

## Отзыв официального оппонента

на диссертацию **Рыжова Антона Игоревича**

**«СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ХАОТИЧЕСКИХ РАДИОИМПУЛЬСОВ»**,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.03 – «Радиофизика»

Диссертация А.И. Рыжова посвящена вопросам построения беспроводных сенсорных сетей, аппаратных и программных средств создания беспроводных сенсорных сетей (БСС) медицинского назначения, оценке их характеристик. В последние десятилетия здравоохранение переживает существенные преобразования, связанные с переходом на цифровые и сетевые технологии. В связи с этим, тематика диссертации является исключительно актуальной.

В диссертации рассматривается задача создания БСС медицинского назначения на основе сверхширокополосной (СШП) прямохаотической технологии.

Первая глава диссертации представляет собой аналитический обзор работ по созданию и испытаниям экспериментальных БСС медицинского назначения. В таких сетях выделяют магистральную зону, обеспечивающую доставку данных по всему медицинскому учреждению, и зону нательных сетей (БНС), которые располагаются на или около тела человека. Анализ показывает, что одной из наиболее важных характеристик БСС медицинского назначения является пропускная способность (скорость передачи данных). Также важными являются такие аспекты, как электромагнитная совместимость с электронной медицинской аппаратурой, надёжность передачи данных, экологическая безопасность, конфиденциальности и др.

В первой главе рассматриваются основные положения стандарта IEEE 802.15.6 для БСС медицинского назначения, анализируются общие черты и различия с существующими стандартами беспроводной персональной связи. В данном стандарте важная роль отводится беспроводным СШП средствам связи

на основе хаотических радиоимпульсов. В главе формулируются требования к перспективным СШП БСС медицинского назначения и ставится задача построения БСС, удовлетворяющей этим требованиям на основе СШП прямохаотических приемопередатчиков.

Вторая глава диссертации посвящена вопросам распространения СШП хаотических радиосигналов в типичных средах медицинских учреждений, характеризующихся многолучевой обстановкой, наличием большого количества металлического оборудования, поглощением сигнала. Автор выделяет и рассматривает три основные ситуации: распространение в помещениях и между помещениями; распространение вблизи тела человека; распространение сигнала в среде с металлическими предметами. Помимо анализа известных данных, автор проводит экспериментальные исследования и приводит оценки характеристик распространения. Показано, что с СШП хаотические радиоимпульсы диапазона 3 - 5 ГГц в типичных условиях медицинского учреждения демонстрируют в целом лучшие характеристики распространения, чем узкополосные сигналы этого же диапазона, и могут быть использованы для создания БСС.

В третьей главе автор рассматривает задачу создания БСС на основе СШП хаотических приёмопередатчиков для сбора медицинских показателей пациентов. Дается теоретическая оценка таких характеристик экспериментальной СШП сенсорной сети, как пропускная способность, электромагнитная совместимость, сложность структуры сети и алгоритмов её работы, энергопотребление, и показывается, что по этим параметрам сети на основе прямохаотических приёмопередатчиков ППС-43 существенно превосходят сети технологий ZigBee или Wi-Fi. Также, проведены исследования экспериментальной БСС по следующим сценариям: передача данных из нескольких помещений, передача данных от ансамбля сенсорных узлов, передача данных от движущегося сенсорного узла. Установлено, что данные от сенсорного узла непрерывно и надежно поступают на базовую станцию и отображаются на экране компьютера, в том числе во время движения. Для этого было разработано специальное программное обеспечение для управления как отдельных узлов сети, так и всей се-

тью в целом, в том числе, программа для ПК, позволяющая задавать настройки узлов сети и визуализировать данные, получаемые от узлов сети.

Суммируя опыт теоретической и экспериментальной работы с СШП хаотическими системами, автор в главе 4 исследует оригинальную экспериментальную модель передачи информации между нейронами с помощью созданной в работе беспроводной СШП сети. Узлы сети выступают в качестве нейроноподобных элементов, вместо сенсоров на узлах устанавливаются специальные платы-актуаторы с микроконтроллерами, на которых обчислываются математические модели нейрона-передатчика или нейрона-приемника. Сигналы между нейронами-узлами в цифровой форме передается по СШП беспроводному каналу связи. В главе получена оценка скорости передачи информации в живых нейронных системах (около 100 бит/с). Эксперименты показали, что наличие радиоканала и возможные вносимые им возмущения в процесс передачи не сказываются на результатах взаимодействия нейрона-передатчика и нейрона-приемника. Это обстоятельство открывает возможности для использования БСС в интересах экспериментального исследования динамики и информационных процессов в многоэлементных нейроподобных ансамблях.

Полученные автором результаты представляют большой интерес как для исследователей, работающих с многоэлементными ансамблями в разных областях науки, так и для разработчиков беспроводных систем и сетей связи на СШП хаотических сигналах. Они существенно дополняют и расширяют понимание вопросов функционирования сверхширокополосных беспроводных сетей на хаотических сигналах в реальных условиях, а также снабжают исследователей и разработчиков информацией, необходимой для создания таких сетей.

Несомненным достоинством диссертации является ее экспериментальный характер.

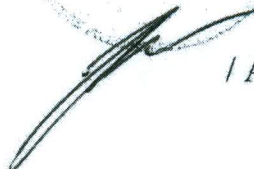
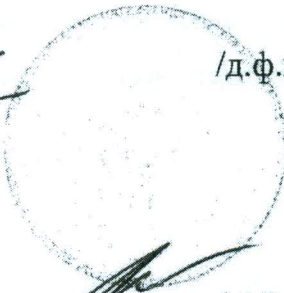

Диссертация написана ясно, достаточно грамотно и подробно. Автореферат отражает содержание диссертации. Основные результаты диссертации опубликованы в 8 статьях в журналах и изданиях из списка ВАК.

К недостаткам диссертации можно отнести:

1. Недостаточное статистическое обоснование результатов экспериментов. Определение затухания сигнала при прохождении СШП хаотических радиоимпульсов (раздел 2.3), а также эксперименты по прохождению сигналов через щели в металлических поверхностях (раздел 2.4), вообще говоря, требуют усредненных статистических оценок для ряда экспериментов с указанием соответствующей погрешности измерений.
2. В работе упоминается о такой важной характеристике как надежность системы передачи, однако количественные оценки качества передачи, сравнение их с существующими сенсорными сетями (Глава 3) практически отсутствуют.

Указанные замечание не снижают в целом общего положительного впечатления от диссертации. Работа является законченным, оригинальным исследованием, полностью отвечает требованиям ВАК России, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор А.И. Рыжов заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Подпись С.О. Старкова заверил  
Директор ИАТЭ НИЯУ МИФИ



/д.ф.м.н. Старков С. О./

16.09.2015

/ Айрапетова Н.Г./

ФИО: Старков Сергей Олегович

Учёная степень: д.ф.-м.н.

Специальность: радиофизика

Почтовый адрес: 249040, Калужская область, г. Обнинск, Студгородок, д.1

Телефон: 8-910913-71-87

Адрес электронной почты: starkov@iate.obninsk.ru

Наименование организации: Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Учёное звание: с.н.с.

Должность: зав кафедрой Компьютерных систем, сетей и технологий