

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Рыжова Антона Игоревича
«Сверхширокополосные беспроводные сенсорные сети
медицинского назначения на основе хаотических радиоимпульсов»,

представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук

по специальности 01.04.03 – «Радиофизика»

Направления науки и техники, связанные с беспроводными сенсорными сетями, в последнее время активно развивается благодаря растущему интересу к таким сетям в промышленности, в медицине, в быту и других областях. Разработка беспроводной сети является сложной системной проблемой, охватывая несколько уровней исследований, от физического уровня до уровня сценариев и приложений. Набор требований к сети существенно зависит от области ее применения, что приводит к формированию совершенно уникальной постановки задачи.

Диссертация Рыжова А.И. посвящена проблеме создания беспроводных сенсорных сетей (БСС) медицинского назначения с применением сверхширокополосных хаотических радиоимпульсов в качестве несущего радиосигнала. Целью диссертации является создание и исследование экспериментальной беспроводной сенсорной сети медицинского назначения на основе СШП хаотических радиоимпульсов, включая анализ вопросов распространения хаотических радиоимпульсов в условиях медицинских учреждений, разработку аппаратных и программных средств, изучение поведения БСС в средах, характерных для медицинских учреждений, и оценку ее ключевых характеристик.

Проведенные в работе научные исследования представляют интерес как с фундаментальной, так и с прикладной точек зрения. Тема работы является, таким образом, весьма актуальной. Содержание работы соответствует паспорту специальности 01.04.03 – радиофизика.

Работа состоит из Введения, четырех Глав и Заключения.

Во Введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель и задачи исследований, изложены положения, выносимые на защиту и краткое содержание работы. Кратко изложены полученные результаты и обоснование их научной новизны и практической значимости; личный вклад автора.

В первой главе ставится и решается системная задача по формулировке требований к организации беспроводной сети медицинского назначения. Структура сети организована как система локальных источников информации, объединенных локальными каналами связи, которые объединены магистральными линиями доставки данных в единый центр. Такая архитектура сети возникает естественным образом в силу способа размещения пациентов в лечебных учреждениях.

Во второй главе рассматривается вытекающая из данной постановки задачи необходимость исследования распространения радиоволн в помещениях и между помещений; распространение вблизи тела человека; прохождение СШП хаотического радиосигнала сквозь металлические поверхности. Приводятся конкретные данные по ослаблению радиоволн при прохождении через стены, через металлические поверхности.

В третьей главе суммируются результаты первых двух глав и сводятся воедино все полученные результаты, касающиеся процессов передачи информации между узлами сети. Проводится теоретическая оценка основных характеристик экспериментальной СШП сенсорной сети на основе СШП хаотических радиоимпульсов. Отметим, что оценка базируется на экспериментальных данных, полученных с помощью реальной аппаратуры – СШП приёмопередатчиков ППС – 43. Оценивается пропускная способность сети, надежность связи, уровень электромагнитного фона, энергопотребление узлов сети. Приведены примеры практической реализации

беспроводных сетей для нескольких типичных ситуаций передачи информации. Так, успешно реализована передача данных от специально разработанного пульсометра.

В четвертой главе, посвященной реализации модели нейронной сети на базе моделей нейронов Ходжкина-Хаксли ставится и решается задача, которая не носит столь явно выраженного прикладного характера, но представляет интерес с точки зрения организации обмена информации в сетях связи, в которых в качестве носителя используются импульсные сигналы. Используя аналогию между БСС и сетью нейронов, автор рассматривает конкретную задачу по синхронизации нейроподобных элементов, которые обмениваются импульсными сигналами.

