. С той разницей, что к этому времени завершены основные “мозговые” проекты, и в качестве базы при нейростимуляции используется много большее, чем просто результаты исследований о наведении ритма при помощи вспышек света и бинауральной звуковой стимуляции. К этому времени завершены программы “беззвучной коммуникации” DARPA и, вполне возможно, соответствующие продукты есть и на гражданском рынке. Системы ускоренного обучения, включая системы состояний сознания, связанных с ускоренным обучением, используются уже достаточно широко. Многие системы организма могут быть продублированы искусственно: иммунная система, периферическая нервная, поддержание состава крови и т.д. Этим занимаются облачные сервисы, работая с данными, получаемыми с носимых устройств. Персональные усилители, особенно мягкие, основанные на новых электроактивных полимерах, встраиваются в одежду не только пожилых людей, но и любого, кто готов за это заплатить. Бытовая 3D печать лекарств позволяет создавать индивидуальные лекарства, некоторые из которых являются усилителями функций человеческого тела или когнитивной сферы.

**2040.** Электронные решения уступают место гибридным, биоэлектронным и биотехнологическим. Когнитивные возможности могут быть усилены как функциями экзокортекса, доступными через стандартные интерфейсы, так и “коллективным разумом” – специальным коммуникационным протоколом совместного действия для решения проблемы. Эти функции также могут быть использованы для творческого развития.

### **2.3.3.5 Сутевые тренды: рост спроса на целостность**

Под этим мы понимаем тенденцию к появлению интегральных моделей, непротиворечиво описывающих разные сферы жизнедеятельности человека. Это и проникновение терапевтических форматов в образование, и движение в сторону целостности в технически-опосредованной коммуникации. Собственно, появление неосознанного контента в коммуникациях, использование отдельных режимов измененного состояния сознания (ИСС), появление невербальной и эмоциональной информации – все это примеры того, что модель субъекта коммуникации меняется, и он становится все более целостным.

С развитием технологий биологической обратной связи, устройства, отслеживающие физическое состояние человека, типа FitBit и Jawbone, смогут отслеживать биофизические и психологические параметры человека и давать рекомендации для повышения эффективности обучения, в том числе, как улучшить концентрацию внимания, память и наилучшим образом использовать свои ресурсы во время обучения.

Примером такого устройства сегодня может быть обруч Melon. В его функции входит считывание волн мозговой активности префронтальной коры (что-то подобное есть в наголовнике для сна Zeo и NeuroSky Mindwave<sup>102</sup>). Благодаря обручу пользователь получает данные ЭЭГ, которые относятся к его сну, вниманию, медитации и релаксации. Задав тип активности, приложение посоветует, например, дышать глубже, так как это помогает решению задачи. Также оно скажет, какие типы деятельности улучшают сфокусированность на задаче.

В дальнейшем такие устройства смогут помогать пользователю подбирать из баз данных индивидуальные образовательные траектории, основываясь на полученных психофизических данных и предпочтениях пользователя, а также благодаря привязке к социальным сетям и другим отслеживаемым базам данных. Более того, данные устройства смогут постоянно корректировать индивидуальную траекторию, подсказывая, что необходимо отдохнуть или заняться каким-либо другим делом.

### **Развитие тренда в трех горизонтах**

**2020.** Образование на полном жизненном цикле включает практики осмысления жизни как целого, кризисов и периодов перехода, включая последние. Образование, объединяя всю жизнь, работает на

---

<sup>102</sup> neurosky.com/

придание ей целостности. Качество жизни, следующее из нахождения в наиболее подходящих моменту состояниях, равно как и возможность саморегуляции, является одним из важных факторов, интегрирующих психику.

Системы мониторинга в виде носимых устройств и данных умной инфраструктуры могут быть использованы в психотерапии, групповой работе и новых интегрирующих практиках. Линия, связанная с профессиональным и жизненным самоопределением, с инструментами выбора индивидуальных образовательных и профессиональных траекторий, помогает поддерживать цельность образа себя и цельность жизненного пути. Игрофикация множества деятельностей поддерживает уровень мотивации.

**2030.** Системы обмена лучшими жизненными практиками, являющиеся частью “сети сетей сообществ”, работают на более полную и интегрированную жизнь. Системы мониторинга и далее обмена эмоциональными состояниями являются незаменимыми инструментами как для индивидуальной, так и групповой психотерапевтической работы. Профессиональная сфера является неотъемлемой частью жизни, профессиональные практики организованы так, чтобы приносить осмысленность в жизнь человека.

**2040.** Нейронет, являющийся идеальным интернетом, как его представляли себе его отцы, является пространством открытой тотальной коммуникации, в результате которой постоянно рождается что-то новое для каждого из участников этого со-действия. Система коммуникации работает для разрешения конфликтов в малых и больших группах, на уровне отдельного человека, его психических структур.

## 3 Ключевые игроки

### 3.1 Разработки по трендам

В предыдущем разделе мы подробно описали тренды, разворачивающиеся в сфере нейроэлектроники и нейрокоммуникаций. Отметим, и это следует из изложенного выше, что данные тренды не одинаковы по своей мощи, темпу развития и охвату явлений. Каждый тренд включает в себя как проекты в стадии реализации, так и те, что находятся в стадии прикладных и фундаментальных исследований. Ниже мы вкратце рассмотрим, как научные разработки распределены по каждому из кустов трендов.

Раздел дополняет Приложение В к докладу. В нем перечислен ряд ученых и научных групп, ведущих исследования в области нейроэлектроники и НКТ. Список не является сколько-нибудь полным, но помогает получить общее представление о характере развития НКТ на ближайшие годы.

**Технические тренды.** Уже сейчас проекты, связанные с разработкой роботизированных протезов, экзоскелетов (включая нательные вспомогательные устройства) становятся обычным направлением деятельности лабораторий. Из переднего края науки они перемещаются в мейнстрим; то же происходит в области разработки сенсоров и датчиков, облегчающих роботам навигацию в пространстве. Идет поиск новых решений в биомехатронике: в MIT исследуют биомеханику разных типов тканей, в университете Твенте запущен консорциум по созданию «нервно-мышечного» интерфейса для взаимодействия человека и экзоскелета. В эту же группу исследований следует включить биомиметику – ученые программируют рои роботов, действующих по моделям, «снятым» с пчёл; создают роботов по «моделям» змей, дождевых червей, рыб (напр., см. в лаборатории биоробототехники берлинского Free University).

Разработка нейроинтерфейсов выходит на уровень рыночных продуктов. Один из них – Emotiv EPOC+/EPOC/Insight, реализованный через ЭЭГ (14-5 электродов). Интерфейс оснащен магнетометрами, акселерометрами и гироскопами для точного отображения положения головы пользователя. Выявляет выражение лица, мимику. Позволяет проводить нейроисследования, работать с БОС, осуществлять сложное управление (например, контроль дронов ARDrone2 или управление в компьютерной игре). В 2015 году запланирован выход на рынок NEO Neurophone, устройства для стимуляции мозга с целью усиления когнитивных способностей, успокоения, фокусировки, повышения внимания. А интерфейс Muse: The Brain Sensing Headband уже можно купить. Это 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. В целом, в ближайшие годы можно ожидать бурного роста предложений разных типов нейроинтерфейсов по доступной цене, которые будут востребованы в сфере развлечения и образования в широком смысле (включая обучение продуктивным состоянием психики).

В области интеллектуальных систем Wolfram Alfa, развиваясь, уже является рабочим инструментом и позволяет оперировать вопросами и ответами на естественном языке. Она работает на синтезе базы знаний, набора вычислительных алгоритмов и системы обработки естественного языка. Отметим также АВВУ Compreno – систему понимания, анализа, перевода текстов на естественных языках; центральным ядром этой технологии служит иерархия универсальных семантических значений и отношений между ними. Еще одна когнитивная система, способная отвечать на вопросы в естественном языке – IBM Watson – оперирует экспертной базой знаний (т.е. полагается на большие данные). Все подобные исследования ведут к возможности автоматического выделения смыслов и оперирования ими как при взаимодействии с человеком, так и в ходе выполнения задач компьютерными системами.

Большие данные – одна из наиболее горячих областей исследований во всем мире, включая Россию. Компания Dell совместно с Институтом системного программирования РАН (Россия) и при содействии компании ComPTek открыли Big Data Open Lab – центр продвижения и развития технологий анализа сверхбольших данных в интересах российских организаций. Это открытая площадка для тестирования

новых решений и запуска пилотных проектов. Организации, деятельность которых связана с большими объемами информации – нефтегазодобывающие компании, банки, медицинские и образовательные учреждения, проектные и строительные организации, промышленные предприятия – с помощью Big Data Open Lab смогут получить экспертную оценку эффективности применения технологий. В рамках Yandex Data Factory анонсировано создание типового предложения услуг по обработке BigData пользователей (выход на рынок запланирован на 2015 год).

Имея также в виду глобальные мегапроекты по изучению мозга, такие как BRAIN Initiative (США) и Human Brain Project (ЕС), а также целый ряд менее масштабных инициатив (например, Human Connectome Project, проекты DARPA), можно видеть, что исследовательская активность в области технических трендов чрезвычайно высока. Она и разнообразна: охватывает всю цепочку знаний и технологий, необходимых для реализации нейронета – от изучения детальной структуры мозга до создания интерфейсов, технологий стимуляции и программ обработки данных. Часть исследований практически уже достигли стадии продукта, часть – приближаются к этому; значительная доля усилий сосредоточена на целях, путь достижения которых в общих чертах понятен (мягкие биосовместимые электроды, одновременная регистрация активности миллиона клеток и пр.) и ожидается в ближайшие 5-10 лет. Некоторые идеи, вроде «нанороботов, действующих в живом мозге», пока выглядят экзотикой, но и они уже обрастают конкретными, научно обоснованными предложениями.

**Социотехнические тренды.** Развитию культуры кооперации, технологий коллективного взаимодействия способствует современная наука как таковая – многие проекты объединяют специалистов из разных лабораторий и из разных стран. В международных проектах, таких как HBP, ITER, LHC отрабатываются и проходят проверку практики взаимодействия больших распределенных коллективов, вовлеченных в решение сложнейших задач. Там же неизбежно возникает необходимость в управлении рисками сложных систем в реальном времени. Можно ожидать, что такой запрос (и не только в научной области) будет обслуживаться когнитивными сервисами вроде Watson Analytics. Представленный IBM сервис предлагает полный спектр инструментов аналитики, позволяя собирать информацию и готовить отчеты в сложных форматах для последующего анализа и визуализации, а также принятия решений и взаимодействия.

Параллельно меганауке развиваются научные проекты, строящиеся на массовом участии людей: таков проект EyeWire по исследованию сетчатки глаза человека силами добровольцев. Это игра, в которой уже приняло участие более 16000 человек из 145 стран мира. Как «побочный» результат игровых действий людей ученые получают данные, позволяющие построить 3D коннектом (связи клеток) сетчатки. Такая форма коллективных массовых исследований будет развиваться (упомянем также игру Fold.it по сворачиванию белка, разработанную в Вашингтонском университете), поскольку сетевые технологии позволяют дешево и быстро получить доступ к интеллектуальному ресурсу пользователей.

Тему игр продолжает самообучающаяся система искусственного интеллекта Cognition Engine, предназначенная для использования в распределенных сетях. В ней используются принципы вероятностной логики, технологии Meta-optimizing semantic evolutionary search (MOSES) и Probabilistic Logic Network. Управляемые системой «гуманоиды» уже обитают в 3D-мире виртуальной реальности AGISim (Artificial General Intelligence Sim), специально созданном для изучения искусственного интеллекта. Скоро Cognition Engine появится в Second Life и других 3D- и 2D-виртуальных мирах и онлайн-многопользовательских ролевых играх. Технологии данного типа питают тренд на управление коллективными состояниями групп и коллективов. В сочетании с биологической обратной связью они могут быть использованы для работы в сети, в группах, со сложными устройствами, включая создание продуктивных измененных состояний сознания (ИСС) у участников групп.

Заметим, что выход на рынок трекеров активности, электронных браслетов и прочих биометрических устройств не только ускоряет тренд развития нейроэлектроники из технического куста. Гораздо важнее, что такие устройства собирают большие данные и тем самым добывают сырье для постройки персональных моделей человеческого поведения. Накопление статистики (поведения пользователей) во все возрастающих объемах приведет к расцвету таких направлений как нейромаркетинг, индивидуальные игры, индивидуализированное образование и тому подобных. Соответственно, прикладные научные

разработки в области биометрии и обработки больших данных, воздействуя на технический куст трендов, следом неизбежно толкают развитие трендов из социотехнического куста.

**Пользовательские тренды.** Все исследования и разработки, связанные с использованием технологий дополненной и виртуальной реальности, играют на развитие данного куста трендов. Устройства вроде Google glass или OculusRift можно рассматривать в качестве первых прототипов будущих инструментов взаимодействия человека с цифровым миром. Сегодня они уже позволяют создавать пользовательские продукты. Например, в начале 2015 года российский разработчик игр компания Nival представила образовательный проект InMind, основанный на технологии виртуальной реальности. Используя шлем OculusRift, пользователь может путешествовать внутри мозга пациента, наблюдать связи нейронов и вести поиск пораженных клеток.

На данном этапе задача прикладных исследований этой области – добиваться все более насыщенного, более реалистичного восприятия виртуальной среды. Миниатюризация компонентов, повышение их вычислительной мощности, улучшение качества изображения и звука – каждое продвижение в этих направлениях открывает новые возможности гибридизации реальности. Технологии данного типа могут быть усилены разработками в области биологической обратной связи: подключение БОС к устройству виртуальной реальности усиливает погружение пользователя в искусственную цифровую среду.

Интересно, что сфера образования – одна из тех областей, где драйв на применение технологий виртуальной реальности выражен наиболее явно. Помимо упомянутого InMind отметим Lifelike – совместный проект Университета Центральной Флориды и Университета штата Иллинойс в Чикаго. Проект представляет собой одну из самых интересных попыток виртуального «продления» жизни. Его герой — доктор Алекс Шварцкопф, авторитетный ученый, сотрудник Национального научного фонда США, ныне на заслуженном отдыхе. В ходе проекта создается виртуальный двойник ученого, который сохранит для молодых поколений не только научный и интеллектуальный опыт Шварцкопфа, но также и его внешность, мимику, голос, манеру общаться.

Исследования в области обработки и анализа больших данных, создания и массового производства микродатчиков и сенсоров, а также программ управления сложными системами играют важную роль в развитии умных сред. В качестве уже разработанных продуктов можно отметить как носимые электронные устройства, так и, например, гугломобиль от компании Google, который способен ездить по городу без водителя. Насыщение среды объектами, собирающими и отправляющими информацию, усиливает востребованность исследований в области управления сложными системами, BigLiveData и инструментов интуитивного общения с техносредой.

Параллельно из научного фронта в мейнстрим переходят исследования по нейропротезированию, разработке нейроимплантов, усилителей возможностей тела, отдельных органов и психики. Электроцветические технологии – один из потенциальных лидеров по интенсивности развития в медицине на ближайшее десятилетие. Как и в техническом кусте трендов, передовые исследования в области изучения мозга, запланированные также на десятилетие вперед, обеспечивают стремительное развертывание пользовательских трендов – так как насыщают общество новыми данными и новыми технологиями отслеживания активности нервной системы. Это позволит в реальном времени получать подробные *индивидуальные* карты деятельности мозга и корректировать его активность более прицельным и тонким образом, обеспечивая персональную настройку на каждого пользователя.

## 3.2 Меры поддержки и ситуация в РФ

### 3.2.1 Формы поддержки исследований

В развитых странах поддержка исследовательской деятельности принимает различные формы, обеспечивая созревание и реализацию идей от их появления до выхода продукта на рынок. Визионеры востребованы и имеют возможность участвовать в программах DARPA, подключаться к работе центров анализа форсайтов, вести дискуссии на таких площадках как The Edge. Стадию RnD поддерживают акселераторы, технопарки, государственные и частные фонды. Мегапроекты – американский BRAIN и

европейский НВР – охватывают сотни лабораторий, а их финансирование складывается из десятков источников.

В Евросоюзе в рамках 7ой рамочной программы работает проект BNCI Norizon 2020 (brain/neuronal computer interaction), задачи которого – организовывать и поддерживать процесс взаимодействия и коммуникации между стейкхолдерами в области интерфейсов человек-компьютер. Проект заменил собой первую координационную программу Еврокомиссии “Future BNCI” (2010-2011) по развитию данного направления. В проект BNCI Horizon 2020 вовлечены три индустриальных партнёра, восемь главных европейских исследовательских центров по теме BCI и две пользовательские организации.

Неизменным успехом в мире пользуется такая форма инфраструктурной поддержки, как тематические конкурсы. Фонд Qualcomm Tricorder X учредил приз в \$10 млн. за разработку универсального диагностического устройства на базе диагностики жизненных показателей. В РФ отсутствуют тематические конкурсы такого масштаба.

