

# МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Широкое внедрение новых технологий облегчает повседневную жизнь, но в то же время усиливает внешние воздействия на нервную систему человека, что негативно сказывается на здоровье, качестве жизни и работоспособности. Так, экспоненциальный рост потоков информации нередко вызывает переутомление, нервные срывы, депрессию.

Современная диагностика функциональных состояний нервной системы в значительной степени опирается на методы нейровизуализации и нейростимуляции. Портативные устройства с высокой разрешающей способностью позволяют выявлять специфичные изменения в психике людей и корректировать те или иные психофизиологические функции.

С развитием подобных технологий и снижением цен на соответствующие приборы становится возможным переход от общих правил к учету индивидуальных особенностей пациентов.

В данном выпуске представлены методы нейровизуализации для мониторинга функционального состояния человека, неинвазивной стимуляции мозга для коррекции психики, а также функционального картирования мозга, применяемого для персонализированной реабилитации пациентов после повреждения мозга.

Трендлеттер выходит 1–2 раза в месяц.

Каждый выпуск посвящен одной теме:

- Медицина и здравоохранение
- Рациональное природопользование
- Информационно-коммуникационные технологии
- Новые материалы и нанотехнологии
- Биотехнологии
- Транспортные средства и системы
- Энергоэффективность и энергосбережение

Мониторинг глобальных технологических трендов проводится Институтом статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики ([issek.hse.ru](http://issek.hse.ru)) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

*При подготовке трендлеттера использовались следующие источники:*  
Прогноз научно-технологического развития России до 2030 года ([prognoz2030.hse.ru](http://prognoz2030.hse.ru)), материалы научного журнала «Форсайт» ([foresight-journal.hse.ru](http://foresight-journal.hse.ru)), «Наука в России», данные Web of Science, WIPO, transparencymarketresearch.com, businesswire.com, medcitynews.com, prnewswire.com, persistencemarketresearch.com, qiggroup.com, marketsandmarkets.com и т.д.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в ИСИЭЗ НИУ ВШЭ: [issek@hse.ru](mailto:issek@hse.ru), +7 (495) 621-82-74.

**Над выпуском работали:**

Евгений Благовещенский, Юлия Мильшина, Лилия Киселева, Елена Гутарук, Владимир Пучков.

© Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2017

# МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА: МЕТОДЫ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ

От баланса различных функциональных состояний человека (сон, бодрствование, повышенный или сниженный уровень тревожности и т.д.) зависят его психическое, физическое здоровье и эффективность работы. Однако из-за высокой стоимости и низкой мобильности устройств, необходимых для нейровизуализации активности мозга, мониторинг функциональных состояний пока проводится только лечащим врачом. Вмешательство в работу мозга происходит при патологических изменениях в здоровье. Миниатюризация устройств нейровизуализации и применение современных алгоритмов обработки данных (ЭЭГ — электроэнцефалографии; NIRS — спектроскопии в ближней инфракрасной области; современной полиграфии и др.) создают основу для более эффективного мониторинга и контроля за различными состояниями человека, связанными с активностью его мозга.

Благодаря улучшенной разрешающей способности, доступности оборудования и усовершенствованным методам анализа данных технологии нейровизуализации позволяют отслеживать даже незначительные аспекты активности мозга (функционального состояния) и, соответственно, предсказывать последствия на поведенческом и физиологическом уровнях. С помощью этой технологии человек может более продуктивно использовать собственные психофизиологические возможности и контролировать свою работоспособность (например, преодолевать сонливость пилота, которая может привести к катастрофическим последствиям).

## Технологическая эволюция: нейровизуализация для диагностики функционального состояния человека



### Эффекты

- Профилактика заболеваний, связанных с психосоматическими расстройствами
- Увеличение продолжительности жизни
- Повышение эффективности труда
- Возможность избежать ошибок, вызванных неадекватным состоянием человека
- Предотвращение переутомления, психических срывов и контроль психоэмоционального статуса человека

### Оценки рынка

**\$1,7 млрд**

достигнет мировой рынок нейрокомпьютерных интерфейсов к 2022 г. (темпы ежегодного прироста — 10%). Общий объем рынка в 2014 г. составил \$725 млн (наибольший сегмент рынка — Северная Америка)