Оценивая всю работу, следует отметить её целостность и направленность на комплексный анализ характеристик разрабатываемой медицинской сети, причем анализ сделан на основе экспериментальных данных. Полученные автором результаты показывают перспективность разрабатываемой системы. Так, наблюдаемый уровень электромагнитного фона не превосходит рекомендуемого стандартом IEEE802.15.6, а энергопотребление в 3-5 раз меньше, чем у узкополосных систем на основе технологии ZigBee. Использование СШП сигналов позволяет получить большую пропускную способность сети. Например, система позволяет подключение около 250 каналов по 3200 Бит/с для передач ЭКГ, что более чем на порядок превышает возможности узкополосных сенсорных систем на основе технологии ZigBee.

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что автор впервые исследовал распространение СШП хаотических радиоимпульсов через стены зданий, щели в металлических поверхностях и вблизи поверхности тела человека, в которых получены оценки затухания СШП сигналов в этих средах. Также была создана и исследована экспериментальная СШП прямохаотическая сенсорная сеть для медицинских учреждений и даны рекомендации для создания таких сетей будущего поколения.

Материалы диссертационной работы опубликованы в профильных научных отечественных и зарубежных периодических изданиях и достаточно полно отражены в ряде выступлений на ведущих международных конференциях. Диссертация хорошо оформлена и проиллюстрирована соответствующими рисунками и таблицами. Автореферат правильно отражает содержание работы.

По работе имеются следующие замечания:

1. В третьей главе делается неочевидный вывод об увеличении надежности сети за счет отказа от каких либо механизмов доставки пакетов на канальном уровне сети. С одной стороны автор резонно замечает, что в случае, если потоки информации в сети значительно меньше её пропускной способности, то за счет полного отсутствия координации между узлами сети, необходимой для доставки пакетов, (т.е. без реализации гарантирования надежной доставки данных), возможно использование режимов с независимым сбором и передачей данных от каждого сенсорного устройства. В этом случае несмотря на отсутствие координации между узлами, столкновения между пакетами, передаваемыми по сети, маловероятны. Формально такой режим работы резко упрощает алгоритмы работы сети по сравнению со случаем синхронной работы узлов сети, и, при прочих равных условиях, делает сеть проще и на первый взгляд надежней, но, что автор понимает в данном случае под надежностью применительно к беспроводной сети не очень понятно.

Следует также добавить, что далеко не для всех типов данных, передаваемых с низкой скоростью, с точки зрения медицины может быть приемлема ненулевая, хотя и очень малая, вероятность потери пакетов. Здесь все очень зависит от конкретной медицинской задачи.

2. Второе замечание касается четвертой главы, где проводится аналогия между беспроводной сетью и нейронами. Автор получает оценку скорости передачи информации между нейронами, однако данная оценка во многом спорная, так как сам термин "объем информации, передаваемый между нейронами" не может быть четко определен вне контекста конкретной сети и состояний отдельных нейронов, искусственный аналог которых в виде модели Ходжкина-Хаксли отражает всего лишь динамику нейрона в ответ на спайки, но никак не отражает состояния нейрона как обработчика неких объемов информации в нейронной сети.

Приведенные замечания ни в коей мере не снижают общего положительного впечатления от работы. Диссертация А.И.Рыжова является целостным и законченным исследованием, в котором решены важные задачи, связанные с разработкой сверхширокополосных беспроводных сенсорных сетей медицинского назначения на основе хаотических радиоимпульсов. Она соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор – Рыжов Антон Игоревич заслуживает присвоения ему искомой ученой степени по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

08.09.2015

Клиньшов Владимир Викторович,
к.ф.-м.н., с.н.с. Института Прикладной Физики РАН

/Клиньшов В. В./

Подпись В.В. Клиньшова заверил
Ученый секретарь ИПФ РАН

/Корюкин И. В./

ФИО: Клиньшов Владимир Викторович

Учёная степень: кандидат физико-математических наук

Специальность: 01.04.03 - радиофизика

Почтовый адрес: 603950, г. Н. Новгород, ул. Ульянова, д. 46

Телефон: +79107956576

Адрес электронной почты: vladimir.klinshov@gmail.com

Наименование организации: Институт Прикладной Физики РАН

Учёное звание:

Должность: старший научный сотрудник