Важным источником поддержки проектов в области НКТ являются и краудсорсинговые платформы (напр. Kikstarter), где средства на реализацию идеи или разработки собираются с заинтересованных пользователей заранее в обмен на различные поощрения после запуска проекта. Такие платформы – популярное средство запуска проектов в области нейротехнологий. Например, нейроинтерфейс EMOTIV Insight собрал на платформе Kikstarter \$1,643,117 из необходимых \$100,000 для запуска проекта. В России такой способ финансирования не пользуется вниманием, нет традиций и навыков выхода на такие платформы.

Запрос со стороны индустрии, прежде всего игровой, медицинской, военной и образовательной, исчисляется многими миллиардами долларов. Эти четыре сферы образуют очень емкий рынок, способный «переварить» значительную долю результатов исследовательской работы.

В этом смысле для российских исследователей потенциально открыт весь мир с его громадным рынком. Однако для прорывных исследований, помимо запроса, требуется сочетание передовой материально-технической базы (новейшие приборы, материалы, вычислительные мощности) и критической массы высококлассных специалистов. Последние не возникнут в слабо оснащенной лаборатории – просто в силу отсутствия практики решения задач мирового уровня. Необходимо также качественное образование, предполагающее как преподавание фундаментальных теорий, так и развитие навыков работы с новейшими технологиями, в современных форматах и пр.

### 3.2.2 Уровни поддержки исследований

Сегодня рядом развитых стран запущены долгосрочные мегапроекты по изучению нервной системы и, главное, мозга человека. В России такой проект отсутствует и в аналогичном виде состояться вряд ли может. Текущие возможности РФ (относительно кадров, инфраструктуры, технологий) позволяют запустить только специализированный, не интегральный проект средней мощности.

#### *Соединенные Штаты*

Являются лидерами в области нейронаук. В США запущен проект по изучению мозга **BRAIN**, который поддерживается администрацией президента, Национальными Институтами Здоровья, и затраты которого составят 300-400 млн. долларов ежегодно в период 2016-2025 гг. В исследовании задействованы ведущие научно-исследовательские лаборатории США, также в проекте участвуют такие крупные компании, как IBM и Google. Проект направлен на комплексное изучение структуры и функциональной активности мозга. Со стороны государства проект ведут: NIH National Institute of Health, DARPA, FDA, IARPA Intelligence Advanced Research Projects Activity, NSF National Science Foundation.

На данный момент исследования в области нейронаук в США входят в число приоритетных: так, за 2011 финансовый год Национальный институт здоровья NIH США профинансировал по направлению “neuroscience” 16,472 грантов для 893 организаций на общую сумму \$5.55 млрд.

Наряду с этим в Соединенных Штатах действуют несколько федеральных проектов, из которых выделим **Human Connectom Project** общим бюджетом в 30 млн. долларов, финансируемый NIH. Проект начат в 2009 году и завершится в 2015. Его задача – построение карты связей нейронов мозга человека.

Заметную роль в данной области берет на себя оборонное министерство США, в частности, через Агентство передовых исследований DARPA. Открытый Агентством в 2014 году новый отдел биологических технологий будет вести значительную, если не большую часть своих проектов именно в области нейротехнологий.

### ***Европа***

Европейский Союз запустил собственный мегапроект по изучению мозга – **НВР**, который направлен на создание полноценной модели человеческого мозга на суперкомпьютере. В этом проекте участвует 120 команд со всего мира, оценка затрат составляет 1,2 миллиарда Евро. Проект НВР входит в рамочную программу Евросоюза (2014-2020г), которая финансирует развитие исследований и инноваций и на которую выделено 80 миллиардов евро в ближайшие 7 лет (FET flagship programme). При этом в данные проекты вкладываются также и частные фонды и компании.

### ***Азия***

Крупными исследовательскими проектами в Азии являются China Brain Project и Japan **Brain/MINDS Project** – проекты федерального уровня, куда входят ведущие лаборатории своего государства. Срок реализации проектов 5 и 10 лет.

### ***Частные компании***

Огромную роль играют большие компании, как Google, которая не только сотрудничает с крупными проектами (участвует в проекте BRAIN), но и имеет собственные научно-исследовательские подразделения – Google X-Lab. Аналогично такие компании как IBM, Microsoft тесно сотрудничают с государственными программами, например, в проекте SYNAPSE по созданию интеллектуальных компьютеров совместно с DARPA (бюджет на 5 лет \$106 млн).

### ***Россия***

Фундаментальные исследования, которые в первую очередь лежат в основе развития научно-технического и технологического прогресса, носят некоммерческий характер. Главным источником их финансирования служат бюджетные ассигнования, в рамках которых различаются: целевое бюджетное финансирование научных организаций, специализирующихся на фундаментальных исследованиях (академические институты, государственные научные центры, вузы) и конкурсная поддержка наиболее перспективных и важных инициативных проектов путем предоставления субсидий и грантов научным коллективам и отдельным ученым. Для сравнения, в 2014 году в области нейронаук от РНФ (Российский Научный Фонд) было поддержано два гранта общей стоимостью 10-25 млн. рублей в год в течение 3 лет.

Неспецифичная поддержка исследованиям в РФ оказывается институтами развития. Однако больших специальных инфраструктурных проектов нет, помимо международных (например, OpenWorm, где часть команды из России). Ведущий профильный НИИ – нейрокибернетики им. А.Б. Когана Южного федерального университета находится в процессе ликвидации.

В целом приходится признать, что мощность инфраструктурной поддержки, инвестиций в стратегии и исследования в Российской Федерации и странах-конкурентах несравнима. Несравнима также научно-исследовательская база в области нейротехнологий.

## **Отставание отечественных исследований.**

Существует заметный разрыв в уровне исследований, проводимых в России и за рубежом. В России проблему решают, т.н. “зеркальные лаборатории” – лаборатории, образованные в партнерстве с зарубежными научными группами, которые уже проводят исследования в научных или научно-образовательных центрах за границей. В случае таких совместных проектов в российские лаборатории закупается такое же оборудование, как и в зарубежной лаборатории, что позволяет в короткие сроки развернуть исследования. Однако большая проблема – нехватка квалифицированных кадров, которые могли бы работать на высокотехнологичном оборудовании. Частично эта проблема решается за счет сетевых аспирантур по нейронаукам (пример – проект Бион).

В целом отечественные исследователи слабо включены в мировую науку, отстают в применении новейших методов, часто не обладают навыками эффективного представления своих результатов и остаются вне внимания мирового научного сообщества. Это затрудняет коллаборацию и обмен опытом с передовыми лабораториями мира. Конкуренция на основных магистральных направлениях в области нейротехнологий невозможна. В то же время российская наука пока еще сохраняет некоторый потенциал для включения в пока не занятые ниши отрасли нейроэлектроники и НКТ за счет отдельных лабораторий, поддерживающих исследования на высоком уровне.

По нашим оценкам, в Российской Федерации существует более 60 профильных тематических исследовательских лабораторий. Порядка пяти лабораторий – высокого международного уровня, которые являются активными участниками международной кооперации в области нейронаучных исследований.

## **Плохо развита система интеграционных площадок по запуску проектов.**

Согласно аналитическим данным, представленным Министерством образования и науки, ассигнования из федерального бюджета Российской Федерации на фундаментальные исследования составили 91,7 млрд. рублей, или около 0,8% федерального бюджета, в 2012 г. произошло снижение этой суммы до 85,97 млрд. рублей, или 0,6% федерального бюджета. В целом в структуре ассигнований на гражданскую науку из средств федерального бюджета доля расходов на фундаментальные исследования постоянно сокращается. В 2008 г. этот показатель составлял 51,3%, в 2009 г. – 47,9%, в 2010 г. – 44,7%, в 2011 г. – 35,6%, в 2012 г. – 34,3%. Фактически государство в условиях индифферентности бизнеса все больше сосредотачивается на финансировании прикладных исследований и разработок в ущерб реализации своих прямых обязанностей – поддержке фундаментальной науки.

По общим масштабам финансирования исследований и разработок (в расчете по паритету покупательной способности национальных валют) Россия в настоящее время занимает девятое место в мире, уступая США, Китаю, Японии, Германии, Республике Корея, Франции и Великобритании, Индии. Доля внутренних затрат на исследования и разработки в валовом внутреннем продукте (ВВП) России, хотя и возросла в 2009 г. – 1,25%, остается достаточно низкой, не достигнув уровня 2003 г. – 1,29%. В 2011 г. произошло снижение этого показателя до 1,09%, в 2012 г. – рост показателя до 1,12%. По соотношению затрат на науку с ВВП Россия существенно отстает от ведущих стран мира. Для сравнения: в Израиле – 4,38%, Финляндии – 3,78%, Корею – 4,03%, Швеции – 3,37%, Японии – 3,39%, США – 2,77%, Китае – ,84%. По данному показателю Россия находится на 31-м месте.

Так, по материалам Республиканского исследовательского научно-консультационного центра экспертизы, на 2012 год на фундаментальные исследования в области естественных наук было затрачено 62 038 млн. рублей, 32 656 млн. рублей на прикладные исследования и 24 249 млн. рублей на разработки.

**Внутренние текущие затраты на исследования и разработки по видам работ и областям науки (в миллионах рублей).<sup>103</sup>**

	Всего	Естественные науки	Технические науки	Медицинские науки	Сельскохозяйственные науки	Общественные науки	Гуманитарные науки
2011							
<b>Внутренние текущие затраты</b>	<b>568386,7</b>	<b>107163,6</b>	<b>406785,7</b>	<b>18745,8</b>	<b>10455,8</b>	<b>17007,8</b>	<b>8228,2</b>
Фундаментальные исследования	106924,0	58539,6	22922,7	7245,8	5283,0	6330,8	6602,1
Прикладные исследования	113096,8	32019,1	58033,8	9856,1	3396,1	8564,2	1227,6
Разработки	348366,0	16604,9	325829,1	1643,9	1776,7	2112,8	398,5
2012							
<b>Внутренние текущие затраты</b>	<b>655061,7</b>	<b>118944,1</b>	<b>476478,4</b>	<b>20242,8</b>	<b>10855,5</b>	<b>18732</b>	<b>9808,3</b>
Фундаментальные исследования	108160,9	62038,3	20496,2	7623,7	4587,4	6563,3	6852,0
Прикладные исследования	129304,4	32656,5	69302,2	10852,7	4503,9	9824,2	2164,9
Разработки	417596,4	24249,3	386679,9	1766,4	1764,1	2345,2	791,4

**Организации, выполняющие исследования и разработки по видам экономической деятельности.** (тот же источник)

	Число организаций					В процентах к итогу				
	2005	2007	2010	2011	2012	2005	2007	2010	2011	2012
Всего	3566	3957	3492	3682	3566	100	100	100	100	100
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	24	41	35	34	31	0,7	1,0	1,0	0,9	0,9
Промышленное производство	249	311	278	320	326	7,0	7,9	8,0	8,7	9,2
Обрабатывающие производства	241	304	276	317	323	6,8	7,7	7,9	8,6	9,2
Научные исследования и разработки	2628	2702	2331	2398	2257	73,7	68,3	66,8	65,1	63,3
Предоставление прочих видов услуг	117	121	95	93	88	3,3	3,1	2,7	2,5	2,5
Образование	428	544	549	620	632	12,0	13,7	15,7	16,8	17,7
Деятельность по организации отдыха и развлечений, культуры и спорта	90	146	140	143	139	2,5	3,7	4,0	3,9	3,9
Другие виды экономической деятельности	30	92	64	74	91	0,8	2,3	1,8	2,0	2,6

<sup>103</sup> По материалам ФГБУН НИИ Республиканского исследовательского научно-консультационного центра экспертизы «Наука России в цифрах 2013» (Москва.2013)

### **3.2.3 Точки роста в России**

Наиболее активно развивающиеся направления в рамках нейронета в России – это направления в области разработки искусственного интеллекта и работы с большими данными, семантизации данных, обработка массивов биоданных. Они хорошо представлены в ряде лабораторий, а также поддерживаются крупными компаниями (упоминавшиеся выше YandexFactoryLab, Big Data Open Lab). Фундаментальные исследования в области нейронаук в РФ развиты слабо, хотя проводятся исследования по изучению работы мозга, исследованию закономерностей заболевания мозга, единичные работы в области оптогенетики, единичные работы в области нейропротезирования.

Ниже приведены некоторые (перечень неполный) российские лаборатории, поддерживающие мировой уровень исследовательской работы. Эти и ряд других лабораторий сравнимого уровня представляют собой резерв, на который можно опереться при участии РФ в развертывании индустрии нейроэлектроники и нейрокоммуникаций.

#### ***ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород***

Нейроцентр в Нижнем Новгороде совместно с лабораторией «Нейроиммитирующих информационных систем и нейродинамики» ННГУ (Казанцев Виктор Борисович) проводят исследования сетевой пластичности и сетевых механизмов памяти в модели диссоциированных культур гиппокампа на мультиэлектродных зондах. В отдельное направление выделен проект «Нейроанимат», связанный с обучением нейроморфных систем из культуры нейронов («мозг в пробирке»), подключаемых к роботу. Проект нижегородцев «Внеклеточный матрикс мозга» стал одним из победителей первой волны конкурса мегагрантов (150 млн. рублей на три года) и привлек специалиста высокого уровня из Итальянского института технологий (Генуя, Италия).

#### ***Курчатовский комплекс НБИКС-технологий (НБИКС-центр), Москва***

В рамках Программы совместной деятельности проводит исследования в области нано-, био-, информационных, когнитивных, социогуманитарных наук и технологий. Отдел нейронаук НБИКС-центра (Анохин Константин Владимирович) ведет исследования механизмов адаптивной пластичности мозга, разработку методов визуализации клеток, вовлекающихся в когнитивные процессы. Основным направлением научной работы Лаборатории нейроинтеллекта и нейроморфных систем (Бурцев Михаил Сергеевич) является исследование алгоритмов переработки информации, обучения, памяти и управления поведением в естественных, искусственных и гибридных нейронных системах. Цель исследований связана с развитием перспективных подходов в области искусственного интеллекта (ИИ). Лаборатория ведет проект изучения нейроморфных систем, сходный с «Нейроаниматом» из Нижнего Новгорода.

#### ***МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва***

В лаборатории нейрофизиологии и нейро-компьютерных интерфейсов (Каплан Александр Яковлевич) ведутся работы по созданию интеллектуальных ИМК нового поколения, способных самонастраиваться на индивидуальные особенности электрической активности мозга человека и автоматически адаптировать свою структуру к реальным возможностям конкретного пользователя, облегчая и ускоряя его обучение владению искусством мысленного управления внешними объектами. На основе неинвазивного интеллектуального интерфейса «мозг-компьютер» создаются развивающие игры и тренажеры. Работы финансируются грантами РФФИ, РФФИ, Сколковского института.

#### ***НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, Ростов-на-Дону (Кирой Валерий Николаевич)***

Проводит исследования полного бионического цикла – от изучения молекулярно-генетических и клеточных механизмов мозга до моделирования перцептивных и когнитивных процессов, и далее создания устройств. Институт осуществляет разработки в области технического зрения и робототехники, биометрии, интеллектуальных интерфейсов для адаптивной физиотерапии и управления функциональным состоянием мозга, немедикаментозного лечения депрессивных расстройств и др. На основе интерфейсов разработана система управления инвалидной коляской. В 2014 году НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана провел I открытое соревнование по управлению нейрокомпьютерным интерфейсом KRINC BRAIN-COMPUTER INTERFACE – 2014.

***Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва***

Лаборатория математической нейробиологии обучения (Фролов Александр Алексеевич) разрабатывает систему классификации паттернов электроэнцефалограммы, большую специализированную базу данных, связанную с ЭЭГ-паттернами, которые соответствуют представлению образов в восприятии человека. Такая система позволит создать интерфейс мозг-компьютер, в том числе для использования в реабилитации больных после различных травм и заболеваний.

***Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург***

Международная лаборатория «Нейрофизиология виртуальной реальности» (Шелепин Юрий Евгеньевич) проводит исследования по таким направлениям как физиологическая оптика, когнитивные и биоинформационные технологии, обработка изображений. Целью исследований является решение фундаментальных проблем нейрофизиологии, связанных с деятельностью сенсорных систем по обеспечению адаптивного поведения человека в условиях виртуальной реальности. Проводятся исследования взаимодействия зрительной коры с другими отделами мозга. Коллектив лаборатории формируется на базе сотрудников Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, Университета ИТМО и Миддлсекского Университета Лондона.