**\$1,4 млрд**

может составить мировой рынок ЭЭГ устройств к 2021 г. (в 2014 г. — ок. \$880 млн, ежегодный темп прироста в 2014–2021 гг. — 7%)

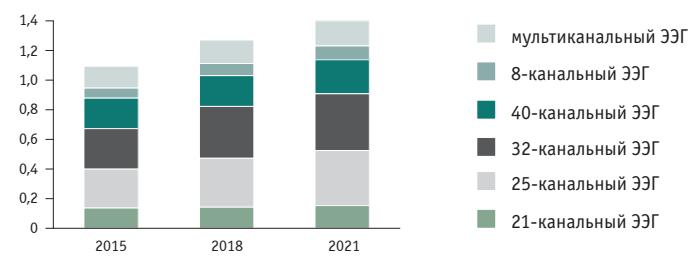
### Драйверы

- ↑ Рост потребности в эффективной оценке работоспособности человека в режиме реального времени
- ↑ Миниатюризация систем нейровизуализации
- ↑ Создание новых алгоритмов онлайн-обработки биоэлектрической активности

### Барьеры

- ↓ Отсутствие единых стандартов и платформ для мониторинга функционального состояния человека
- ↓ Нежелание людей подвергаться исследованию собственных психических способностей

### Структурный анализ: Мировой рынок ЭЭГ устройств, (2015–2021 гг., млрд долл.)



### Международные научные публикации



### Международные патентные заявки



### Уровень развития технологии в России



«Возможность альянсов» — наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами

## КОРРЕКЦИЯ ПСИХИКИ: НЕИНВАЗИВНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ МОЗГА

Точечное неинвазивное воздействие на человеческий мозг помогает улучшать память, повышать уровень внимания, снимать тревожность и даже лечить депрессию. Поддержка и коррекция психических функций раньше была возможна только посредством операционного вмешательства. Сегодня методы неинвазивной коррекции психики начинают активно применяться для профилактики и лечения различных психических расстройств как в клинической практике, так и в обычной жизни.

Любое инвазивное вмешательство в работу мозга или действие электромагнитных полей, как правило, изменяют электрофизиологическую активность его нейрональных клеток. Современные способы точечной неинвазивной стимуляции мозга предполагают специфичность эффектов. С появлением технологий транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) или транскраниальной электрической стимуляции (ТЭС), а также ультразвуковых технологий (в частности, стимуляции мозга с помощью ультразвука и света) стало возможным достигать длительных эффектов, направленных на модификацию памяти, внимания и других когнитивных функций человека.

### Технологическая эволюция: коррекция психики на основе неинвазивной стимуляции мозга



### Эффекты

- Возможность коррекции психики человека в соответствии с индивидуальными особенностями
- Предотвращение заболеваний нервной системы, связанных с психическими расстройствами
- Повышение эффективности труда и снижение влияния человеческого фактора
- Развитие талантов в каждом человеке и формирование более гармоничного социума

### Оценки рынка

**\$6,2 млрд**

составит в 2020 г. объем мирового рынка устройств для нейромодуляции (в 2015 г. — \$3,6 млрд, ежегодный темп роста — 11,2%)

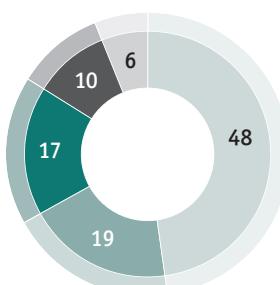
### Драйверы

- ↑ Миниатюризация систем неинвазивной стимуляции мозга (ТМС, ТЭС)
- ↑ Разработка новых протоколов стимуляции мозга
- ↑ Демонстрация долгосрочных эффектов неинвазивной стимуляции мозга
- ↑ Внедрение неинвазивной стимуляции в клинику для профилактики и лечения различных заболеваний нервной системы
- ↑ Потребность в увеличении эффективности работы мозга

### Барьеры

- ↓ Невозможность достоверно оценить эффекты воздействия на мозг человека в существенной временной перспективе (несколько десятков лет)
- ↓ Отсутствие единых стандартов и платформ для неинвазивной стимуляции мозга человека

### Структурный анализ: мировой рынок устройств внутренней нейростимуляции в 2020 г., %



- Стимуляция спинного мозга
- Глубокая стимуляция головного мозга
- Стимуляция крестцового нерва
- Стимуляция блуждающего нерва
- Электростимуляция желудка

