

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.396.65+616.5

Яшкин  
Александр Викторович

Методы повышения надежности медицинского  
оборудования на основе радиотехнологий

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-39 80 01 «Радиосистемы и радиотехнологии»  
(профилизация «Информационные радиотехнологии»)

---

Научный руководитель  
Титович Николай Алексеевич  
кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2024

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей диссертации особое внимание уделяется вопросам повышения надежности работы медицинского оборудования благодаря использованию радиотехнологий. Надежность работы оборудования – это способность устройства или системы функционировать без сбоев или отказов в течение определенного периода времени в заданных условиях эксплуатации. Она является важным аспектом при разработке и выборе оборудования, особенно в критических областях как медицина, где отказы могут иметь серьезные последствия.

Перед началом исследования в диссертации проводится обзор радиотехнологических методов и принципов, используемых в медицинском оборудовании. Этот обзор включает в себя анализ преимуществ и недостатков оборудования, построенного на данных принципах. Детально рассматривается проблема бесперебойной связи лазера с манипулятором, которая может быть нарушена пользователем по причине повреждения электрического кабеля или разъёма в процессе эксплуатации, что влечёт за собой некорректную работу устройства или вовсе её полное прекращение. Полученные данные позволяют определить актуальные проблемы, стоящие перед исследователями в данной области.

На основе проведенного обзора формулируются цели и задачи исследования. Основной целью является использование не только конструктивных, но и программных методов для повышения надежности работы медицинского оборудования. Для достижения этой цели ставятся следующие задачи:

1. Провести анализ медицинского оборудования, построенного с использованием радиотехнологий, при этом описать преимущества и недостатки полученных реализаций;
2. Проанализировать причины многочисленных отказов в работе медицинского лазера, а также предложить радиотехнологические методы по увеличению надежности работы лазера;
3. Разработать беспроводной манипулятор для медицинского лазера согласно предъявленным к нему требованиям по надежности работы, используя конструктивные методы;
4. Применить программные методы, обеспечивающие повышения надежности оборудования в сложной электромагнитной обстановке.

Полученные в ходе исследования результаты могут быть использованы для улучшения существующей конструкции манипулятора. Это обеспечит бесперебойную связь лазера и манипулятора, что приведет к увеличению надежности работы всего лазера и положительно скажется на процессе его эксплуатации.

Подводя итог, можно сказать, что данная магистерская диссертация является важным шагом в развитии вопросов, касающихся использования радиотехнологических методов с целью увеличения надежности работы

оборудования. Ожидается, что результаты исследования найдут широкое применение в индустрии, а также будут внедрены на производстве.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Структура магистерской диссертации определена целью, задачами и логикой исследования. Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Тема работы относится к области радиосистем и радиотехнологий.

Структура магистерской диссертации определена целью, задачами и логикой исследования. Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Тема работы относится к области радиосистем и радиотехнологий.

Во введении описана актуальность исследования и основные задачи работы.

В первом разделе проведен анализ использования радиотехнологий в современной медицине, а именно какие радиотехнические принципы используются в методах функциональной диагностики и не только. Рассмотрены вопросы построения систем телемедицины благодаря развитию беспроводных технологий. Проведен обзор беспроводных медицинских датчиков.

Во втором разделе был рассмотрен косметологический медицинский лазер и описаны проблемы его ненадежной работы ввиду использования проводного соединения лазера с манипулятором. Предложено использовать радиоканал для передачи данных между лазером и манипулятором. Приведено обоснование технических требований для разработки устройства. Также подробно описаны этапы разработки функциональных блоков и приведены теоретические сведения об используемых методах

Третий раздел посвящен разработке электрической принципиальной схемы беспроводного манипулятора. Приведены электрические расчеты элементов, а также моделирование и оценка разработанного устройства. Итогом стала принципиальная электрическая схема беспроводного манипулятора.

В четвертом разделе предложено использовать программные методы, включающие в себя стандартизированные протоколы передачи данных, а также специальное программное обеспечение. Итогом является улучшенная помехоустойчивость и качественная работа всего программного обеспечения,

В заключении излагаются основные выводы по результатам работы в соотнесении их с общей целью и поставленными задачами.