## 4 Проект нейронета — сборочный образ проекта в контексте будущего

### 4.1 Нейронет как целое

**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.

Это глобальная сеть коммуникации, где в каждый момент времени каждое высказывание или действие сопровождается контекстом данных о субъекте и объекте высказывания (действия). То есть по каналу связи, помимо сообщения, передаются данные о субъективных позициях, пакетах норм, ценностях передающего и принимающего. Также нейронет подразумевает схему 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 встречаются разные субъекты: люди, коллективы, искусственные автономные агенты и т.д.

С точки зрения схемы это требует наличия в реализованном состоянии следующих элементов:

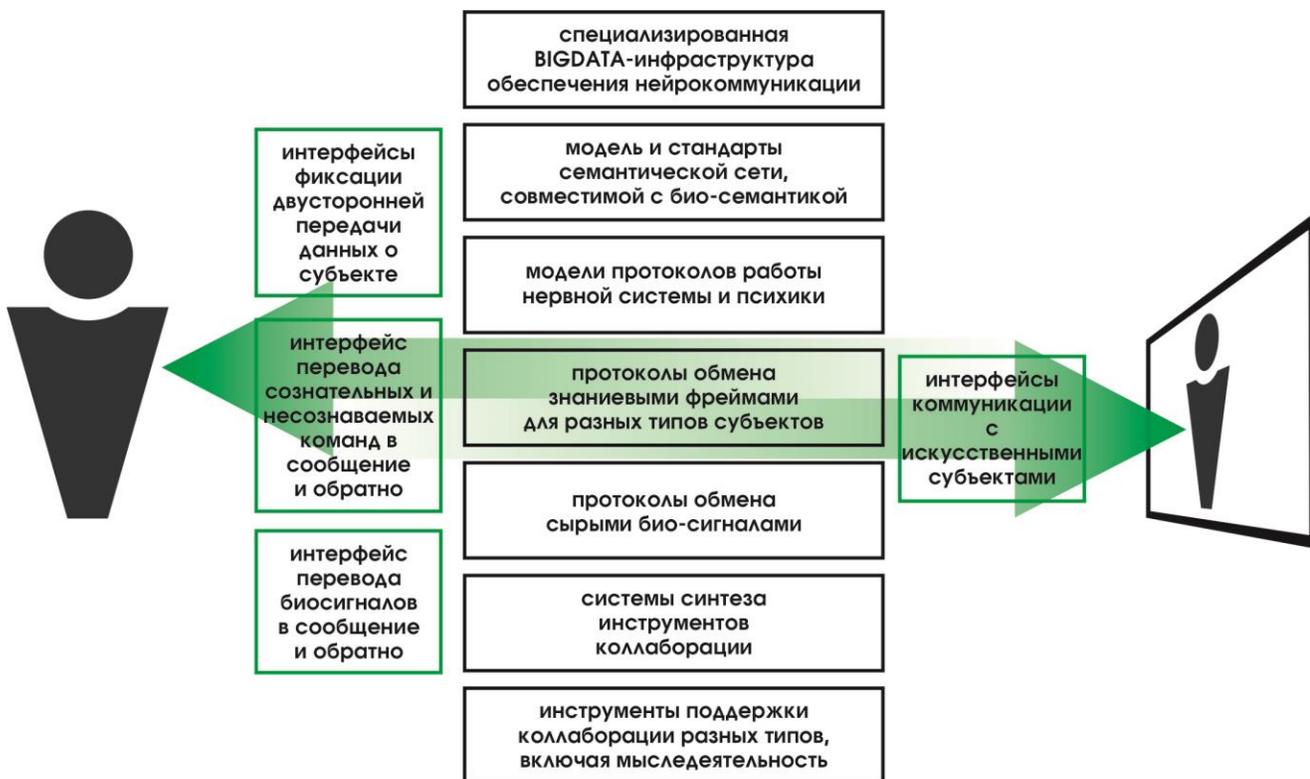


Соответственно:

1. В акте коммуникации должен присутствовать полный пакет данных о субъекте и объекте высказывания (действия)
2. Необходима организационная схема коммуникации и совместной деятельности, обеспечивающая результативность взаимодействия.

**Технически** нейронет – это технический пакет, обеспечивающий связность человеческих разумов и искусственных агентов при помощи протоколов передачи, обмена и синтеза знаний. Причем, знания могут задаваться субъективным контекстом деятельности или быть вовсе неявными.

С точки зрения схемы это требует наличия в реализованном состоянии следующих элементов:

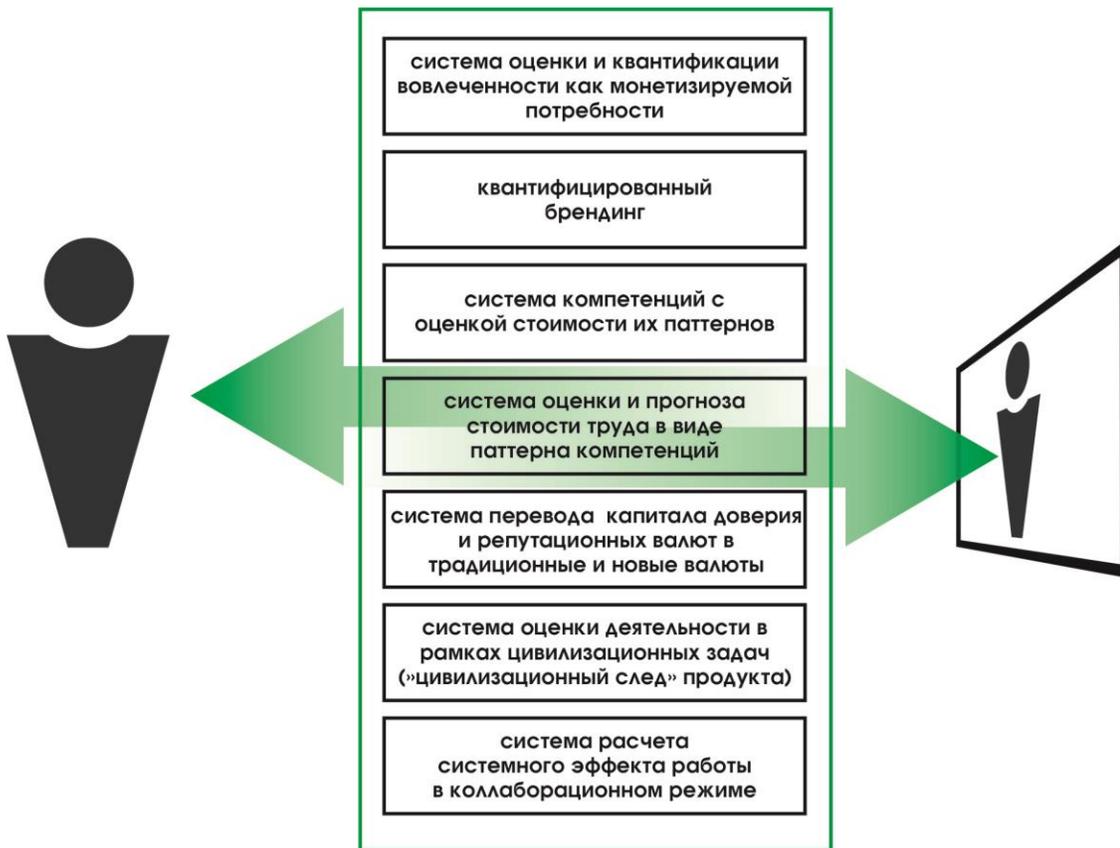


Соответственно, потребуются:

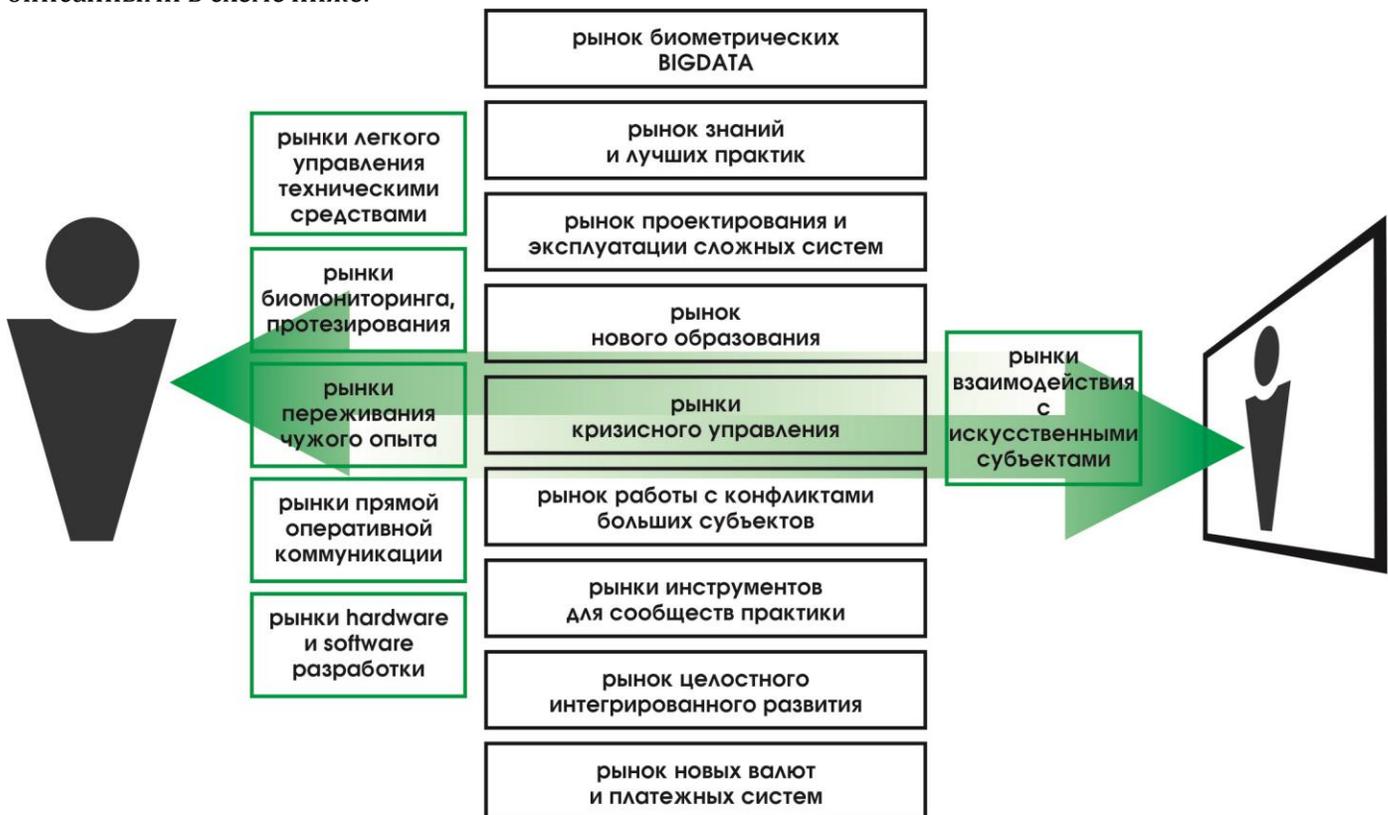
1. Интерфейсы, обеспечивающие коммуникацию вместе с передачей полного пакета данных о субъекте и объекте высказывания (действия).
2. Интерфейсы, обеспечивающие прием и передачу содержания сообщения, относящегося к деятельности.
3. Интерфейсы, обеспечивающие представленность в акте коммуникации полного пакета данных о нечеловеческих субъектах (искусственные автономные агенты, сложные искусственные системы с субъективностью, коллективные гибридные субъекты, живые системы разных типов).
4. Протоколы сети, обеспечивающие коммуникацию в совместной деятельности, локализованные на необходимом уровне стека протоколов (от физического-транспортного до уровня приложений).

Нейронет с точки зрения **предпринимательской** позиции — это система, обеспечивающая высоко маржинальную и 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 схемы это требует наличия в реализованном состоянии следующих элементов:



Наличие описанных выше экономических инструментов позволит эффективно работать с рынками, описанными в схеме ниже:



Соответственно, для полноценной сборки нейронета потребуются следующие экономические инструменты:

1. Система монетизации и квантификации социальной вовлеченности
  - a. Система детальной оценки социального эффекта бренда продукта, команды, техники и т.д.
  - b. Система оценки стоимости индивидуального или коллективного паттерна компетенций и добавленной стоимости для разного типа деятельностей в привязке к семантике коллективной деятельности (например, диапазон доступных субъекту позиций и компетенции работы из них в различных коллективных форматах)
2. Система репутационных валют
  - a. Система репутационных и социальных валют
  - b. Система перевода между валютами разного типа
3. Система оценки стоимости деятельности в рамках цивилизационных задач (“цивилизационный след проекта”)
4. Система оценки системного эффекта и добавочной стоимости работы субъектов в различных коллаборационных режимах

## 4.2 Этапы сборки Нейронета

Тренды, проанализированные в разделе 2, являются движущими силами, указывающими на появление именно такого, описанного выше, обобщенного образа нейронета в горизонте 2040 года. Так как этот образ требует одновременного присутствия всех элементов всех трех технологических пакетов, а тренды развиваются крайне неравномерно, можно говорить о промежуточных сборках нейронета. Каждая из них соответствует системным эффектам от реализации некоторых элементов технологического пакета внутри одного куста трендов или в меж-трендовом пространстве.

Эта логика позволяет обосновано выделить несколько этапов “пред-нейронет” — сборок.

1. **Первый этап (2015-2020)**  
Этап неравномерного проявления отдельных эффектов и технологий, но с началом сборок и инсайтов основных субъектов поля.
2. **Второй этап (2020-2030)**  
Этап параллельного и, вероятно, не связанного друг с другом проявления двух прототипов нейронета.
3. **Третий этап (2030-2040)**  
Полноценная реализация локальных прототипов нейронета в статусе очагов, привязанных к отраслям или отдельным типам деятельности.
4. **Четвертый этап (2040 +)**  
Распространение нейронета из очагов его использования и превращение в массовый инструмент и цивилизационную инфраструктуру.

## 4.3 Основные этапы эволюции нейронета, подробно

### 4.3.1 Первый этап. 2015-2020 гг.

Этап неравномерного проявления отдельных эффектов и технологий, но с началом сборок и инсайтов основных субъектов поля.

#### Общая сборка

Для первого этапа характерно появление отдельных технологий в виде не связанных друг с другом технологий и практик, а также первых эффектов от их связывания. Проявляются основные игроки, работающие на рынках нейрокоммуникаций в интересах различных пользователей. В основном выделение главных игроков происходит на рынке медицины, развлечений и безопасности.

С точки зрения развития будущей инфраструктуры нейронета в целом происходит распространение стандартов быстрой энергоэффективной связи для носимых устройств, постепенный переход на mesh-топологию не только объектов “интернета вещей”, но и биомониторов. Параллельно, но, уже где-то пересекаясь и порождая новые продукты на стыках, развивается инфраструктура гибридных сред.

Приложения дополненной реальности и распознавания объектов в поле зрения пока являются профессиональными, общие принципы и библиотеки объектов не разработаны, но процессы развиваются в эту сторону. Социальная инфраструктура также смещается в зону большого количества горизонтальных связей. Коммуникация в больших группах все больше происходит позиционно, сети совместного действия начинают сливаться друг с другом. Проходят первые эксперименты по автоматизированному управлению организацией действий сложной коллективной деятельностью в реальном времени.

С точки зрения интеллектуализации среды, ее семантизации, происходит мягкое развитие семантики, включая психосемантику, происходит сбор и обработка больших массивов биоданных в сочетании с данными о поведении. Аналогично описывается поведение искусственных агентов и проводится модернизация основных стандартов семантического веба. На этом рынке постепенно появляются новые игроки, открытые сообщества начинают работать с собранными ими на открытых площадках данными более эффективно, чем корпорации. Происходит также постепенное описание смысловой среды человека, кодов работы нервной системы, впечатлений, кодов стимуляции базальных эмоций. Все это происходит поверх распространения умных вещей, которые постоянно системно ускоряют развитие тренда.

### **Тренды дают следующую картину развития отрасли к 2020 г.**

Происходят изменения на уровне элементов, компонентов нейротехнологий. Меняется разрешающая способность аппаратуры, появляются новые модульные устройства, mesh-электроды. Mind-машины и стимуляторы становятся адаптивными, хотя происходит это в основном в исследовательском режиме. Только появляется рынок биомониторинга животных, который подстегивает развитие электронной базы и новые эксперименты. Также углубляется понимание того, что является предметом работы в методиках регуляции состояния сознания. Развиваются методики БОС и постепенно входят в образовательный пакет; последнее приводит к ускорению развития этого стагнирующего метода. В свою очередь это ускоряет развитие исследований в области моделей измененных состояний сознания. Расширяется набор видов и средств регистрации биоинформации – появляются новые устройства, кольца, браслеты, встроенные в компьютеры и офисную инфраструктуру датчики.