### Международные научные публикации



### Международные патентные заявки



### Уровень развития технологии в России



«Возможность альянсов» — наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами

# ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ: ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ МОЗГА

Стандартные лечебные процедуры, применяемые после повреждения головного или спинного мозга, зачастую далеки не в полной мере учитывают индивидуальные особенности пациентов. А это имеет решающее значение для процесса реабилитации. Благодаря новым, более точным технологиям в области функционального картирования могут быть определены не только анатомические особенности того или иного участка мозга, но и его функциональная значимость. Индивидуальный подход к лечению на основе четкого выявления сохранившихся связей в мозге человека является одним из наиболее перспективных для пациентов с повреждениями мозга и существенно повышает эффективность всей системы здравоохранения.

Современные системы нейровизуализации и функционального картирования позволяют эффективно выявлять особенности работы мозга после различных повреждений (инсульта, мозговой травмы и т.д.). При помощи неинвазивной стимуляции можно оценивать, насколько у человека сохранились те или иные психофизиологические способности. Например, было показано, что даже небольшой процент сохранившейся моторной коры играет ключевую роль в процессах восстановления пациента. Новое направление неразрывно связано с молекулярной медициной, во многом обеспечивающей развитие соответствующих инновационных технологий, базирующихся на клеточных, биомолекулярных, нейрофизиологических и системных методах и средствах профилактики, диагностики, лечения и реабилитации.

## Технологическая эволюция: реабилитация на основе функционального картирования



## Эффекты

- Повышение эффективности технологий нейрореабилитации
- Восстановление трудоспособности людей, имеющее положительный эффект для всей экономики
- Увеличение продолжительности жизни
- Новый уровень развития системы здравоохранения
- Облегчение жизни людей, страдающих психическими заболеваниями

## Оценки рынка

**\$3,2 млрд**

достигнет рынок устройств для нейрореабилитации к 2024 г.  
(2022 г. — \$2,42 млрд;  
2015 г. — ок. \$900 млн).  
Ежегодные темпы роста с 2015 по 2024 гг. — 15,5%.  
На Северную Америку пришлось 42% всего объема рынка в 2015 г.

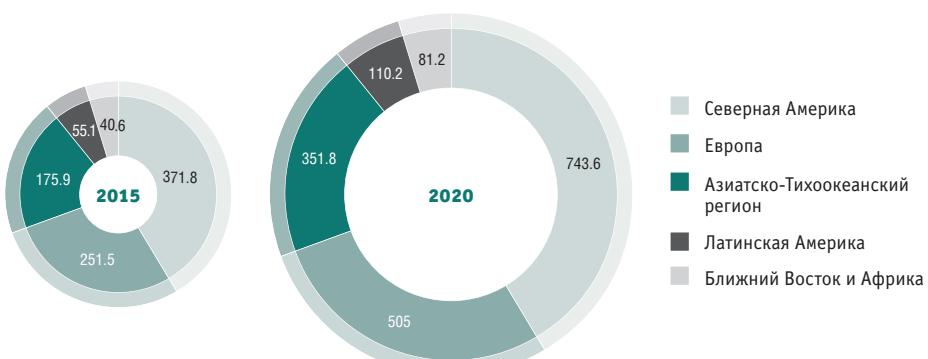
## Драйверы

- ↑ Рост доступности систем функционального картирования (ЭЭГ, ЭМГ, ТМС, ТЭС)
- ↑ Создание новых алгоритмов онлайн-обработки биоэлектрической активности
- ↑ Рост спроса на услуги персонализированной медицины

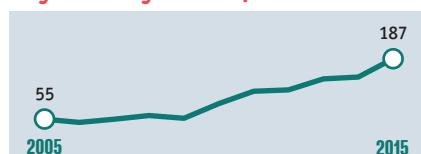
## Барьеры

- ↓ Отсутствие единых стандартов и платформ для мониторинга функциональных состояний человека
- ↓ Повышение требований к квалификации медицинских работников

**Структурный анализ:**  
мировой рынок устройств  
для нейрореабилитации  
по регионам (2015–2020 гг.,  
млн долл.)



## Международные научные публикации



## Международные патентные заявки



## Уровень развития технологии в России

«Заделы» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований