

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 специфические 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.

Трендлetter 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) в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

При подготовке трендлetterа использовались следующие источники:

Прогноз научно-технологического развития России до 2030 года (prognoz2030.hse.ru), материалы научного журнала «Форсайт» (foresight-journal.hse.ru), «Наука в России», данные Web of Science, WIP0, transparencymarketresearch.com, businesswire.com, medcitynews.com, prnewswire.com, persistencemarketresearch.com, qigroup.com, marketsandmarkets.com и т.д.

Более детальную информацию о результатах исследования можно получить в ИСИЭЗ НИУ ВШЭ: 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 авиадиспетчера, 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%)

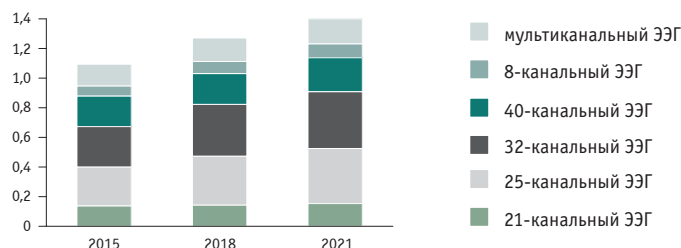
Драйверы

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

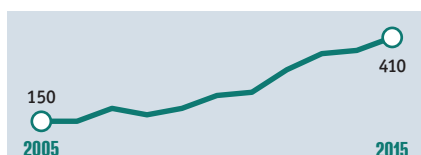
Барьеры

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

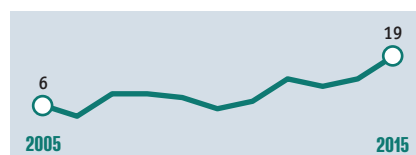
Структурный анализ: мировой рынок ЭЭГ устройств, (2015–2021 гг., млрд долл.)



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 ультрановых 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

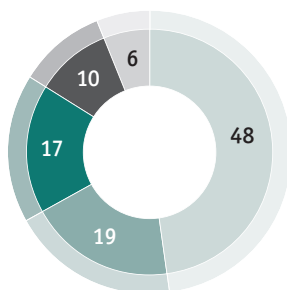
- ↑ Миниатюризация систем неинвазивной стимуляции мозга (ТМС, ТЭС)
- ↑ Разработка новых протоколов стимуляции мозга
- ↑ Демонстрация долгосрочных эффектов неинвазивной стимуляции мозга
- ↑ Внедрение неинвазивной стимуляции в клинику для профилактики и лечения различных заболеваний нервной системы
- ↑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



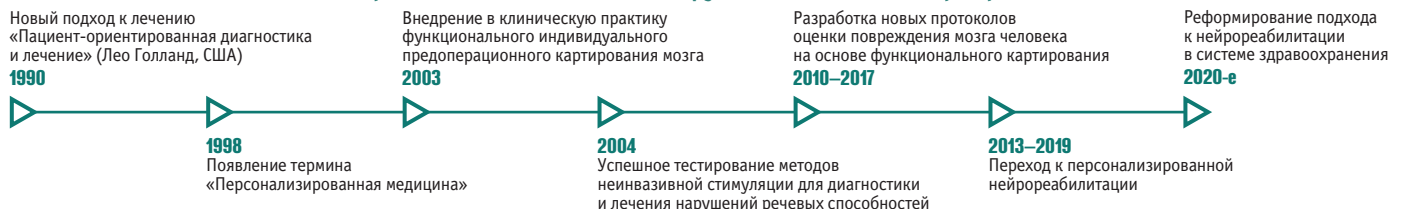
«Возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами

ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ: ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ МОЗГА

Стандартные лечебные процедуры, применяемые после повреждения головного или спинного мозга, зачастую далеко 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.

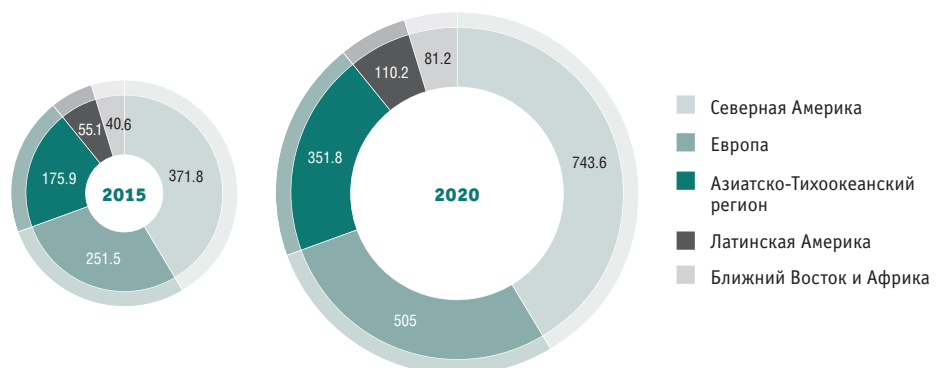
Драйверы

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

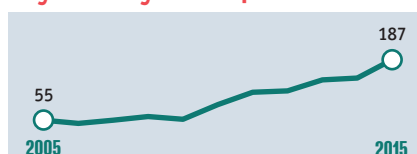
Барьеры

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

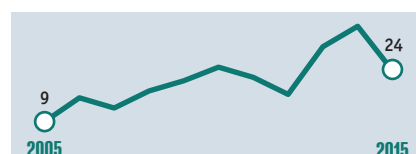
Структурный анализ: мировой рынок устройств для нейрореабилитации по регионам (2015–2020 гг., млн долл.)



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