

*Гаврилова Т.В.,
старший преподаватель кафедры «Экономика»
ФГБОУ ВО «Технологический университет им. А.А. Леонова»
Россия, г. Королев*

*Заблоцкая А.А.,
студент,
3 курс, кафедра «Экономика»,
ФГБОУ ВО «Технологический университет»
Россия, г. Королев*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА РЫНКЕ БИОНИЧЕСКИХ ПРОТЕЗОВ

***Аннотация:** В современном мире протезы конечностей играют важную роль в сфере медицинской технологии и обладают огромным потенциалом для улучшения качества жизни людей. По данным экспертов, именно эта область в Российской Федерации, в нынешних условиях, а именно в связи с: присоединением новых республик, и политической ситуацией будет максимально востребована. Уход с рынка иностранных компаний открывает для отечественных игроков новые возможности, однако сегодня, в связи с множеством санкций, перед отраслью бионических протезов, остро стоит вопрос развития отечественных информационных систем проектирования, а также мониторинга, увеличение объемов создания 3D-сканеров и иного оборудования, помогающего автоматизировать бизнес-процессы моделирования и создания реабилитационных устройств нового времени.*

***Ключевые слова:** Рынок бионических протезов, автоматизация медицинской отрасли, импортозамещение, ИТ-технологии*

Annotation: *In the modern world, prosthetic limbs play an important role in the field of medical technology and have great potential to improve people's quality of life. According to experts, it is this area in the Russian Federation, in the current conditions, namely in connection with the accession of new republics and the political situation, that will be in maximum demand. The withdrawal of foreign companies from the market opens up new opportunities for domestic players, however, today, due to many sanctions, the bionic prosthesis industry is facing an urgent issue of developing domestic information design systems, as well as monitoring, increasing the creation of 3D scanners and other equipment that helps automate business processes of modeling and creating rehabilitation devices of a new type time.*

Keywords: *Bionic prostheses market, medical automation import substitution, IT technologies*

Экспертами принято считать, что первые подобного рода реабилитационные устройства появились лишь в 2007 году благодаря британской компании TouchBionics, однако сегодня мировой рынок бионических протезов заметно вырос, и по прогнозам ученых, будет прогрессировать.

По данным исследовательской компании Coherent Market Insights, мировой рынок бионических протезов в 2022 году составил 131,52 млрд. руб., среднегодовой темп его роста в течение ближайших семи лет ожидается на уровне 8,8% [2]. Аналитики прогнозируют, что к 2030 году глобальный рынок достигнет 258,24 млрд. руб. [2] (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Перспектива развития мирового рынка бионических протезов в млрд. руб. (составлено автором на основе источника [2])

Российский же рынок на сегодняшний день является одним из крупнейших по числу пациентов, нуждающихся в протезировании.

В городе Москва открыто около 17 фирм-производителей протезов нижних и верхних конечностей. Такое небольшое количество игроков на рынке обусловлено крупными первоначальными вложениями и дорогостоящим ведением бизнеса. Стоит отметить, что многие фирмы ранее занимались исключительно импортом протезов, однако в нынешней сложной политической ситуации многие компании были вынуждены закрыться, а иные подверглись сильнейшей реорганизации, что, несомненно, ослабило рынок протезирования.

Наиболее серьезными проблемами на рынке бионических протезов на данный момент являются: проблемы с компонентной базой – микроэлектроникой, оборудованием и программным обеспечением, а также высокая зависимость рынка от китайского импорта, однако стоит сказать, что Минпромторг России поддерживает новые проекты и процесс импортозамещения.

На сегодняшний день на рынке специализированного оборудования для автоматизации процесса снятия мерок для создания бионических протезов используют 3D-сканеры. Они значительно сокращают время приема пациента, увеличивая тем самым количество обслуженных клиентов.

В России представлены модели отечественного и зарубежного производства, однако стоит понимать, что 3D-сканер выбирается в зависимости от преследуемых задач предприятия, а также областью протезирования. В связи с этим автором было принято решение проанализировать данные устройства, и дать им краткую характеристику (см. Таблицу 1).

Таблица 1 – Обзор 3D-сканеров отечественного и зарубежного производства (составлено автором на основе источников [8, 10, 13, 23])

| Характеристика | RangeVision Neopoint | Shining 3D EinStar | Scanform L5 | Thor3D Calibry | ScanTech |
|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Производитель | Россия | Китай | Россия | Россия | Китай |
| Наличие технической поддержки | + | + | + | + | + |
| Скорость обработки | 1100000 точек/с | до 14 кадров/с | 1100000 точек/с | 3 000 000 точек/с | 1500000 точек/с |
| Точность сканирования | До 0,5 мм | До 0,5 мм | До 0.04 мм | До 0.1 мм | До 0.1 мм |
| Сканирование текстур / цвета | + | + | - | + | + |
| Сканирование текстур / цвета | + | + | - | + | + |
| Зона сканирования | 210x130мм | 434x379 мм | 250x350 мм | 490x650 мм | 850x800 мм |
| Совместимые ОС | Windows | Windows | Windows | Windows | Windows |
| Количество камер | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |

Продолжение Таблицы 1

| Характеристика | RangeVision Neopoint | Shining 3D EinStar | Scanform L5 | Thor3D Calibry | ScanTech |
|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Технология сканирования | Оптическая структурированный подсвет | Оптическая структурированный подсвет | Оптическая лазерный подсвет | Оптическая структурированный подсвет | Оптическая структурированный подсвет |
| Стоимость, руб. | От 99 000 | От 85 000 | От 395 000 | От 469 000 | От 350 000 |

Таким образом, автором было выявлено, что все предлагаемые в России 3D-сканеры совместимы исключительно с операционной системой Windows, однако, несмотря на это разработчики предлагают использовать специальные продукты, помогающие адаптировать данное устройство. Также из данных таблицы видно, что стоимость такого продукта почти напрямую зависит от скорости передачи данных и точности сканирования.

По мнениям экспертов, наиболее востребованной моделью 3D-сканера в нынешних условиях является – «Thor3D Calibry», поскольку именно она обладает всеми необходимыми характеристиками для использования ее в целях снятия мерок с пациентов, желающих приобрести реабилитационное устройство замены конечности.

Рассматривая специализированное оборудование для производства бионических протезов, нельзя не упомянуть и 3D-принтеры, которые позволяют ускорить процесс производства протезов, снизив риски повторной доработки средства реабилитации, что в свою очередь сокращает временные, а также финансовые затраты, связанные с данным бизнес-процессом (см. Таблицу 2).

Таблица 2 – Обзор 3D-принтеров отечественного и зарубежного производства (составлено автором на основе источников (составлено автором на основе источников [7, 16, 17]))

| Характеристика | Wanhao Duplicator D12 500 | Elegoo Neptune 3 Max | Creality CR-K1 Max | PICASO Designer XL (series 2) | 3DIY STRATEX 500 | CreatBot D600 Pro |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------|---|
| Производитель | Китай | Китай | Китай | Россия | Россия | Китай |
| Технология печати | FDM / FFF | FDM / FFF | FDM / FFF | FFF/FDM | FFF/FDM | FDM / FFF |
| Корпус принтера | Открытый | Открытый | Закрытый | Закрытый | Закрытый | Закрытый |
| Область печати | 500x500x500 мм | 420x420x500 мм | 300x300x300 мм | 360 x 360 x 610 мм | 500x500x700 мм | 600x600x600 мм |
| Скорость печати | 30 - 150 мм/с | 30-180 мм/с | 600 мм/с | 160 мм/с | 160 мм/с | 10 - 200 мм/с |
| Программное обеспечение | Cura, Simplify 3D, Repetier-Host | Cura | Creality Print; Cura, Simplify3D, PrusaSlicer | PICASO 3D Polygon X™ | Repetier Host, Cura, Simplify3D | Creality Print; Cura, Simplify3D, PrusaSlicer |
| Поддерживаемые форматы файлов | STL, OBJ | STL, OBJ | STL, OBJ, AMF | STL, PLGX | STL, OBJ | STL, OBJ |
| Совместимые ОС | Windows, Mac OS, Linux | Windows | Windows, Mac OS | Windows | Windows, Mac OS, Linux | Windows, Linux |
| Стоимость, руб. | От 41 000 | От 48 000 | От 90 000 | От 619 000 | 479 900 | 1 149 000 |

Таким образом, анализируя данные таблицы, было выявлено, что все предлагаемые отечественные 3D-принтеры на рынке, имеют высокую стоимость, однако их характеристики ничуть не уступают китайским аналогам.

По мнениям экспертов, наиболее востребованными моделями 3D-принтеров в условиях импортозамещения на рынке бионических протезов в России являются – 3DIY STRATEX 500 и CreatBot D600 Pro (российского и китайского производства).

Проанализировав данные продукты более подробно, автор отдал свое предпочтение отечественной разработке, поскольку данный товар не уступает своими характеристиками зарубежному аналогу, имеет меньшую стоимость, а также в случаях поломки у пользователя не возникнет проблем с заказом нужных комплектующих.

В связи с тем, что процесс производства реабилитационных устройств нового времени является высокотехнологичным и требует больших временных, а также денежных затрат на моделирование, доработку и тестирование подобного рода протеза, инженерами принято использовать специальные информационные системы (CAD-системы), которые значительно упрощают бизнес-процесс проектирования.

- Согласно мнениям экспертов, внедрение CAD-системы позволяет предприятию достичь следующих экономических эффектов [21]:
 - Снижение затрат в денежном эквиваленте на проектирование и модификации конструкций деталей и узлов в среднем в 2-3 раза;
 - Сокращение сроков проектирования на создание конструкторской документации, интерактивных электронных технических руководств, в среднем в 3-5 раз;
 - Снижение затрат в денежном эквиваленте на оценку динамических зазоров, анализ и оптимизацию размеров на 70%.

Сегодня, несмотря на уход крупных поставщиков данной информационной системы, российские разработчики активно создают и выводят на рынок собственные продукты. На данный момент в России присутствуют качественные и конкурентоспособные отечественные CAD-системы (см. Таблицу 3).

**Таблица 3 – Обзор CAD-систем отечественного производства
(составлено автором на основе источников [14, 18, 22])**

| Характеристика | nanoCAD | КОМПАС-3D | T-FLEX CAD | ADEM |
|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Производитель | Россия | Россия | Россия | Россия |
| Наличие технической поддержки | + | + | + | + |
| Отсутствие сложностей в покупке лицензии | + | + | + | + |
| Формат 3D-моделирования | + | + | + | + |
| Совместимые ОС | Windows | Windows | Windows | Windows |
| Поддержка российских стандартов | + | + | + | + |
| Функциональность (по пятибалльной шкале) | 4 | 5 | 3 | 3 |
| Поддержка русского интерфейса | + | + | + | + |
| Стоимость в месяц, руб. | От 16 300 | От 29 100 | Договорная | Договорная |

Анализируя CAD-системы отечественного производства, автором было выявлено, что они имеют такую же проблему как и 3D-сканеры, а именно: совместимость исключительно с операционной системой Windows, однако иной их функционал ничуть не уступает зарубежным аналогам.

Наиболее востребованными CAD-системами среди инженеров-проектировщиков являются – «КОМПАС-3D» и «nanoCAD», поскольку их цена полностью оправдана качеством.

Несмотря на успешное развитие 3D-технологий в России, проблема с компонентной базой микроэлектроники для реабилитационных устройств нового времени по-прежнему является нерешенной. Стоит отметить, что данное замедление вызвано не только санкционным режимом в стране, но и тройным мировым кризисом в отрасли микроэлектронной промышленности.

В ответ на удорожание производства, сокращение резерва компонентов для цепочки поставок, снижение прибыли многие производители микроэлектроники сокращают расходы, оптимизируют численность персонала и капитальные затраты на дополнительные мощности.

Вдобавок ко всему, на данный момент сотрудничество с китайскими поставщиками микроэлектроники для реабилитационных устройств нового времени также становится проблематичным в виду длительных сроков поставок и отличия Госстандартов.

В связи с вышеперечисленными проблемами, эксперты в данной области считают, что России стоит сконцентрировать все силы в рамках единой, хорошо продуманной и реально осуществимой программы, а также учесть опыт имплементации такого рода программ в странах со схожим состоянием национального полупроводникового сегмента [9].

Вопреки всем трудностям, российским разработчикам удастся создавать новейшие ИТ-решения для производителей бионических протезов.

Ярким примером является создание проекта по удаленному мониторингу высокотехнологичных средств реабилитации ООО «Моторика» вместе с ПАО «Вымпел Коммуникации» [1], который объединяет бионические протезы с технологиями мобильного оператора и создает цифровое пространство, в котором люди с ограниченными возможностями будут проходить реабилитацию. Протезы же будут собирать данные и отправлять их в облачную платформу (Attilan), а у врачей будет доступ к этой информации, в связи с чем они смогут удаленно корректировать реабилитационную программу каждого отдельного пациента [5, 11].

Таким образом, оценивая перспективность импортозамещения на рынке реабилитационных устройств нового времени, стоит сказать, что несмотря на все сложности, по данным экспертов к 2030 году России удастся не только полностью обеспечить производителей отечественными аналогами, но и создать новейшие решения для данной отрасли.

Список использованной литературы

1. Билайн интегрировал SIM-карты в технологичные протезы / [Электронный ресурс] // mbradio.ru : [сайт]. — URL: <https://mbradio.ru/publication/3244> (дата обращения: 18.12.2023).
2. Бионические протезы // www.tadviser.ru URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Бионические_протезы (дата обращения: 10.12.2023).
3. Бионические протезы: кто создаёт киборгов в России? / [Электронный ресурс] // rb.ru : [сайт]. — URL: <https://rb.ru/longread/bionic-syborgs/> (дата обращения: 10.12.2023).
4. В поисках руки рынка / [Электронный ресурс] // www.kommersant.ru : [сайт]. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5633776> (дата обращения: 10.12.2023).
5. Главные характеристики 3D-принтера // vektorus.ru URL: <https://vektorus.ru/blog/harakteristiki-3d-printerov.html> (дата обращения: 20.10.24).
6. Инженеры создают протезы, с помощью которых можно определять предметы на ощупь / [Электронный ресурс] // hightech.fm : [сайт]. — URL: <https://hightech.fm/2023/06/01/somatosensory-feedback> (дата обращения: 18.12.2023).
7. Как выбрать 3D-принтер по характеристикам // top3dshop.ru URL: <https://top3dshop.ru/blog/kak-vybrat-3d-printer-po-harakteristikam.html> (дата обращения: 20.10.24).
8. Лучшие 3D сканеры 2023 среднего класса / [Электронный ресурс] // 3dtool.ru : [сайт]. — URL: <https://3dtool.ru/stati/luchshie-3d-skanery-2023-srednego-klassa/#thor3d-calibri> (дата обращения: 18.12.2023).
9. Микроэлектроника (мировой рынок) // www.tadviser.ru URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Микроэлектроника_%28мировой_рынок%29 (дата обращения: 20.10.24).

10. Обзор оптических 3D-сканеров: технология, производители, модели / [Электронный ресурс] // habr.com : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/companies/top3dshop/articles/509882/> (дата обращения: 18.12.2023).

11. Программисты создали систему дистанционного управления протезами / [Электронный ресурс] // transnetiq.ru : [сайт]. — URL: <https://transnetiq.ru/info/news/03-11-2021/> (дата обращения: 18.12.2023).

12. Протезы, которые «чувствуют»: операция по сенситивной связи протезов с нервной системой человека / [Электронный ресурс] // habr.com : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/595249/> (дата обращения: 18.12.2023).

13. Рынок 3D сканирования / [Электронный ресурс] // мниап.рф : [сайт]. — URL: <https://мниап.рф/analytics/Рынок-3D-сканирования/> (дата обращения: 18.12.2023).

14. САПР: что такое система автоматизированного проектирования / [Электронный ресурс] // sapr-soft.ru : [сайт]. — URL: <https://sapr-soft.ru/stati/sapr-cto-takoe-sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniya> (дата обращения: 18.12.2023).

15. Создание протезов с помощью 3D-технологий: эра новых возможностей / [Электронный ресурс] // dzen.ru : [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/YBA5Y6Pkfn7oKzZh> (дата обращения: 18.12.2023).

16. Тестируем новинку 2023 года - большой, отечественный FDM 3D принтер, Stratex 500 конкурент D600 Pro ? // 3dtool.ru URL: https://3dtool.ru/vse-novosti/testiruem_novinku_2023_goda_bolshoy_otchestvennyu_fdm_3d_printer_stratex_500_konkurent_d600_pro/ (дата обращения: 20.10.24).

17. ТОП-15 лучших 3D-принтеров: Рейтинг 2023-2024 года // tekhnogarant.com URL: <https://tekhnogarant.com/rejting-3d-printerov#rejting-top-15-luchshih-3d-printerov-na-2023-2024-god> (дата обращения: 20.10.24).

18. Топ-15 программ САПР: бесплатные и коммерческие / [Электронный ресурс] // interior-design-programs.ru : [сайт]. — URL: <https://interior-design-programs.ru/sapr-programmy.php> (дата обращения: 18.12.2023).

19. Части тела: как рынок протезов в России пошел на взлет / [Электронный ресурс] // www.rbc.ru : [сайт]. — URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/65377d919a7947c1f7a2dd21> (дата обращения: 10.12.2023).

20. Частный бизнес и рынок протезирования / [Электронный ресурс] // www.if24.ru : [сайт]. — URL: <https://www.if24.ru/chastnyj-biznes-i-rynok-protezirovaniya/> (дата обращения: 10.12.2023).

21. Эффективность внедрения САД-систем / [Электронный ресурс] // pandia.ru : [сайт]. — URL: <https://pandia.ru/text/78/154/60170.php> (дата обращения: 26.12.2023).

22. CAD // adem.ru URL: https://adem.ru/products/cad/?utm_medium=cpc,banner&utm_source=yandex&utm_campaign=80853365&utm_term=cad%20системы&yclid=10652393556523876351 (дата обращения: 20.10.24).

23. 3D-сканирование автоматизирует и ускоряют изготовление протезов / [Электронный ресурс] // industry3d.ru : [сайт]. — URL: <https://industry3d.ru/at-news/3d-skanirovanie-avtomatiziruet-i-uskoryayut-izgotovlenie-protezo/> (дата обращения: 18.12.2023).