

УДК 338.012

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕЧАТНОЙ НОСИМОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА САТУРАЦИИ КРОВИ

Залилова А.А. (Национальный исследовательский университет ИТМО),  
Научный руководитель – к.х.н., младший научный сотрудник, Санджиева М.А.  
(Национальный исследовательский университет ИТМО)

В статье рассмотрена актуальная ситуация на мировом рынке носимой электроники, а также перспективы развития wearable систем для непрерывного мониторинга состояния здоровья, в частности определения сатурации крови.

**Введение.** С началом всемирной пандемии все люди мира столкнулись с проблемой мониторинга кислорода в крови – маркера поражения дыхательной системы. Раньше пульсоксиметры преимущественно использовались работниками медицинских учреждений для выявления легочной недостаточности и других заболеваний, гипоксии у новорожденных и при анестезии. После распространения COVID-19 и выпуска рекомендаций ВОЗ по мониторингу кислорода в крови во время самостоятельного лечения возникли проблемы неудобного, проводного мониторинга уровня насыщения крови кислородом, которые приводили к усложнению процесса непрерывного отслеживания показателей, что замедляло процесс лечения и, как следствие, выздоровления.

### Основная часть.

На данный момент на портативном сегменте рынка представлены классические переносные проводные пульсоксиметры в виде жестких точечных электродов и беспроводные крупные пульсоксиметры – прищепки. Данные продукты недостаточно удобны в обиходе обычного пользователя, подходят лишь для единоразового измерения степени оксигенации.

Решение: переход к полностью интегрированным мягким электронным и оптоэлектронным системам (новым тонким и гибким адгезивным беспроводным системам мониторинга), которые в свою очередь резко повысят функциональность для ухода за пациентами, подарят возможность удобного непрерывного мониторинга и сделают медицину более предсказуемой и персонализированной. Тонкие и мягкие электронные системы, которые прилипают к коже, начинают преобразовывать здравоохранение. Миллионы ранних версий датчиков, компьютеров и передатчиков, сплетенных из гибких пленок, пластырей, повязок или татуировок, используются в десятках испытаний и их число быстро растет.

В течение десяти лет многие люди будут носить такие датчики постоянно. Собранные ими данные будут вводиться в алгоритмы машинного обучения для отслеживания показателей жизнедеятельности, выявления аномалий и отслеживания лечения. Проблемы со здоровьем будут выявляться на порядок раньше. Врачи будут удаленно наблюдать за выздоровлением своих пациентов, пока они находятся дома, и вмешиваться, если их состояние ухудшится. Всплески эпидемий будут быстро фиксироваться, что позволит властям мобилизовывать ресурсы, выявлять уязвимые группы населения и контролировать безопасность и эффективность выпускаемых лекарств. Все это сделает здравоохранение более предсказуемым, безопасным и эффективным.

На данный момент объем мирового рынка пульсоксиметров оценивается в \$2,3 млрд в 2020 году и, как ожидается, будет расти со среднегодовым темпом роста 6,4%. На рынке доминировал портативный сегмент, обеспечив самую большую долю выручки — почти 39% в 2020 году. Ожидается, что мировой рост расходов на здравоохранение, распространенность заболеваний с симптомами гипоксии, растущее значение наблюдения за пациентами и важность амбулаторного мониторинга и превентивных мер приведут к росту рынка. Согласно

прогнозам IDTechex в ближайшие 10 лет появятся обширные возможности для гибридной носимой электроники. Сенсоры, прикрепленные к различным гибким дорожкам, могут быть встроены в патчи и пластыри, либо вшиты в одежду.

Сохраняется повышенный спрос на постоянный мониторинг здоровья. Носимые устройства для wellness/фитнес-мониторинга — это растущий рынок, который потребует применение печатных сенсоров. Пренатальный и неонатальный скрининг для обнаружения заболеваний новорожденных — быстро растет не только распространенность определенных заболеваний у взрослого населения, которые оказывают значительное негативное влияние на пульс, но и высока распространенность врожденных пороков сердца, от которых ежегодно страдают почти 2 миллиона младенцев.

После пандемии осведомленность населения о важности самоизоляции и самоконтроля значительно возросла. Ожидается, что тенденция превентивных мер по отношению к различным заболеваниям усилится. Амбулаторный мониторинг пациентов поможет избежать ненужных посещений клиник и больниц. Удобные решения поспособствуют использованию пульсоксиметров не только для пациентов на дому, но и для сегмента wellness. Так же увеличение числа стран, требующих проведения скрининга новорожденных, приведет к увеличению спроса на гибкие пульсоксиметры.

#### **Выводы.**

Таким образом, технологии печатной носимой электроники для мониторинга сатурации крови являются актуальными. Анализ рынка выявил перспективы развития данного направления и зарубежные стартапы, которые занимаются исследованиями и разработкой датчиков для пренатального и неонатального мониторинга, пульсоксиметрии и обнаружения ночного апноэ. В России уже создаются и отрабатываются технологии производства устройства — гибкого пульсоксиметра (опытного образца), проводятся эксперименты и поиск стратегических партнеров по продуктам данного вида, что непременно является толчком в развитии wearable систем.

Залилова А.А. (автор)

Подпись

Санджиева М.А. (научный руководитель)

Подпись