Стремительно развивается прикладная робототехника и биопротезирование. Ведется исследовательская гонка в области систем питания и приводов новой биомехатроники, так как системы интерфейсов и управления пока более совершенны и их развитие требует изменений в других элементах системы. Начинается плавная стандартизация приводов, коннекторов, систем управления, шин. Развивается понимание природы объекта стимуляции и управления, будь то робот, мозг человека, система телеприсутствия. На переднем рубеже находятся работы со сложностью – в системной инженерии идет смещение рамки предмета с простых систем к киберфизическим системам, так как приходится все чаще иметь дело с роями, интернетом вещей и сверхсложными системами разделения труда и производственными процессами.

В стадии реализации находятся глобальные проекты по исследованию мозга, часть из них на этапах завершения. Модели коллективных процессов тоже изучаются, отдельные находки фиксируются в виде методик. Системное обобщение еще не произошло, хотя отдельные принципы построения организационного языка обнаруживаются один за одним. Некоторые, самые понятные элементы процесса автоматизируются.

Отдельные фрагменты видения стягиваются воедино не только в технике и социотехнике, но и в сфере человеческих потребностей. Запрос на целостное образование приводит к появлению обмена лучшими практиками интегрального подхода с привязкой ко всему жизненному циклу индивида и коллектива. Появляются и отмечаются параллели между движениями трех основных линий развития, но системного эффекта это пока не дает.

Потребительский рынок на этом этапе видит лишь отдельные решения. Плодятся похожие друг на друга стартапы, намекая на скорое исчерпание вариантов использования биомониторингового оборудования в медицине и развлечениях. Перспективные направления – нейростимуляторы высокого разрешения, БОС системы на базе существующих решений, поиск отдельных решений и отдельных систем “улучшения”, рассчитанные на конечного пользователя. На этом этапе они могут работать на гигантском рынке возрастной деменции, поддержки образовательного процесса и т.д.

Системы коллективного содействия пока выглядят как авторские системы, подобные мозговому штурму или синектике. Разрабатываются и к 2020 годам будут готовы среды для коммуникации солдат, находящихся в бою. Первым их вариантом может служить уже упомянутый проект DARPA Silent Talk. Ясно, что эти среды будут включать не только солдат-людей, но и боевых роботов (летающие, бегающие или ползающие дроны – например, боевые квадрокоптеры или роботы типа Big Dog<sup>104</sup> и Cheetah<sup>105</sup>, разработанные компанией Boston Dynamics по заказу DARPA). Вооруженные нейрокоммуникацией военные группы смогут действовать как единое целое, где каждый из участников будет точно знать, где находится другой, делиться с ними оперативной информацией без слов (в том числе – делиться своими ощущениями, например, возникающим чувством тревожности), а также управлять воздушными или наземными боевыми роботами так же, как частями своего собственного тела.

Место для инженерных или разработческих систем еще не образовано. Но первое, где могут появиться такие системы – это специализированные коллективные САПРы для системного инжиниринга и инструменты для проектной работы в области стартапов. Например, среды для управления сложными промышленными объектами, типа автоматизированных заводов, больших кораблей или космических станций, в которых небольшая команда операторов координируется между собой в управлении разнообразными устройствами, в том числе не антропоморфными. Такие нейроколлективы могут быть использованы и для сложной диспетчерской работы – например, управление воздушными транспортными потоками в городском пространстве при резком увеличении числа беспилотных летающих устройств. Либо это будут среды для создания новых инженерных разработок, от самолетов до коммуникаторов – аналогичные тем цифровым средам, в которых уже сейчас идет промышленный дизайн и проектирование при работе распределенных команд. Но с расширением возможностей для совместной работы на ранних этапах разработки, когда идет «порождающая разработка» (generative design).

Основная точка стратегического инвестирования в данном случае – системы BIGDATA для коллективных поведенческих стратегий, биоданных с носимых устройств, а также комбинированных BIGDATA. Также следует обратить внимание на подготовку специальных акселерационных инфраструктур и формирование центров компетенций под следующий этап развертывания индустрии. Главные инвестиции здесь идут от государств, это поле является полем разворачивающейся глобальной конкуренции, и основная будущая добавочная стоимость формируется в лабораториях и системе разделения труда между этими лабораториями.

## Барьеры

Основные барьеры, которые могут затормозить развертывание первого этапа нейронета – это социальное сопротивление, причем, не специфичное для нейронета, а общее для современных технологий. На языке потребителя – страх перед тотальным наблюдением, прозрачным миром и “вмешательством в мозг”. Субъектом социального сопротивления могут стать и государства, модели управления которых основаны на закрытости, вертикальности, отсутствии обратных связей. Ощущая угрозу со стороны технологий открытого общества, такие государства могут затормозить развитие его проявлений на своей территории. Но в любом случае речь может идти только о торможении, так как противодействовать согласованной силе множества цивилизационных трендов ни одно из существующих государств не сможет даже ценой своего существования.

Кроме того, управление техническими устройствами через нейроинтерфейс является сложным делом, требующим развитых навыков саморегуляции, управления собственными психическими состояниями, ибо

---

<sup>104</sup> [http://www.bostondynamics.com/robot\\_bigdog.html](http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html)

<sup>105</sup> [http://www.bostondynamics.com/robot\\_cheetah.html](http://www.bostondynamics.com/robot_cheetah.html)

именно они и отражаются в изменениях ЭЭГ-управляющего сигнала. В случае замедления развития новых образовательных методик или схлопывания пузыря “ED-tech”, можно будет наблюдать несильное смещение сроков выхода на второй этап.

Резюмируя, заметим, что система трендов-драйверов нейронета устроена таким образом, что многократно компенсирует замедление развития по каждому тренду в отдельности. По крайней мере, на первом этапе развертывания.

### **4.3.2 Второй этап. 2020-2030 гг.**

Этап параллельного и, вероятно, не связанного друг с другом проявления двух прототипов нейронета.

#### **Общая сборка**

На данном этапе речь идет о развертывании и созревании отраслей, которые можно считать ближайшими предками нейронета: а) биометрического веба - “интернета биометрических вещей” и web 2.0+ практик, использующих биометрическую инфраструктуру; б) коллаборационного веба – системы взаимосвязанных порталов открытых сообществ, специализирующихся на разработке и использовании инструментов и практик коллективной деятельности.

Ключевыми игроками в первой отрасли с высокой вероятностью станут медицина, спорт, сферы развлечений, образования и услуг. Ключевыми игроками во второй – профессиональные сообщества, сообщества практик, сообщества практик на территориях. Возможен выход в это пространство новых корпораций, специализирующихся на создании инструментов коллективной практики (Google, Facebook, разработчики инжиниринговых программных платформ) и системах “электронных правительств” и гражданского самоуправления.

Коллаборационный веб в пределе развития – это живая организационная модель, способная вовлечь в организованную коммуникацию и мотивировать процессом человека с любыми компетенциями. Причем, таким образом, чтобы выстроить группу любой сложности под любую задачу. Такая модель может обеспечить каждому участнику ровно ту степень развития, которая необходима как для продвижения по его личной траектории развития, так и для реализации конкретного проекта. Она позволяет каждому ее участнику в каждый момент времени находиться нужным образом в точке развития, обеспечивая максимальное продвижение группы (проектной группы, сообщества, клуба, института или государства) в сторону цели. При этом инструменты автоматизации организованы так, чтобы стимулировать движение каждого участника в сторону зоны развития как коллективного субъекта, так и зоны развития каждого из его членов.

Появление технологий прямой передачи смыслов, образов и ощущений может принципиально изменить подходы к обучению, включая скорость обучения, способы упаковки и передачи знаний и навыков, новые возможности для совместного и взаимного обучения. Мы полагаем, что первые группы, использующие возможности НТТР-2, появятся уже в течение 3-5 лет после выхода этого протокола – т.е. к середине 2020-х. По мере освоения такими группами возможностей совместного существования в нейросети в них начнут возникать новые психические феномены. К середине 2030-х вполне вероятно ожидать явления, которое мы называем «лесом сознаний» – полноценного коллективного разума.

#### **Тренды дают следующую картину развития отрасли ближе к 2030 г.**

Инфраструктура нейронета делает сильный шаг вперед: помимо сетей носимых устройств “Биометрического веба”, “интернета вещей”, к сетям сетей добавляются сети частей тела (body area networks), стандарты имплантов, био-контроллеров, микро-датчиков и т.д. Возникают стандарты и протоколы для еще более совершенных и миниатюрных био-устройств, хотя биопротокولات вроде оптогенетических еще находятся в стадии разработки.

Насыщенный умными вещами мир служит инфраструктурой теперь не только для профессиональных, но и для бытовых применений расширенной реальности. Системы обработки биоданных уже интегрированы с

системами визуализации гибридных сред. БОС приложения работают вместе с мультимодальными стимуляторами в гибридных средах.

В мире социальных структур к этому времени произошла синдикация основных социальных платформ и переопределение стандартов человеческого взаимодействия. Коллаборационная сеть сетей находится в том же возрасте, что Facebook в конце 2014 г. Ведутся эксперименты по взаимной трансляции нейро описаний, социальных описаний и описаний семантики человеческого интернета и интернета вещей.

Семантическая часть трендов на горизонте 2030 г. собирается в интересную картину. “Коды” нервных систем и мозга во многом описаны и используются не только в медицине, но и для моделирования аналогичных процессов в других субстратах – экономических и социальных системах, самоорганизации “умных вещей” и искусственных систем. К 2030 году семантики разных типов способны переводиться друг в друга, и это используется в экспериментальных сеттингах, будущих “очагах” нейронета.

“Компонентная база” нейронета к 2030 г. состоит из конкурирующих решений в области регистрации биосигналов высокого разрешения: магнитоэнцефалографы на высокотемпературных сверхпроводниках, инъектируемые микро-датчики, биотехнические решения, наследники оптогенетики. Того же уровня решения используются и для обратной связи.

Режимы работы психики описаны достаточно полно, включая состояния сознания в привязке к различным типам деятельности. Структура сознаваемого у человека может быть легко перестроена в зависимости от стоящих перед ним задач. К этому времени нейронет присутствует в виде очагов; некоторые из них организованы группами, исследующими новые функциональные зоны состояний сознания. Интерфейсы абсолютно незаметны, прозрачны. Человек не работает за клавиатурой и экраном – он работает непосредственно с данными, со смыслами, с людьми.

Предмет управления на данном этапе -- человеческий организм, представленный большим количеством данных от датчиков разного типа. Это и коллективы, частью которых человек в настоящий момент является. Также взаимодействие идет с распределенными системами умных вещей, которые постоянно себя перепроектируют. В этом смысле грань между САПР и продуктом САПРов для тех, кто в эти годы находится на острие прогресса, стерта. САПРы оказались внутри систем. Одним из таких предметов управления является жизнь человека, образование на всем жизненном цикле, а также жизненные циклы сообществ. Переход системной инженерии к следующему типу объектов состоялся. Это означает, что существуют места, где этот переход происходит, где будущее сконцентрировано больше обычного.

К концу этапа состояние предмета НКТ тоже поменялось. Проекты по изучению мозга продолжаются, исследуется мозг в развитии, мозг в эволюции видов, а также начат проект по моделированию психической деятельности. Последний реализуется в качестве коллаборативного, и в нем активно используются и проверяются модели нового образования. Психика и инструменты познания изучаются как продукты социального взаимодействия. Проекты с моделированием роев тесно связаны со средами моделирования коллективного взаимодействия. Фактически, уже нельзя говорить о проектах, отчеты по которым становятся доступны публике раз в квартал. Проекты тесно впаяны в коллаборационную сеть сетей и связаны в единое целое. При этом полноценные нейронет решения доступны только в формате экспериментов.

Применение гражданских протоколов нейрокоммуникации (НТТР-2) быстро выйдет за пределы прикладных промышленных и научных задач – подобно тому, как появление НТТР позволило Интернету быстро выйти за рамки научных и профессиональных сообществ. Среда Нейронета – нового Интернета – будет строиться на дешевых массовых нейроинтерфейсах, которые к началу 2020-х уже станут одним из стандартов устройств ввода-вывода.

Очевидно, что пионером распространения новых технологий станет индустрия развлечений, в первую очередь игровая, а также (по аналогии с проникновением Интернета) и порноиндустрия. Акцент здесь будет сделан на возможности тотального погружения в переживание (передача не только видео и звука, но и телесных ощущений и даже эмоций), а также на возможности пережить необычные (более близкие к психоделическим) ощущения за счет стимуляции глубинных зон мозга. Кроме этого, технологии нейроколлективов будут в «чистом виде» востребованы в многопользовательских онлайн-играх, где на их основе смогут быстро собираться продуктивные игровые команды.

Нейронет начнет осваиваться пионерами, которые предложат внутри него сервисы для обучения, общения, творчества и управления группами в нейросети. Главное отличие от нынешнего Интернета будет в том, что Нейронет начнет строиться на коммуникации уникальных нервных систем, по сути, без обязательно использования естественного языка. Скорее будут использоваться специальные уникальные языки, соединяющие «карты» нервных систем – а значит, коммуникация станет происходить быстрее и точнее, в ней появится возможность «выражать невыразимое», передавать непосредственно состояния. Можно будет «перегружать знания» напрямую из одной нервной системы в другую, обмениваться не только вербальными, но и психоэмоциональными опытами и переживаниями, создавать друг у друга сложные и высоко реалистичные ощущения.

Скорее всего, основой для всех этих процессов станет развитие технологий «экзокортекса», который становится своего рода «внешней картой» нашей психики, ее посредником при коммуникациях. Тем самым, весьма вероятно, обучение будет состоять из совместного и взаимного обучения, как самого человека, так и его экзокортекса. Появление решений подобного рода мы считаем реалистичным в течение 15-20 лет, то есть к 2030-35 гг.

Технологические линейки всех трех типов продолжают насыщаться продуктами, появляются первые крупномасштабные сборки решений отдельных пакетов трендов. Выходят первые интегрированные продукты – системы коллаборативных САПР, системы управления кризисными центрами, мультипользовательские игры реального действия, продукты в сфере безопасности типа Silent Talk+, специализированные инжиниринговые и биоинжиниринговые продукты.

Наиболее интересные на этом этапе – системы автоматизации коллективной практики, стандарты большой коллаборационной сети сетей, продукты стимуляции на основе отдельных протоколов, ставших известными по итогам завершения больших проектов о мозге. Это инфраструктура для роевых систем. Более масштабные решения – неинвазивные интерфейсы высокого разрешения. Как микродатчики, так и электроды на фазированных решетках или доступные магнитоэнцефалографы помогают пробить потолок разрешения для неинвазивных устройств и взять новый рынок. Это также приложения в области машинного зрения для автоматических помощников, приложения в области нейрокоммуникационных языков для платформ дополненной реальности.

Также очень интересным представляется исследование некоторых видов коллективной деятельности. В первую очередь, это разрешение конфликтов, кризисов и сложных проблем, а также решение сложных инженерных и логистических задач. Под сложными мы понимаем задачи уровня межпланетной программы, потоковой сборки сложных технических систем, которыми могут стать суборбитальные самолеты, новые электростанции и т.д. Вокруг каждой такой деятельности может быть выстроен «прототип нейронета» – протокол коллективного взаимодействия, автоматизации деятельности, использующий все наиболее эффективные виды многоуровневой и быстрой коммуникации. Такие продукты и сообщества практики, использующие их, становятся первыми очагами нейронета в следующем периоде.

## **Барьеры**

Главных технических барьеров на пути построения подобного Нейронета сейчас два – и для обоих, по всей видимости, в ближайшее десятилетие могут быть найдены технологические решения.

Во-первых, это точность разрешения существующих нейроинтерфейсов. Если нейроинтерфейс является инвазивным (типа электрода в коре головного мозга), появляется возможность определить с точностью до нейрона, где происходит возбуждение. Это позволяет составить уникальную карту мозговой активности, а также не только снимать, но и создавать возбуждение. Однако редкий пользователь согласится сделать трепанацию черепа и вставить в свой мозг электроды. Для большинства приемлемы только неинвазивные нейроинтерфейсы, а их разрешающая способность чрезвычайно мала, они могут «снимать» только сигналы о возбуждении больших областей мозга (например, отвечающих за большие движения, но не за отдельные вербальные паттерны).

Наиболее приемлемым вариантом сейчас видится создание интерфейса через устройства типа «нервной пыли» (neural dust) – микроинвазивных чипов, которые имплантируются инъекцией и могут давать «картинку мозга» в высокой детализации. Со временем, по мере развития биокомпьютерных интерфейсов,

устройства доступа в Нейронет могут стать максимально естественными (похожими на «нейро-био-разъемы» у фауны планеты Пандора в фильме «Аватар» Дж. Камерона).

Во-вторых, поскольку каждый мозг уникален, при доступе в Нейронет для каждого пользователя должны формироваться полноценные карты индивидуальных нервных систем. Это требует вычислительных моделей на порядки большей мощности, чем возможности существующих кремниевых компьютеров. Однако активно развивающиеся сегодня квантовые вычисления, по всей видимости, позволят преодолеть эту проблему.

Организационных барьеров можно рассмотреть множество, начиная от неспособности главных игроков договориться о стандартах нейрокоммуникаций и не заканчивая социальным сопротивлением любого происхождения. Некоторые технологические «черные лебеди» могут также повлиять на сборку нейронета. Это, например, преждевременный приход квантовых вычислений, что позволяет работать с очень сложными системами, например, самособирающимися роботами, большими сложными (в т.ч. живыми) системами, не прибегая к логике, но просто просчитывая все варианты в лоб. Снижение потребности в интерфейсах коллективной работы с гибридным коллективным субъектом способно отодвинуть приход следующей фазы нейронета.

### **4.3.3 Третий этап. 2030-2040 гг.**

Полноценная реализация локальных прототипов нейронета в статусе очагов, привязанных к отраслям или отдельным типам деятельности.

#### **Общая сборка**

Как было сказано выше, очаги нейронета возникают, с одной стороны, в сетях биометрического веба, насыщаемого новыми протоколами связи, новыми типами устройств, а также новыми приложениями. С другой, запрос к нейронету исходит из областей с наибольшими требованиями к коллективной деятельности при решении сложных задач (научные и инженерные проекты). Развиваются стандарты управления коллективной деятельностью.

Мы полагаем, что коммуникативная среда, основанная на протоколах прямого взаимодействия нервных систем (типа протокола «передачи мыслей» НТТР-2), может появиться уже в ближайшие 10-15 лет. Проекты первых нейроколлективов, заказ на которые существует уже сейчас (а сначала мы, естественно, увидим сборки «локальных» сетей, и лишь потом – глобальной), будут иметь чисто утилитарный смысл: во всех этих случаях нейроколлективами станут группы, работающие на понятную задачу.

Они будут использовать цифровую среду коммуникаций и «живые модели» знаний, поддерживаемые искусственными интеллектами, а также, как правило, роботов-помощников, выступающих в роли частей «коллективного тела». Смысл использования нейрокоммуникационных протоколов для этих коллективов будет связан с ускорением согласования и принятия решений – так, чтобы нейроколлективы смогли работать как целое.

Важную роль в возникновении таких коллективов будет играть технология «экзокортекса» – искусственных частей психики, поддерживаемых машинами и синхронизируемых с естественной психикой. Это могут быть, например, дополнительная внешняя память, «расширения» сенсорно-эффекторной системы, вспомогательные ментальные функции типа проведения сложных вычислений. По сути, нейроколлективы есть ничто иное как несколько человеческих психик, связанных экзокортексом в единый коллективный субъект.

Ключевыми игроками здесь станут новые образовательные платформы, системы управления знаниями, профессиональные и территориальные сообщества. Возможно появление первых игроков «цивилизационного уровня» – стейкхолдеров масштабных проектов, специализированных агентств мировых держав и ассоциаций развития интернета и стандартизации протоколов нейронета.

## **Тренды дают следующую картину развития отрасли между 2030 и 2040 гг.**

Техническая инфраструктура развивается в сторону прямой синхронизации живых систем, что позволяет моделировать и создавать “виртуальных сиамских близнецов”. В качестве экспериментальных рассматриваются сети более низкого уровня – сети внутриклеточных датчиков (или внешних, но с таким же уровнем локализации сигнала) и соответствующие им протоколы коммуникаций, интегрированные в уже существующие сети.

Системы гибридных сред практически полностью сливаются с универсальным интерфейсом. Это происходит подобно тому, как сегодня множество интерфейсов отдельных приложений сливаются в интегральный интерфейс операционной системы (например, google now). Соответственно, система семантического веба теперь тотальна для смыслов разных систем. И языки описания, и стандарты постепенно объединяют в рамках “нейронета” такие сферы как пользование индивидуальных нейроинтерфейсов, взаимодействие с социальными группами и распределенными системами “интернета вещей” и т.д.

При этом отдельные миры порождают друг друга. Описания социальных практик превращаются в искусственного субъекта: он выполняет функцию в коммуникации с человеком, являясь частью семантического переводчика его нейроинтерфейса, он кодирует нервную ткань и меняет субстрат, чтобы после этих преобразований вернуть новые практики в сеть сетей и снова исчезнуть.

Таков предмет, с которым придется иметь дело – сеть сетей, работающая с полным жизненным циклом человека и сообщества практики, возможно, подходящая к тому, чтобы стать психикой человечества как надчеловеческого единства.

Сегодня сложно говорить о наиболее востребованных продуктах и бизнесах в горизонте 2030 - 2040 годов в области нейрокоммуникаций. Нам кажется, это должны быть все те же лучшие решения, новые практики – то, что обслуживает отдельные потребности и стимулирует развитие всей отрасли. С другой стороны, это крупные инфраструктурные проекты, а также поиск и подключение к сети наиболее непохожих: носителей умирающих языков и картин мира, обладателей необычных культурных кодов и точек зрения, животных, биоценозов, экосистем. Скорее всего, на этом горизонте можно говорить о новых платежных системах, тесно связанных с сетью сетей и нейронетом. Вероятно, там находятся наиболее значительные возможности этого мегапроекта в сфере обслуживания. Мы полагаем, что у сети сетей, способной аккумулировать и правильно организовывать когнитивные ресурсы сотен миллионов людей и искусственных помощников, будет на этом этапе дефицит действительно сложных и интересных задач – таких как задача о постановке цели дальнейшего развития человечества как целого.

### **4.3.4 Четвертый этап. После 2040 г.**

Распространение нейронета из очагов его использования и превращение в массовый инструмент и цивилизационную инфраструктуру.

Собрана и используется вся критическая и большая часть общего технологического и социо-технического пакета, развивается совместимая с нейронетом экономика. Основные индустрии и сферы деятельности используют нейронет инфраструктуру. При этом среда насыщена искусственными агентами, паттернами-слепок лучших практик и агентами, их реализующими. Также она насыщена постоянным анализом личных стратегий и смыслами отдельных операций мозга и психики.

Изменения, происходящие в этот период, достаточно масштабны. Поскольку наш Доклад носит прикладной характер, мы избежим необходимости пускаться в футурологический дискурс. За подробным изложением дальнего горизонта Нейронета, как он нам видится сегодня, предлагаем обратиться к расширенному варианту данного Доклада.

## 5 Развитие рынков

### 5.1 Оценка рынков

Рыночный анализ продуктов индустрии нейроэлектроники и НКТ напоминает попытку оценить в начале 1960-х, когда интернет только проектировался, основные рыночные ниши интернета сегодняшнего дня. Дуглас Энгельбарт, изобретатель компьютерной мыши и один из отцов интернета, мог бы предположить, что частью рынка будет рынок средств ввода-вывода, рынок информации и поддержки принятия решений. Он также мог бы предположить, что текстовые редакторы и “офисные приложения” окажутся рыночно-привлекательными продуктами. Но, чтобы ответить на вопрос системно, ему пришлось бы сделать много предположений, прослеживая то, как потребность человека к усилению своих способностей за счет правильного взаимодействия с другими людьми и сетью машин создают ту гигантскую систему разделения труда, которой является интернет сегодня – от производителей железа до психоаналитиков по скайпу.

Понимая всю необходимость этой работы с одной стороны, и ее объем с другой, здесь ограничимся лишь указанием на самые, на наш взгляд, ключевые рынки, возникающие по мере того, как потребность в тотальной коммуникации и совместной деятельности разворачивается по линии технологий и социотехнологий, способных дать “закрывающее” решение через 20-25 лет.

Правительство США приводит в официальной брошюре о проекте BRAIN Initiative интереснейшую оценку, своего рода “серебряную пулю” против скептиков научных мегапроектов: “Проект “Геном человека” демонстрирует потенциальный эффект, который могут приносить амбициозные исследовательские программы вроде BRAIN Initiative. В 1993-2003 федеральное правительство США инвестировало 3.8 млрд. долларов в проект “Геном человека”, что принесло с тех пор экономический эффект в размере 796 миллиардов долларов США, то есть возврат 141 доллара с каждого вложенного”<sup>106</sup>. Крайне значимой является оценка, приводимая в доводах за реализацию другого мегапроекта по изучению мозга человека – европейского Human Brain Project. Одной из главных целей проекта является поиск решений по лечению нейродегенеративных заболеваний (таких как болезнь Альцгеймера, Паркинсона и другие), на борьбу с которыми только в Евросоюзе сегодня тратится порядка 600 млрд. евро в год. Мировые расходы на компенсацию возрастной деменции составляют более 600 млрд. долл. От 4 до 5 млн. американцев страдают от слабоумия в той или иной форме (RAND). Расходы США на деменцию 109 млрд. долл. Для сравнения расходы США: сердечно-сосудистые болезни 102 млрд. долл., онкологические заболевания 77 млрд. долл. Это грандиозные цифры. Но они будут много больше, если включить в них потерянную прибыль из-за ухода этих людей с рынка, проблемы пенсионной системы и многое другое.

Успешное достижение медицинских целей в проектах вроде HBP и BRAIN позволят выйти на триллионный и в долларах, и в евро мировой рынок борьбы с заболеваниями, связанными с центральной нервной системой, из-за которых страдает более 2 млрд. человек. Так, или примерно так рассуждают авторы отчетов о нейротехнологиях. Обычно, при рассмотрении нейротехнологий, речь идет о медицинских инструментах и медицинских применениях.

Мы утверждаем, приводя анализ ключевых трендов в области, из которой предстоит вырасти индустрии нейроэлектроники и нейрокоммуникаций, что медицинские применения – это далеко не весь рынок, о котором стоит говорить. Рынок нейрокоммуникаций намного больше. Те его фрагменты, которые видны сегодня, могут быть оценены. Некоторые только появляются, и экстраполяция объемов таких рынков может быть не точной. Некоторые рыночные ниши являются гипотетическими, и оценены быть не могут. В этом случае остается опираться только на данные об уровне развития соответствующих потребностей человека и на оценку рынка, который работает на удовлетворение этих потребностей сегодня.

Как мы увидели выше, рынок медицины, связанный с болезнями мозга, особенно возрастными – рынок понятный и очень большой. Посмотрим на другие, менее заметные рынки сегодняшнего дня. В докладе BNCI Horizon 2020 “*Evolution of BNCI industry towards 2020 and transfer of technology*” приводятся некоторые

<sup>106</sup> <http://www.whitehouse.gov/share/brain-initiative>

рыночные ниши интерфейсов мозг – компьютер (и это лишь часть ниш, которые относятся к предметной области):

Применения	Ключевые рыночные ниши
Коммуникации и управление	программирование эмоций, интерфейсы для смартфонов, мультимодальная коммуникация с компьютером, одежда и аксессуары
Здоровье и нейрофидбек	предотвращение, диагностика, терапия, мониторинг, когнитивная и моторная реабилитация, проблемы с зависимостями, велнесс, диетология
Управление умными домами	распределенный интеллект, домотика (domotics), рынок заботы о пожилых, педиатрия
Безопасность	публичный транспорт, МЧС и пожарные, полиция, контроль процессов, банковская безопасность, безопасность в сельском хозяйстве
Развлечения и игры	образовательные игры, кинотеатры, искусство, спорт, медитация (йога тайчи)
Нейромаркетинг и финансы	исследования рынка, исследования и поддержка принятия решений нейроэкономика, биржа
Разработка	анализ в реальном времени, получение сигнала, обработка сигнала, устройства выдачи сигнала (стимуляторы), гибридные интерфейсы мозг-компьютер, искусственный интеллект и машинное обучение

Как мы видели из описания трендов, отрасль очень конвергентная, в ней переплетено большое количество сил и факторов воздействия. Это типичная сложная система, совершенных инструментов работы с которой сегодня не существует. Решения, которые относятся к области нейрокоммуникационных технологий, и есть ровно те, которые необходимы для подобной работы.

**Медицинские применения.** Есть сфера, где применение нейроинтерфейсов очень востребовано, и где пользователи вынуждены преодолевать свой страх – это медицинская сфера. Некоторые из нейроимплантов, такие как кохлеарные импланты, уже давно получили широкое распространение, другие – например, киберпротезы конечностей, управляемые сигналами мозга – были впервые применены в 2010-х. Можно ожидать, что первые успехи создания нейропротезов потерянных конечностей и органов чувств будут широко закреплены, в том числе, по мере удешевления производства протезов и проведения операций.

Кроме того, распространение получают и неинвазивные решения, которые служат реабилитации инвалидов. В частности, Пол Бах-у-Рита<sup>107</sup> (Университет штата Висконсин, США) для пациентов с повреждениями вестибулярной системы создал протез, который передавал чувство равновесия на стимулятор, помещаемый на язык. Постепенно пациенты вновь учились пользоваться чувством равновесия и даже восстанавливали способность сохранять равновесие без стимулятора – за счет эффекта пластичности нервной ткани. Позже технология стимуляции языка была использована для ориентации в пространстве слепых людей.

<sup>107</sup> [http://www.salus.edu/nclvi/honoring/bach\\_y\\_rita.htm](http://www.salus.edu/nclvi/honoring/bach_y_rita.htm)

Аналогичным образом, использование экзоскелетов, управляемых нейроинтерфейсами (напр. eLEGS<sup>108</sup> компании Ekso-Bionics), может позволить пациентам с повреждениями спинного мозга двигаться и, вероятно, в некоторых случаях восстанавливать мобильность.

**Военное и промышленное применение.** Нейроинтерфейсы представляют интерес для военных с точки зрения управления сложной боевой техникой, включая дистантное управление боевыми роботами. DARPA финансировала разработки в области нейроинтерфейсов с 1970-х гг., и сейчас эти работы дают ряд практических результатов. В частности, уже разработаны прототипы эффективных экзоскелетов для применения в боевых условиях (напр. XOS2<sup>109</sup> компании Raytheon), а также систем управления боевыми дронами.

Кроме этого, при поддержке DARPA идут работы над такими проектами как дистантное управление антропоморфными роботами через нейроинтерфейс (было продекларировано, что первые образцы таких роботов должны появиться к концу 2010-х), а также интерфейсы безголосового общения между солдатами на поле боя с помощью нейроинтерфейсов Silent Talk. В отличие от массового коммерческого использования, военное применение вполне допускает использование инвазивных интерфейсов.

Нейроинтерфейсы могут быть использованы не только на поле боя, но и в промышленности. Например, управление промышленными роботами, работающими в опасных условиях, можно более эффективно организовать с применением тех же технологий, что и управление боевыми роботами. Кроме того, управление с помощью нейроинтерфейсов позволяет строить операторские группы для управления сложными промышленными объектами. Нейроинтерфейсы могут также применяться в качестве поддерживающего инструмента для распределенных групп, ведущих комплексные промышленные разработки.

**Индустрия развлечений.** Первые массовые нейроинтерфейсы в качестве устройств ввода-вывода, позволяющие получить новые грани игрового опыта, появились в компьютерной индустрии в конце 2000-х гг. Ряд компаний (в частности, Emotiv, NeuroSky и Neural Impulse Actuator<sup>110</sup>) предлагают устройства, предназначенные для управления игровыми персонажами: представляя соответствующие паттерны движений, можно заставлять своего персонажа бежать, останавливаться, поворачиваться, прыгать, стрелять и др. Другие предлагают нейро-игры, в которых за счет расслабления или напряжения игрок может заставлять двигаться предмет. Самая известная из таких игр – MindBall<sup>111</sup> – представляет собой сражение двух игроков, где выигрывает тот, кто сможет лучше расслабиться.

Предположительно, по мере своего удешевления такие игровые устройства уже в ближайшие 5 лет получат достаточно широкое распространение, наряду с более привычными устройствами ввода-вывода. Мы также допускаем, что появление игровых решений на базе нейроинтерфейсов в ближайшие годы породит явление «нейроспорта» – чемпионатов по нейро-играм, которые со временем могут стать весьма популярным зрелищем.

**Тело как интерфейс (биомониторы, БОС и др.).** Помимо собственно нейроинтерфейсов, одним из крайне перспективных направлений является задействование паттернов и параметров тела в качестве устройств ввода-вывода. Понятно, что существующие интерфейсы (мониторы, клавиатуры, компьютерные мыши) – это временные решения. К тому же они порождают массу дополнительных проблем, например, ожирение вследствие сидячего образа жизни, ухудшение зрения из-за работы с мониторами и пр.). Развитие технологий будет двигаться в сторону «оестествления» интерфейсов. Первые такие решения предлагает игровая индустрия – в частности, решения типа Wii и Kinect позволяют превращать движения игрока в игровые действия, воспринимаемые компьютером.