Результаты работы отображены в двух публикациях.

Общий объем диссертации составляет 79 страниц. Библиографический список включает 35 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа посвящена разработке методов повышения надежности медицинского оборудования на основе радиотехнологий.

В первом разделе проведен анализ использования радиотехнологий в современной медицине, а именно какие радиотехнические принципы используются в методах функциональной диагностики и не только. Установлено, что многие медицинские процедуры функциональной диагностики основана на радиотехнических принципах и эффектах. Проведен обзор беспроводных датчиков для телемедицины. Рассмотрены вопросы построения систем телемедицины и предложена структурная схема беспроводной мониторинговой сети для учреждения здравоохранения. Проведен анализ проблем использования радиочастотного спектра.

Во втором разделе приведено обоснование технического задания на разработку манипулятора медицинского лазера с беспроводным управлением. Подробно рассматриваются радиотехнические методы, позволяющие повысить помехоустойчивость устройства. На основании рассмотренных методов составляются функциональные схемы блоков манипулятора.

Третий раздел посвящен разработке электрической манипулятора медицинского лазера с беспроводным управлением. Приводятся электрические расчеты элементов, а также моделирование и оценка разработанного устройства. Немаловажным является анализ разработанного устройства, в результате которого выявляются некоторые недостатки, которые в дальнейшем можно решить, используя программные методы.

Таким образом, данная магистерская диссертация является важным шагом в развитии вопросов, касающихся использования радиотехнических методов с целью увеличения надежности работы оборудования. Ожидается, что результаты исследования найдут широкое применение в промышленности, а также будут внедрены на производстве.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данной диссертации являлась использование радиотехнологических методов повышения надежности медицинского оборудования. Данные методы, основаны на применении не только конструктивных, но программных способах.

В целях исследования проведен анализ причин множественных отказов в работе медицинского лазера, возникающих из-за физического воздействия пользователя на канал связи, а также нарушения целостности электрического кабеля.

В рамках работы решены следующие задачи:

- Проведен анализ медицинского оборудования, построенного с использованием радиотехнологий, при этом описать преимущества и недостатки полученных реализаций;

- Проанализированы радиотехнические методы по увеличению надежности работы лазера;

- Разработан беспроводной манипулятор для медицинского лазера согласно предъявленным к нему требованиям по надежности работы, используя при конструктивные методы;

- Применены программные методы, обеспечивающие повышения надежности оборудования в сложной электромагнитной обстановке.

Научная новизна работы заключается в разработке беспроводного манипулятора, построенного на базе трансивера *ADF7023*, для медицинского лазера с применением современной элементной базы и использованием стандартизированных протоколов передачи данных. Разработанный манипулятор обладает повышенной надежностью и помехозащищенностью.

Практическая ценность заключается в улучшении стабильности работы всего лазера по причине снижения числа отказов, а, следовательно, снижению затрат на ремонт и обслуживание оборудования. Таким образом, на рынке медицинских лазеров фирма-производитель получает преимущество перед конкурентами, по причине меньшей вероятности простоев оборудования у заказчиков из-за поломок.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Яшкин, А.В. Манипулятор медицинского лазера с беспроводным управлением / А.В. Яшкин, Н.А. Титович // Информационные радиосистемы и радиотехнологии : материалы науч.-техн. конф. (Республика Беларусь, Минск, 29–30 ноября 2022 года) / редкол. : В. А. Богуш [и др.]. – Минск: БГУИР, 2022. – С. 21–23.
2. Титович, Н.А. Обзор возможностей систем на кристалле и протоколов беспроводной передачи данных / Н.А. Титович, А.В. Яшкин // Информационные радиосистемы и радиотехнологии : материалы науч.-техн. конф. (Республика Беларусь, Минск, 23–24 апреля 2024 года) / редкол : В. А. Богуш [и др.]. – Минск: БГУИР, 2024.