Одним из наиболее многообещающих рынков компьютерной техники ближайших десяти лет являются носимые устройства (wearables). 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. Носимые устройства позволяют снимать любые телесные показатели, обрабатывать их и возвращать самому пользователю, что дает возможность сделать неосознаваемые телесные процессы

<sup>108</sup> <http://www.eksobionics.com/>

<sup>109</sup> <http://www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us/>

<sup>110</sup> <http://hothardware.com/reviews/OCZ-NIA-BrainComputer-Interface/>

<sup>111</sup> <http://www.mind-ball.ru/>

осознаваемыми и управляемыми. В частности, широкое распространение уже получили носимые акселерометры, часто совмещенные с пульсометрами, позволяющие определять уровень физической активности пользователя (такие устройства производят Adidas, Nike, Fitbit и др.).

Другие устройства (напр. Tap Tap) позволяют передавать тактильную информацию. Третьи типы устройств мониторят состояние здоровья и позволяют своевременно оказать помощь – например, разработка Sano Intellegence<sup>112</sup>, позволяющая непрерывно отслеживать уровень глюкозы, состояние почек и уровень метаболитов для больных диабетом. Одним из многообещающих «носимых» устройств является российская разработка HealBe<sup>113</sup>, способная в реальном времени отслеживать количество потребляемых и сжигаемых калорий – это позволяет совершенно по-другому организовать управление собственной диетой и физической нагрузкой.

Преимуществом носимых устройств является возможность в реальном времени давать обратную связь – как минимум, предоставлять информацию о текущем состоянии тела, но зачастую также давать указания (в т.ч. невербальные) о рекомендуемом состоянии. Например, носимые устройства могут отслеживать уровень стресса и сигнализировать, когда человек находится в низкострессовом состоянии, когда в высокострессовом, и какие действия помогают ему снижать уровень стресса. То есть, внутри носимых устройств биомониторинга с биологической обратной связью (БОС) может быть зашит образовательный сценарий, обучающий пользователя «правильному» поведению. Это позволяет создавать разнообразные образовательные продукты, направленные, к примеру, на обучение пользователя так называемым ресурсным состояниям – состояниям высокой сосредоточенности, расслабленности, мобилизованности. Возможности использования когнитивных технологий в образовании мы рассмотрим ниже.

Массовое распространение носимых устройств важно еще и потому, что благодаря ему в коммуникационных сетях появляется огромный объем контента, связанного с новыми сенсорными каналами – если изначально контент был текстовым, графическим и звуковым, то благодаря «носимым» появляется контент тактильный, моторный и даже связанный с чувством равновесия, чувством пространства или с различными эмоциями. Для этих новых типов контента будут созданы свои протоколы упаковки и передачи информации, которые начнут играть все более важную роль по мере распространения нейро-коммуникаций.

***Лечение старческих дисфункций и фитнес для мозга.*** Снижение интеллектуальной производительности с возрастом, а также возрастные заболевания нервной системы, такие как болезни Альцгеймера и Паркинсона, получают в промышленно развитых странах все большее распространение. По оценкам Alzheimer's Association, ежегодные потери от болезни Альцгеймера составляют около 1% глобального мирового дохода. Ряд исследований показывают, что мозг – один из органов, функциональность которых зависит от интенсивности их использования (use it or lose it), и поэтому регулярная когнитивная активность, особенно в пожилом возрасте, способствует предотвращению старческой деменции (Wilson et al., 2013). Один из вариантов создания такой активности – организация специальных образовательных программ в формате «фитнеса для мозга».

Индустрия «фитнеса для мозга» – программных приложений и технологических решений для развития различных когнитивных способностей, в том числе памяти, устного счета, распознавания паттернов и прочего – становится новым быстрорастущим рынком в развитых странах, размер которого к 2015 году может достичь 5 миллиардов долларов. Спрос на «фитнес для мозга» предъявляют не только (и пока – не столько) люди, находящиеся в «зоне риска» деменции, а скорее люди в фазе активной жизни, для которых этот фитнес становится столь же обязательной частью их жизни, как и фитнес для тела.

Специальные игры и тесты для развития внимания, памяти, способности к концентрации, быстрого расслабления и «включения креативного режима» во все возрастающем количестве появляются в App Store, Google Play и Windows Store. Одним из наиболее успешных провайдеров является компания Lumosity, предлагающая образовательные программы в виде ежедневных тренировок памяти, внимания, скорости обработки информации и пр., содержание которых подстраивается под индивидуальные «слабые зоны». На

---

<sup>112</sup> <http://sano.co/>

<sup>113</sup> <https://healbe.com/>

программы Lumosity регистрировалось свыше 40 миллионов пользователей, а приложения для смартфонов были скачены свыше 10 миллионов раз<sup>114</sup>. Мы предполагаем, что этот рынок в ближайшие годы будет активно развиваться, и программные решения типа Lumosity, Mind Sparke<sup>115</sup> и BrainHQ<sup>116</sup> будут набирать популярность среди всех возрастных групп.

Кроме этого, в последние два года сразу несколько компаний объявили о выходе портативных и недорогих устройств мониторинга и контроля состояния человека, которые позиционируются одновременно как нейроинтерфейсы и как устройства, являющиеся базой для «фитнеса мозга» – например, Melon<sup>117</sup>, Emotiv Insight<sup>118</sup> и др. Коммерческие устройства биологической обратной связи существуют на рынке уже много лет, однако «упаковать» медицинское качество в удобный продукт со стоимостью ниже мобильного телефона удалось только в прошлом году. Аппараты свето- и звукоstimуляции, такие как линейка майнд-машин компании Mindplace, специально разработанные для работы совместно с iPad и iPhone – также продукты 2012 года. Тренд на развитие этих продуктов связан не столько с появлением технологических возможностей, сколько с тем, что идеология и ценности современности все больше включают в концепцию здоровья не только физическое, но когнитивное здоровье.

**Обучение ресурсным состояниям и работе с вниманием.** Связь между состояниями сознания или оптимальными режимами работы психики и эффективностью деятельности никогда не была секретом, но долгое время корпоративные практики управления персоналом и образовательные программы игнорировали эту сферу. Однако ситуация начинает меняться, и довольно стремительно. Знаком перемены является, в частности, распространение практик медитации в корпоративном мире<sup>119</sup> и обсуждение духовности как фактора производительности труда<sup>120</sup>. В частности, компания Google создала институт лидерских программ Search Inside Yourself, который преподает медитацию инженерам – и этот курс является одним из наиболее востребованных в компании, поскольку позволяет работникам компании эффективнее справляться со стрессами и быть более продуктивными<sup>121</sup>.

Когнитивные технологии предоставляют новые и весьма результативные способы обучения ресурсным состояниям. В частности, разработки компании Wild Divine используют инструмент БОС для быстрого самостоятельного изучения медитационных практик<sup>122</sup>. Продукты компании представляют собой комбинацию видеокурсов, которые ведут известные учителя медитации, и простых видеоигр, победа в которых достигается вхождением в целевые состояния расслабления, успокоения, сосредоточенности, мобилизованности.

Кроме обучения «традиционным» состояниям, известным из древних медитационных практик, некоторые бизнес-школы начинают практиковать обучение топ-менеджеров специальным состояниям принятия решений, таким как «состояние ясности» (Koreikina, 2005), с применением БОС-устройств. Способность идентифицировать и управлять собственными состояниями, формируя состояния для креативности, принятия решений, состояния для отдыха и т.д., постепенно становятся неотъемлемыми компетенциями управленца высокого уровня, а, следовательно, растет спрос на соответствующие образовательные программы. Видеоигры, обучающие самоконтролю с использованием БОС, могут получить распространение не только среди взрослых, но и среди детей – например, игра RAGE Control показала высокую эффективность в обучении детей с расстройствами эмоциональной сферы навыку контроля гнева<sup>123</sup>.

Помимо обучения управлению ресурсными психофизическими состояниями, когнитивные технологии могут использоваться для обучения управлению вниманием. Перенасыщенная информационная среда представляет серьезный вызов для человеческой психики, поскольку многие медийные продукты «взламывают» нейрофизиологические механизмы управления вниманием, избыточно задействуя поиско-

<sup>114</sup> <http://techcrunch.com/2013/04/03/founder-stories-lumositys-mike-scanlon-on-exercising-the-brain/>

<sup>115</sup> [www.mindsparke.com/](http://www.mindsparke.com/)

<sup>116</sup> [www.brainhq.com/](http://www.brainhq.com/)

<sup>117</sup> <http://greatist.com/health/melon-mind-fitness-tracker-preview-part-one>

<sup>118</sup> <http://www.kickstarter.com/projects/tanttle/emotiv-insight-optimize-your-brain-fitness-and-per>

<sup>119</sup> <http://www.wisdom2summit.com/>

<sup>120</sup> <http://group.aonline.org/msr/>

<sup>121</sup> <http://www.wired.com/business/2013/06/meditation-mindfulness-silicon-valley/>

<sup>122</sup> <http://www.wilddivine.com/iom-feedback-hardware/iom-active-feedback-hardware/>

<sup>123</sup> [http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2012-10/bch-vg102412.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2012-10/bch-vg102412.php)

ориентировочные рефлексы (Doidge, 2007). В результате, многие взрослые начинают страдать расстройствами, связанными с «залипанием» в Интернете, а у детей диагностируется синдром ADHD (дефицит внимания и гиперактивность).

Возможность контролировать свое внимание, как умение, увеличивающее конкурентоспособность в обществе, постепенно станет приобретать все большую ценность. О чем свидетельствует, например, распространение литературы и тренингов по техникам концентрации внимания и управления восприятием. Инструменты биологической обратной связи имеют подтвержденную клиническую эффективность в лечении синдрома ADHD<sup>124</sup>. Некоторые из этих разработок перешли в область коммерческих приложений – например, компания Play Attention использует нейробиологическую обратную связь для обучения детей управлению вниманием, в том числе в рамках специализированных школьных образовательных модулей<sup>125</sup>.

Мы считаем, что в течение ближайших 10 лет, особенно с учетом появления большой группы «детей, воспитанных планшетами», спрос на подобные образовательные программы будет существенно расти, и они будут становиться частью стандартных программ подготовки в школах, университетах и бизнес-школах.

Кроме этого, ряд когнитивных технологий направлен на то, чтобы расширять область внимания, переводя сигналы из области неосознаваемого в осознаваемое. Примером подобного рода решений может служить проект DARPA CT2WS, в котором армейские бинокли объединяются с ЭЭГ-интерфейсом, способным замечать бессознательную реакцию солдата на события в поле зрения. Это позволяет увеличить способность субъекта к идентификации потенциальных опасностей более чем вдвое: в полевых испытаниях солдаты с биноклями CT2WS заметили 91% опасных объектов, в сравнении с 47% замеченных опасностей у солдат с обычными биноклями<sup>126</sup>.

Понятно, что область применения подобных решений выходит далеко за рамки военных приложений. Например, «осознание неосознаваемого» очень важно при операторской работе (напр. управление сложными промышленными объектами), при вождении общественного транспорта в мегаполисах, при проведении сложных переговоров – и даже как базовый навык каждого человека, который печется о своем здоровье и благополучии. Поэтому мы считаем, что «школы управления вниманием», сочетающие традиционный инструментарий типа медитационных курсов и новые инструменты типа устройств дополненной реальности с модулями нейробиологической обратной связи, могут к началу 2020-х гг. стать востребованным образовательным форматом.

Обобщая ситуацию по всем типовым рынкам нейротеха и опираясь на логику развития нейротехнологий в контексте нейрокоммуникаций, в горизонте до 2020 года мы ожидаем на рынке следующих новых решений на рынках и «между» ними:

- интерфейсы для игр и развлечений
- системы саморегуляции нового поколения (биологическая обратная связь + mindmachine)
- новые устройства стимуляции мозга
- биометрические устройства с функционалом для пар, команд, групп
- носимые устройства с био-психическим "Сири"
- системы объективации состояния для нужд образования
- рынок машинно-ассистируемых образовательных форматов
- системы автоматизированного коллективного проектирования
- системы обучения ресурсным состояниям
- системы создания цифровых копий поведения (невербальная информация, поведенческие стратегии)
- BIGDATA для коллективных поведенческих стратегий, биоданных с носимых устройств, а также комбинированных данных
- агрегаторы и сервисы по доступу к знаниям и стандартизированным лучшим практикам

<sup>124</sup> <http://www.eegspectrum.com/applications/adhdadd/>

<sup>125</sup> <http://www.playattention.com/>

<sup>126</sup> <http://www.forbes.com/sites/katiedrummond/2012/09/18/darpa-threat-recognition/>

(например, по биоданным в области здоровья)

- системы для кризисных центров и ситуационных комнат
- инструменты для специализированных сообществ практики
- игровые и реальные валюты с привязкой к объективированным компетенциям

На “тактическом уровне”, уровне отдельных решений и рыночных продуктов в том же горизонте до 2020 года стоит ожидать следующей динамики в продуктовой линейке нейротехнологий:

1. После заполнения всей линейки ‘регистрация – коммуникация – стимуляция’ отдельными решениями для разных специализированных рынков (стимуляция для отдыха, биомонитор для маркировки текста, коммуникация для телемедицины и т.д.) достигается аппаратный потолок чувствительности большинства методов регистрации физиологических сигналов.
2. В то время как разрабатываются сенсоры следующего поколения, в отрасли появляются комплекты из устройств “регистратор – передатчик – стимулятор (обратная связь)” с усилением различных функций человека. Также расширяется список субъектов, среди них появляются как новые виды субъектов, так и все точнее дробятся существующие.
3. Появляются решения для коллективных субъектов. В частности, возникает несколько решений “тихой” коллективной коммуникации в хорошо регламентированных и простых видах деятельности, в которых количество команд невелико. Специальные военные операции, медицинское взаимодействие, коллективное проектирование, командные компьютерные игры. Классические спортивные командные игры.
4. В результате RnD цикла в области новой биометрии возникает ряд решений для новых специальных датчиков (датчики состава крови, состояния иммунной системы или бактериальной фауны и т.д.). Также пробивается потолок по разрешению для традиционных видов регистраторов. Начинается укрепление биометрического веба и переход ко второй фазе нейронета.

Стратегическое инвестирование происходит в сфере BIGDATA для коллективных поведенческих стратегий, биоданных с носимых устройств, а также комбинированных BIGDATA. Выстраиваются специальные акселерационные инфраструктуры и формируются центры компетенций под второй этап развития нейротехнологий, когда будут завершены большие проекты по мозгу.



## 5.2 Компетенции, востребованные в ходе развития отрасли нейрокоммуникаций

Новая индустрия, даже при развитии технологической базы, не возникнет сама собой. Ее развертывание возможно при условии появления специалистов, готовых воспринимать и использовать новые подходы и понятия, ключевые для этой отрасли. Поэтому одна из наших задач – обозначить пространство профессиональных навыков, которые будут востребованы в связи с запуском нейронета. Это

гипотетическое пространство, оно не задано наверняка, но может служить ориентиром для тех, кто принимает решения относительно развития отрасли или участия в ней в качестве игроков.

При составлении карты профессий мы опирались на разработанную нами систему трендов, подробно изложенную в предыдущих частях доклада. С точки зрения технологии, была использована процедура, при помощи которой создавался действующий “Атлас новых профессий” МШУ Сколково и Агентства Стратегических Инициатив. При том, что этот продукт, так же как и некоторые другие разделы данного отчета, требует коллективной верификации.

Логика выделения компетенций строится на типах трендов, с одной стороны, и на роли той или иной деятельности, с другой. Роли понимаются следующим образом: деятельность на этапе жизненного цикла (ЖЦ) проекта, технологии, продукта; создание стандартов; управление разработками вдоль всего ЖЦ; междисциплинарный перенос технологий из одной области в другие; замыкание всего производственного цикла. Перечень *примеров* профессий/компетенций, распределенных по трендам и в соответствии с видами деятельности, приведен в “Приложении Б” к данному Докладу.

Перечень следует воспринимать как иллюстрацию. Понимаемый как образ будущего, он помогает выстроить схему ближайшего развития отрасли нейроэлектроники и нейрокоммуникаций с точки зрения занятых в ней специалистов и требуемых компетенций.

### 5.3 Ключевые риски для появления новых рынков

Индустрия нейроэлектроники и нейрокоммуникаций потенциально является большой индустрией. Обеспечение приемлемой стоимости элементной базы достигается исключительно на очень больших масштабах производства и разветвленной системе разделения труда. Существует риск того, что социальные и политические конфликты могут ограничить возможные размеры системы разделения труда и не позволить создать полноценную инфраструктуру в сфере НКТ в разделенном мире. Ответом на первый тип угрозы является локальное производство микроэлектроники, что пока невозможно, но вполне может оказаться реальностью в ближайшее время. При этом досрочный переход к локальным производствам может выместить инвестиции из больших проектов, и это не позволит разработать проекты элементной базы будущих НКТ-устройств. Но поскольку есть достаточно способов аккумуляции ресурсов для больших разработок в сфере краудфандинга, эту угрозу вряд ли можно считать критической.

Угрозу разделенного мира можно рассмотреть и в контексте угрозы противодействия отдельных государств горизонтальным социальным системам – базовому инфраструктурному принципу индустрии нейрокоммуникаций. Любые вертикально-ориентированные структуры с достаточными ресурсами, заинтересованные в сохранении собственных границ и склонные к прямому управлению, будут противодействовать внедрению социальных коллаборационных сетей – важному предшественнику полноценной индустрии нейрокоммуникаций. Это является угрозой для локальных рынков стран, выбравших этот подход, однако в длинной перспективе это послужит лишь отсрочкой. Противодействуя эффективным форматам организации деятельности людей, такие регуляторы рано или поздно приведут свою систему к потере конкурентоспособности.

Угрозой не выхода из технологического тупика являются возможности непреодолимых технологических проблем с новыми видами интерфейсов. Так, может быть достигнут предел по миниатюризации мобильных датчиков, не построена модель локализации сигнала нейронов по данным, полученным при помощи электродной фазированной решетки, или же не удастся создать высокотемпературный сверхпроводник. При этом логика развития технологий такова, что это крайне маловероятно. К тому же, на сегодняшний момент каждая из этих проблем не имеет принципиального ограничения – это всего лишь вопрос инвестиций и продолжения работ. Скорее, эти работы могут быть приостановлены при нарушениях мировой системы разделения труда в области науки в условиях глобальной войны или экономического кризиса.

Однако и в этом случае сам инструментарий является средством решения или важным инструментом в каждом из двух случаев. Это может привести к компенсации недостатка свободных финансов на рынке уже за счет иных инструментов – по аналогии с “манхэттенским проектом”.

Злоупотребление инструментами государственной пропаганды и снижение общего уровня системного мышления (предкризисное “уплощение когнитивного ландшафта” по А.П.Назаретяну) также может привести к тому, что коллективные решения будут приниматься еще более иррационально. В этих обстоятельствах исследования могут быть запрещены на некоторый период времени государственными советами по этике и биоэтике. Это может произойти как на этапе экспериментов, по аналогии с генетикой, так и после получения успешных результатов в создании временных рабочих групп, действующих как единое целое. В обоих случаях это лишь вопрос появления новых, более безопасных технологий или отмены ограничительного решения – опять же, по аналогии с генетикой и запретом на клонирование.

Также возможно социальное неприятие и отторжение технологического пакета по результатам его пилотных внедрений. Например, по причине изменений психики пользователей, побочных эффектов при использовании технологий в раннем возрасте и т.д. Подобные затруднения, скорее всего, будут решены при помощи традиционных мер ограничения по возрасту и состоянию.

Прорыв в смежных областях, снижающий потребность в технологическом пакете НКТ также может стать угрозой для рынка НКТ. Например, появление полноценных квантовых и/или голографических вычислительных систем позволит управлять распределенными системами из единого центра, снижая потребность в системах коллективного и мультиагентного управления. Однако те же технологии, скорее всего, подстегнут другие ветки развития индустрии и приведут к ускорению одних трендов НКТ на фоне замедления других. То же самое относится и к нано-робототехнике.

## 6 Процесс реализации. Стратегии

В том случае, если мы признаем все сказанное выше достаточно убедительным, чтобы принять тезис о том, что нейроэлектроника и нейрокоммуникации действительно являются индустрией прорыва и кандидатом на вход в пакет Национальной Технологической Инициативы, возникает вопрос о возможных стратегиях конкретных субъектов, заинтересованных в тех или иных продуктах индустрии.

Говоря о стратегиях, во-первых, нужно указать, о чем именно мы говорим. В данном случае мы понимаем стратегию субъекта, как средство помыслить желаемое будущее, найти в нем критические противоречия с текущей ситуацией и спланировать набор действий по достижению желаемого будущего через несколько временных горизонтов.

Во-вторых, говоря о субъектах, мы должны принять, что для каждого из них существует набор потребностей, контекстов, факторов, определяющих границы возможных действий, а также набор уже сделанных ранее действий, поставленных целей, организационных и технических ограничений. Также каждый потенциальный субъект разворачивания новой индустрии сталкивается с уникальным набором проблем и угроз, следующих как из общего образа будущего индустрии, так и из образов будущего различных (промежуточных) временных горизонтов.

Поле субъектов, взятых в совокупности, и определяет ту организационную карту, на которой может разворачиваться новая индустрия – индустрия нейрокоммуникационных технологий и нейроэлектроники.

### 6.1 Стратегии для бизнеса

Говоря о бизнесе, как важном действующем лице, без которого индустрия не сможет состояться, рассмотрим несколько различных типов бизнеса, так как фокусы их интересов, и, соответственно, реализуемые ими стратегии в контексте разворачивания индустрии будут различаться.

#### 6.1.1 Крупный бизнес

Во-первых, необходимо рассмотреть отдельно крупный бизнес – вплоть до транснациональных корпораций. 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. В мире глобальной конкуренции и политики, включая международную, куда такие организации часто бывают вовлечены, спектр вопросов и проблем, решаемых крупным бизнесом, часто оказывается подобен таковым для государств.

Такие компании часто определяют или, напротив, транслируют приоритеты развития собственного государства. С этой точки зрения разумной стратегией выглядит участие в формулировании госполитики с точки зрения включения в нее приоритетов развития новой индустрии. Даже в том случае, когда крупный бизнес по содержанию своей деятельности не имеет отношения к сфере нейротехнологий или хайтеку в целом, или же сфера его специализации лежит в рамках на первый взгляд не связанной с обсуждаемой индустрией (например, фармакология или энергетика), критически важно принимать участие в выборе вектора развития на уровне государства, так как нельзя игнорировать всю сложность и тесноту взаимосвязей между государством на разных уровнях и крупным бизнесом, особенно – в Российской Федерации.

Обратной стороной позиции представителя интересов государства и сделанных им ставок как внутри своего государства, так и за его пределами, является позиция крупного бизнеса как лоббиста. В этом качестве крупный бизнес заинтересован в выработке государственных приоритетов, принятии удобных для собственной деятельности законов, в поддержке профильных для себя отраслей и типов бизнеса. С точки зрения НКТ, бизнесу, заинтересованному в конкурентоспособности государства своего базирования, и через это – в своей собственной конкурентоспособности, имеет смысл обратить внимание на поддержку

новых индустрий. Альтернативой может оказаться ситуация с ассоциацией извозчиков, пролоббировавшей выключение города Томска из ЖД маршрута, чтобы избежать конкуренции с железной дорогой, что стало началом потери городом статуса регионального центра предпринимательства. Даже в том случае, если специфика бизнеса на первый взгляд не связана с инфраструктурой или возможными продуктами НКТ, игра против глобальных трендов является финансово неэффективной на дальнем горизонте.

Если рассматривать менее глобальную рамку возможных стратегий крупного бизнеса и ТНК, имеет смысл обратить внимание на сектор корпоративной социальной ответственности. Очевидно, что этот сектор развивается и начинает стандартизироваться. Чем дальше, тем больше его ожидаемое влияние на рынок. Механизмы КСО, часто основанные на горизонтальных принципах коммуникации, работе с сообществами, не просто более других соответствуют инфраструктурным принципам появляющейся инфраструктуры НКТ, но и способны стать площадками экспериментов в этой области. Репутационные валюты, которые начинают входить в инструментарий организаций, работающих в области КСО, единая сеть работы с социальными проектами, взаимосвязь этой инфраструктуры с традиционной финансовой системой – вполне могут стать управляемыми и понятными площадками по опережающей адаптации крупного бизнеса к новой индустрии.

Таким образом, для крупных бизнесов, разделяющих наше убеждение в том, что нейроэлектроника и НКТ технологии – действительно высоковероятный кандидат на трансформирующую индустрию, пересмотр акцентов в сфере КСО выглядит разумным элементом стратегии. Еще одним аспектом работы в сфере КСО является тот факт, что через КСО часто осуществляется поддержка общественных организаций и науки, которые и являются основным бенефициаром на первом этапе развертывания индустрии НКТ. Это создает дополнительное пространство для стратегического партнерства.

Что касается тех видов крупного бизнеса, которые напрямую заинтересованы в продуктах НКТ, то стратегически верным будет инвестировать в индустрию на самых первых этапах ее появления – в тематические акселераторы, образовательные экосистемы, направленные на подготовку кадров для этой индустрии, в RnD центры как внутри своей структуры, так и за ее пределами.

Бизнесу, чья деятельность связана с проектированием сложных систем, работой в области коммуникаций и глобальной безопасности, имеет смысл обратить внимание на уже появляющиеся возможности по инвестициям в дата-центры и алгоритмы обработки, ориентированные на биоданные, на анализ и фиксацию пользовательских стратегий в различных видах деятельности по прямой и косвенной биометрии (движение мышцы, характеристики голоса и дыхания, особенности питания и т.д.). Тем же, кто заинтересован во включении в игру не на ближайшем, а на следующем этапе, предвосхищая технологический потолок носимых устройств, имело бы смысл обратить внимание на разработку в сфере новых средств регистрации.

Тем, кто и так работает со смежными сферами – например, высокотемпературными сверхпроводниками или квантовыми вычислениями, а также над миниатюризацией цифровых матриц – имеет смысл учитывать в маркетинговом анализе характеристики спрос со стороны пока несуществующего рынка НКТ.

## **6.1.2 Малый и средний бизнес.**

Говоря о малом и среднем бизнесе, в первую очередь, имеет смысл указать на то, что траектории попадания в эту категорию могут быть разными. Например, каждый стартап – это малый бизнес в начале своего развития. Потом, если повезет, он переходит в категорию среднего и крупного. Такой бизнес может быть как информационным, так и связанным с производством. Не разбирая все возможные варианты, обозначим основные направления возможных стратегий для этой категории бизнеса.

Малый и средний бизнесы, более чем крупный зависят от анализа поведенческих стратегий пользователей и клиентов. В то время как крупный бизнес в состоянии создать собственные дата центры для этих задач (как делает, например, компания Yandex), у малого и среднего бизнеса есть возможность решать эти задачи в коллаборативном режиме – на уровне отраслевых ассоциаций или объединений, подобных «Опоре России» или «Деловой России». Малый бизнес более других заинтересован в том, чтобы использовать

коллорационные сети, которые в свою очередь являются элементом инфраструктуры первого этапа развертывания индустрии нейрокоммуникаций в своих целях.

Предприниматели, как венчурный бизнес, так и собственно серийные предприниматели и хозяева новых технологичных бизнесов, должны быть заинтересованы в инвестициях 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. Особенно эффективна такая работа может быть в формате партнерства, но даже формат индивидуального выхода вполне жизнеспособен. Разумеется, дополнительная мотивация для входа в эти рыночные ниши может стать результатом повышенного внимания к платформе, на которой может вырасти новая индустрия, со стороны крупного бизнеса, государства и общественных организаций. Такая консолидированная позиция способна обеспечить системный эффект и позволить в короткие сроки сделать заявку на лидерство в этой области или в отдельных входящих в нее индустриях в масштабах государства.

Следующие фокусы в области носимых устройств, нейростимуляторов и систем проектирования достаточно очевидны для того, чтобы рассматривать их в качестве потенциальных точек внимания уже сегодня, причем вне зависимости от того, насколько велико доверие к возможности разворачивания индустрии НКТ как целого.

Элементом стратегии может также стать конкурс для малых бизнесов в области приложений для работы с распределенными информационными ресурсами, биометрическими и поведенческими BIGDATA ресурсами. Территориальные малые бизнесы (вплоть до магазинов и локальных производств) будут заинтересованы в продуктовых предложениях, которые могут стать продуктом работы конкурсов. Частным примером таких продуктов могут быть базы поведенческих стратегий с привязкой к территории и типу деятельности в целях использования их в маркетинге, рекламе.

Культура локальных производств, вплоть до производства для себя (DIY) постепенно будет вторгаться в сферу производственных малых бизнесов. Фактически, тенденция, в соответствии с которой производства перестают быть производствами в исходном смысле и становятся сервисами, которые продают часы оборудования и компетентных специалистов, уже осознана многими представителями бизнеса. Такой сервис в жанре just-in-time для множества мелких клиентов с особыми запросами требует новых инструментов организации коммуникаций с поставщиками и клиентами больше, чем какая-то другая форма организации. Вообще, можно сказать, что спрос на инструменты поддержки и сопровождения разделенной инфраструктуры (shared infrastructure) будет продолжать расти, и инвестиции в этот сектор, являющийся частью будущей индустрии НКТ, имеют стратегический смысл.

Представителям обоих видов бизнеса также стоило бы сделать стратегическую ставку на создание стандартов отрасли “под себя”. Поскольку тот, кто определяет стандарт, во многом управляет отраслью. Стандарты семантики, описания поведенческих стратегий, стандарты передачи и хранения биоданных пока не сформированы. Создание рабочей группы по их созданию – полезное действие с далеко идущими стратегическими последствиями.

## 6.2 Стратегии для образования

В части стратегий для образования мы солидаризируемся с авторами доклада «Будущее образования – Глобальная повестка». Можно отдельно отметить, что образ будущего обоих докладов совпадает, и индустрия нейрокоммуникационных технологий и нейроэлектроники является неотъемлемой частью реальности, в которой разворачивается дальний горизонт образовательных инноваций. В тоже время, образовательные практики и процессы являются одними из главных драйверов индустрии НКТ, так что для получения полной картины возможных и рекомендуемых стратегий для представителей сферы образования в контексте индустрии НКТ мы отсылаем читателя к докладу «Будущее образования».

Рассмотрим ландшафт образования в версии упомянутого доклада:

- Образование выходит за рамки определенного времени жизни и становится по-настоящему «образованием всю жизнь», которое начинается с самого раннего возраста и заканчивается только со смертью.
- Образование выходит за рамки учебных учреждений и становится «образованием везде». Образовательные компоненты включаются в реальную и досуговую деятельность. Образование становится частью ежедневной практики, которой так же, как личной гигиене, должен посвящать время каждый.
- Провайдерами образования могут выступать любые группы и индивиды, готовые предложить содержание или образовательные технологии заинтересованным ученикам (в долгосрочной перспективе занятие образовательной деятельностью – один из самых массовых видов деятельности).
- Держателем единых правил игры этого образовательного рынка выступает ряд технологических платформ, соединяющих заинтересованных учеников и образовательные ресурсы».

Иными словами, 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. Мы могли бы расширить список стартапов указаниями на то, что коллективные коммуникации, опосредованные и или управляемые полуавтоматически и с опорой на биометрию, в первую очередь нужны не в проектировании сложных систем, и не в медицине или спецоперациях, а в образовании.

Таким образом, в том, что касается стратегий для образования, простой ответ заключается в том, что лучшая стратегия для представителей образования – инвестиция в любую зону роста НКТ. Будь то сети коллаборации, стартапы в области биологической обратной связи или саморегуляции, системы биометрической поддержки коллективной деятельности или что-то еще.

Для получения более развернутого представления необходимо изучить соответствующий раздел доклада «Будущее образования – глобальная повестка».

### **Ключевые компетенции, которые необходимо создать в России**

Есть еще один элемент, который имеет прямое отношение к стратегии образовательной системы в контексте НКТ. Это создание кадрового обеспечения для возникающей индустрии. С этой точки зрения необходимо обеспечить уже в ближайшем горизонте появление таких профессий и соответствующих компетенций, как:

#### А. Обеспечение распределенных и роевых систем на полном жизненном цикле:

- методологи и онтологи распределенных систем – составители стандартов общих понятий для такого рода, как говорят системные инженеры, «киберфизических систем»
- разработчики языков программирования для распределенных систем (модульная и роевая робототехника, интернет вещей, смарт-гриды, умные транспортные системы и т.д.)
- проектировщики распределенных систем (включая проектировщиков ПО для проектирования и управления)
- интеграторы новых подходов в существующую инфраструктуру

#### Б. Обеспечение работы с коллективными форматами совместного действия (социальные инженеры)

- методологи и онтологи социальных систем, составители стандартов
- разработчики глобального коллаборационного ПО и его развития (это позволит задать стандарты на этом уже существующем, но только развивающемся рынке).
- проектировщики социальных систем
- интеграторы новых подходов в существующую инфраструктуру
- специалисты по персональным мирам: права и конфликты индивидуальных религий, индивидуальных национальностей, этических и политических систем
- менеджеры коллективных состояний группы: обучение продуктивным ИСС, включение нужных режимов под задачу

- программисты умных городов: анализ текущего состояния, выявление проблемных узлов и моделирование будущего развития города на основе обработки поступающей информации от электронных чипов (аналогично: программист рынка, производства и т.п.)

#### В. Обеспечение био и нейро мониторинга и извлечения данных о поведенческих стратегиях

- специалисты по стандартам биоданных и работе с большими массивами данных и извлечению поведенческих стратегий
- создатели стандартов моделирования различных функций психики
- специалисты по обработке сенсорных данных, БОС: целенаправленный мониторинг и коррекция состояний пользователей при обучении, потреблении, рабочей активности
- исследователи состояний: поиск новых способов и возможностей восприятия, эксперименты с психофармой, режимами стимуляции, подключением дополнительных органов, тел и устройств

#### Г. Универсальные интеграторы трендов

- разработчики следующего поколения семантических сетей – лингвистических процессоров, предназначенных для работы с нетекстовыми описаниями.
- специалисты по мета-дисциплинарному переносу общих принципов между главными конвергирующими трендами (тренды ИКТ, тренды биомониторинга, тренды развития социальных структур)
- руководители междисциплинарных центров компетенций (биотех, нейротех, предпринимательство, образование, производство, исследования)
- специалисты по расширению моделей нейропроцессов на процессы поведения сложных систем в целом
- специалисты по поведенческим траекториям, вычисляющие предпочтения выбора каждого пользователя на основе его личных данных и оставляемых следов в сети.
- создатели стандартных процедур и наиболее эффективных сочетаний пользовательских данных, обработка которых дает нужную точность прогноза

Все эти специальности нужны в небольших количествах, что позволяет уже сегодня развернуть подготовку по ним в качестве дополнительного профессионального образования. Лучшим форматом являются центры компетенций в сфере ИКТ, одновременно работающие как центры разработки решений, образовательные организации и центры внедрения. Несколько таких центров компетенции могут быть развернуты через институт углубленных исследований (advanced studies institute), подразумевающий образование в междисциплинарных областях при поддержке партнерства классических институтов и университетов. При этом каждый такой центр может выполнять функцию компенсации разрыва с развитыми странами в области методического оснащения профильных исследований.

### 6.3 Стратегии для государства

Меры поддержки лишь тогда будут эффективны, если они осуществляются в рамках большой долговременной стратегии. Государство поставило в приоритеты высокотехнологичные истории. Эта ставка сегодня существует, и она не зависит от флуктуаций конъюнктуры и экономических спадов. Заинтересованность государства в безопасности граждан и обороноспособности выражается, в том числе, в развитии передовых технологий. Безопасность включает не только защиту от военного вторжения, но и от вытеснения с рынков. Развитие страны во многом зависит от занятого места в мировом разделении труда. В этом смысле потенциал определяется степенью соответствия мировой повестке, а также возможностями эту повестку задавать.

Учитывая, что возможности для серьезной игры на сегодняшних развитых рынках у России практически нет, следует рассмотреть рынки будущие, не оформленные. Это рынки индустрии нейроэлектроники или, шире, нейро-коммуникационных технологий, а также ненулевое присутствие и на уже очевидных рынках нейромедицины и интерфейсов мозг-компьютер.

Разумный пакет действий для РФ выглядит следующим образом – **создание инфраструктуры, способной стать потребителем собственной продукции в области нейрокоммуникаций:**

- выбор темы прорыва за пределами тех полей, где уже разворачиваются программы США и Евросоюза
- максимальное участие и разделение полученных результатов в больших проектах по мозгу российскими специалистами.
- создание ряда центров компетенций с привлечением из мировых центров компетенций специалистов не выше PostDoc.
- акцент на выходе на методический, а не тематический фронт. Темы выбираются в “голубом океане” (низкоконкурентных нишах)
- создание центров компетенций вокруг междисциплинарных RnD центров бизнес-школ. Формат “нейро-фабла” и advanced studies institute.
- центры компетенций образуют горизонтальную коллаборативную сеть со своими инструментами ведения коллективной работы
- использование конкурсной и призовой, не грантовой логики, в которой новые решения поощряются призами, программами акселерации и другими средствами

## 7 Итоги

Несмотря на то, что отмеченные нами тренды обладают разной степенью выраженности, устойчивости и влияния, общий вектор их движения достаточно очевиден. Технические средства развиваются в сторону обеспечения все большего использования активности нервной системы и, в частности, мозга в разнообразных задачах. Разработка механических конечностей, управляемых сигналами нейронов, устройств биометрии, систем виртуальной реальности, медицинских аппаратов стимуляции – все это работает на удешевление и повышение эффективности технологий, используемых в нейроинтерфейсах. Данные тренды стремительно набирают и продолжают набирать силу даже в отсутствие каких-либо задач, связанных конкретно с запуском нейронета.

Аналогично группа организационных трендов явно проявляет себя в связи с возрастающей сложностью систем, которыми приходится управлять и которые приходится проектировать. Возникновение и проникновение сетей во все сферы жизни еще больше усиливает тенденцию к продуктивному взаимодействию в реальном времени больших коллективов. Это создает спрос на новые протоколы коллективной деятельности, принципы и инструменты коллаборации.

Пользовательские тренды, возможно, менее других поддаются формализации и измерению. Однако они же и самые проверенные временем: тяга людей к общению, играм, экстремальным ощущениям, изменению себя, получению новых знаний и впечатлений неистребима. Индустрия нейроэлектроники и нейрокоммуникаций отвечает на эти запросы так прямо и всеобъемлюще, как не в силах ответить любая из существующих сегодня отраслей. Подытоживая, можно утверждать, что весь корпус обозначенных в докладе трендов образует среду, в которой возникновение нейронета становится вопросом времени и некоторых продуманных усилий.

### **Краткие выводы, резюмирующие содержание доклада:**

Индустрия нейроэлектроники развивается через тренды нейронета, представляющие собой набор взаимоусиливающих линий развития в области нейротехнологий, социальных технологий, спроса на “усиление” человека и тенденций развития интернета.

С горизонта 2020х гг. и далее нейроэлектроника 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 нейроэлектроники будут являться результатом пересечения разнообразных трендов сферы нейрокоммуникации. Это значительные и перспективные рынки.

Главный фокус внимания – проекты на стыках линий развития «нейро и когнитивные науки», «информационно-коммуникационные технологии», «социальная инженерия». И тем более – на стыках всех трех линий развития

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 практически не имеет смысла.

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 нейроэлектроники или, шире, 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, нейроэлектроники, физиологии высшей нервной деятельности, робототехники, кибернетики и технологий коллективного мышления.

Основным фокусом работы на первом этапе 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: образование (система подготовки кадров), государство, крупный, средний и малый бизнес, общественные организации.

# 8 Приложения

К докладу и презентации дополнительно прилагаются справочные и табличные материалы.

**Приложение А. Крупные исследовательские проекты по нейроэлектронике и НКТ.** Содержит информацию о 10 крупных проектах государственного уровня. Указаны описание проекта, тематика, принадлежность.

**Приложение Б. Новые профессии и компетенции индустрии нейроэлектроники и НКТ возникающие до 2040.** Таблица содержит перечень профессий и компетенций, разложенный в таблицу размерности 17 (тренды и подтренды нейроэлектроники и НКТ) на 5 (различные типы профессий и компетенций).

**Приложение В. Учёные в области нейроэлектроники и НКТ.** Таблица с данными по 38 видным учёным со всего мира, в том числе России. Содержит сведения о страновой принадлежности, научных званиях, тематике работ, главных результатах, наукометрические данные и информацию о научной группе учёного.

## 8.1 Список литературы

1. <http://www.wired.com/2009/05/pentagon-preps-soldier-telepathy-push/>
2. The Millennium Project- 2013-14 State of the Future
3. “Human–Computer Interaction Series» Series Editors.John (USA), Jean Vanderdonckt (Belgium)-  
<http://www.springer.com/series/6033>
4. BRAIN 2025: A scientific vision. Final report of the ACD BRAIN working group. Cornelia Bargmann, PhD. Investigator, HHMI. Torsten N. Wiesel Professor
5. [http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/global-europe-2050-report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/global-europe-2050-report_en.pdf)
6. Technology Horizons Program Institute for the Future- «Science & Technology Outlook: 2005–2055»
7. [http://www.iftf.org/uploads/media/TH\\_SR-967\\_S%26T\\_Perspectives.pdf](http://www.iftf.org/uploads/media/TH_SR-967_S%26T_Perspectives.pdf)
8. Публичный аналитический доклад по направлению «Нейротехнологии» - Миронов Н.А.
9. <http://www.humanbrainproject.eu/science/publications>
10. The Prospects of Brain Research within Horizon 2020: Responding efficiently to Europe’s societal needs Arturo Spinelli Building, European Parliament 30. May 2014
11. Whole Brain Emulation. A Roadmap. (2008) Technical Report- 2008 Anders Sandberg, Nick Bostrom
12. <http://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf>
13. <http://pinocc.io/>
14. Philippe Cinquin, Chantal Gondran et .al. “ A Glucose BioFuel Cell Implanted in Rats” PLOSONe.2010
15. Global Trends 2030: Alternative Worlds- INSTITUTE FOR THE FUTURE. 2006
16. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. The McKinsey Global Institute 2013
17. <http://lc.kubagro.ru/aidos/>
18. [http://www.darpa.mil/Our\\_Work/DSO/Programs/Systems\\_of\\_Neuromorphic\\_Adaptive\\_Plastic\\_Scalable\\_Electronics\\_%28SYNAPSE%29.aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Programs/Systems_of_Neuromorphic_Adaptive_Plastic_Scalable_Electronics_%28SYNAPSE%29.aspx)
19. <http://uwaterloo.ca/news/news/waterloo-researchers-create-worlds-largest-functioning-model>
20. <http://cajalbbp.cesvima.upm.es/>
21. <http://academic.research.microsoft.com/Search?query=China%20Brain%20Project&start=1&end=10>  
<http://www.irma-international.org/viewtitle/46407/>
22. <http://opencog.org>
23. <http://www.openworm.org/>

24. <http://www.bostondynamics.com/>
25. <http://braingate2.org/>
26. <http://eng.irl.sys.es.osaka-u.ac.jp/home>
27. <http://www.hansonrobotics.com/>
28. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. The McKinsey Global Institute 2013
29. “Global Trends 2030: Alternative Worlds”-Национальный совет по разведке при директоре национальной разведке США
30. <http://www.neurowear.com/news/index.html>
31. <http://neurosky.com/>
32. [http://neurowear.com/projects\\_detail/shippo.html](http://neurowear.com/projects_detail/shippo.html)
33. The Systems-Based Neurotechnology for Emerging Therapies (SUBNETS)  
[http://www.darpa.mil/our\\_work/bto/programs/systems-based\\_neurotechnology\\_for\\_emerging\\_therapies\\_subnets.aspx](http://www.darpa.mil/our_work/bto/programs/systems-based_neurotechnology_for_emerging_therapies_subnets.aspx)
34. Kristoffer Famm, et.al. “Drug discovery: A jump-start for electroceuticals» Nature . 496. 159–161. 2013.
35. <http://www.robotic.dlr.de/Smagt>
36. <http://ngp.usc.edu/faculty/profile/?fid=23> <http://viterbi.usc.edu/>
37. <http://emotiv.com/>
38. <http://ardrone2.parrot.com/>
39. <http://store.neurosky.com/products/mindwave-mobile>
40. <http://www.indiegogo.com/projects/neo-neurophone-n-neural-e-efficiency-o-optimizer>
41. <http://www.choosemuse.com/>
42. <http://www.braininitiative.nih.gov/index.htm>
43. <http://www.whitehouse.gov/BRAIN>
44. <http://www.humanbrainproject.eu/>
45. IFTF: internet human - human internet map
46. Global Trends 2030: Alternative Worlds. 2012
47. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23573251/>
48. <http://humanconnectome.org/about/project/>
49. The Valve Handbook for New Employees
50. Global Europe 2050. 2012
51. <http://www.indiegogo.com/projects/pavlok-a-personal-coach-wearable-that-shocks-you--2>
52. <http://neurobiotech.ru/ru/node/112>
53. <http://jawbone.com/blog/circadian-rhythm/>
54. Zurawicki Leon. 2010. “Neuromarketing Exploring the Brain of the Consumer”. University of Massachusetts : Boston
55. <http://www.wilddivine.com/accessories/iom-active-feedback-hardware-by-wild-divine/>
56. <http://www.thinkmelon.com/>
57. Элияху М. Голдрайт, Джефф Кокс Цель. Процесс непрерывного совершенствования = англ. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. — Минск: Попурри, 2009. — 496 с
58. <http://www.kickstarter.com/>
59. <http://www.indiegogo.com/>
60. <http://fold.it/portal/>
61. <http://secondlife.com/>
62. <http://eu.battle.net/ru/int?r=wow>
63. <http://metaver.net/tag/rapid-foresight/>
64. [http://www.openspaceworld.com/users\\_guide.htm](http://www.openspaceworld.com/users_guide.htm)

65. <http://www.theworldcafe.com/translations/minihosting-guide.pdf>
66. 2005–2055 SCIENCE & TECHNOLOGY Perspectives.2006
67. <http://www.oculus.com/>
68. <http://www.facerig.com/>
69. [www.espruino.com/](http://www.espruino.com/)
70. <http://www.xbox.com/ru-ru/kinect>
71. <http://www.leapmotion.com/>
72. <http://theeyetribe.com/>
73. <http://www.fitbit.com/>
74. <http://www.thalmic.com/en/myo/>
75. <http://www.indiegogo.com/projects/uno-noteband-get-notified-not-interrupted--3>
76. [www.spritzinc.com/](http://www.spritzinc.com/)
77. [www.finrobotics.com/](http://www.finrobotics.com/)
78. [www.nicolelislalab.net](http://www.nicolelislalab.net)
79. [schwartzlab.neurobio.pitt.edu](http://schwartzlab.neurobio.pitt.edu)
80. [brain.bio.msu.ru](http://brain.bio.msu.ru)
81. [cne.usc.ed](http://cne.usc.ed)
82. [www.project-rewalk.com](http://www.project-rewalk.com)
83. <http://www.nature.com/news/brain-blast-1.13220>
84. <http://www.nature.com/nature/journal/v501/n7466/full/501167b.html>
85. [neurosky.com/](http://neurosky.com/)
86. «Наука России в цифрах 2013». Москва,2013.
87. [http://www.bostondynamics.com/robot\\_bigdog.html](http://www.bostondynamics.com/robot_bigdog.html)
88. [http://www.bostondynamics.com/robot\\_cheetah.html](http://www.bostondynamics.com/robot_cheetah.html)
89. <http://www.whitehouse.gov/share/brain-initiative>
90. [http://www.salus.edu/nclvi/honoring/bach\\_y\\_rita.htm](http://www.salus.edu/nclvi/honoring/bach_y_rita.htm)
91. <http://www.eksobionics.com/>
92. <http://www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us/>
93. <http://hothardware.com/reviews/OCZ-NIA-BrainComputer-Interface/>
94. <http://www.mind-ball.ru/>
95. <http://sano.co/>
96. <http://healbe.com/>
97. [www.mindsparke.com/](http://www.mindsparke.com/)
98. [www.brainhq.com/](http://www.brainhq.com/)
99. <http://www.mediapost.com/publications/article/170311/qa-gen-ys-youngest-demand-authenticity-via-tex.html>
100. <http://www.alz.co.uk/media/100921>
101. <http://todaysgeriaticmedicine.com/archive/020110p22.shtml>
102. <http://sharpbrains.com/blog/2012/05/02/brain-spa-trend-travel-for-mental-fitness/>
103. <http://techcrunch.com/2013/04/03/founder-stories-lumositys-mike-scanlon-on-exercising-the-brain/>
104. <http://greatist.com/health/melon-mind-fitness-tracker-preview-part-one>
105. <http://www.kickstarter.com/projects/tanttle/emotiv-insight-optimize-your-brain-fitness-and-per>
106. <http://www.wisdom2summit.com/>
107. <http://group.aomonline.org/msr/>
108. <http://www.wired.com/business/2013/06/meditation-mindfulness-silicon-valley/>
109. <http://www.wilddivine.com/iom-feedback-hardware/iom-active-feedback-hardware/>
110. [http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2012-10/bch-vg102412.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/2012-10/bch-vg102412.php)

111. <http://www.eegspectrum.com/applications/adhdadd/>
112. <http://www.playattention.com/>
113. <http://www.forbes.com/sites/katiedrummond/2012/09/18/darpa-threat-recognition/>
114. <http://news.nationalpost.com/2013/06/05/thought-controlled-helicopter-shows-potential-of-brain-powered-devices/>
115. <http://www.wired.com/dangerroom/2012/02/darpa-sci-fi/>
116. [http://www.nytimes.com/2011/09/18/magazine/the-cyborg-in-us-all.html?pagewanted=all&\\_r=0](http://www.nytimes.com/2011/09/18/magazine/the-cyborg-in-us-all.html?pagewanted=all&_r=0)
117. <http://www.businessinsider.com/wearables-create-new-mobile-markets-2013-9>
118. <http://go.gigaom.com/rs/gigaom/images/wearable-computing-the-next-big-thing-in-tech.pdf>
119. <http://www.indiegogo.com/projects/healbe-gobe-the-only-way-to-automatically-measure-calorie-intake>