

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям,

кандидат технических наук

А. И. Отто

2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Дмитриева Эдгара Михайловича «Формирование и обработка сигналов в системах передачи информации по сетям электропитания», представленной на соискание

ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13.

Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы диссертационной работы

Актуальность диссертационной работы Дмитриева Эдгара Михайловича обусловлена несколькими важными аспектами. Во-первых, телекоммуникационные системы передачи информации по сетям электропитания (PLC) используются сегодня для предоставления услуг широкополосного доступа в Интернет, передачи данных в устройствах Интернета вещей, а также в системах умного дома и умного производства. В связи с увеличением числа подключаемых устройств и ростом объемов передаваемой информации в данных областях требуется постоянное повышение эффективности передачи данных, что включает улучшение спектральной эффективности и снижение вычислительной сложности алгоритмов обработки сигналов. Следовательно, в условиях растущей цифровизации и увеличения плотности сетей электропитания эти задачи, рассмотренные автором в работе, становятся особенно актуальными.

Во-вторых, использование сетей электропитания для передачи данных предоставляет значительные преимущества, включая возможность

использования существующей инфраструктуры для связи и снижение затрат на развёртывание новых сетей. Однако такие сети имеют свои специфические проблемы, такие как высокий уровень помех и ограниченность в выборе диапазона частот для передачи, что требует разработки новых методов и алгоритмов для эффективной работы PLC систем.

В диссертации Дмитриев Эдгар Михайлович предлагает новые решения для этих задач, включая метод адаптивной модуляции, метод цифро-аналоговой компенсации сигнала собственного передатчика в PLC системах без временного и частотного разделения передаваемого и принимаемого сигналов, а также алгоритмы синхронизации, которые могут значительно улучшить производительность PLC систем.

Актуальность работы также подтверждается практическими внедрениями и результатами, полученными в сотрудничестве с промышленными партнёрами, что свидетельствует о её важности и применимости в реальных условиях.

Анализ содержания работы

В первом разделе проведён обзор основных принципов реализации физического уровня в системах передачи данных по сетям электропитания. Рассмотрены существующие стандарты широкополосной и узкополосной связи в современных PLC системах. Во втором разделе приведены результаты исследования канала передачи данных и отмечены его особенности. В третьем разделе рассмотрена адаптивная модуляция в системах передачи данных по сетям электропитания, приведено описание предлагаемого метода и представлены результаты моделирования и сравнения с известным методом. В четвертом разделе идёт речь о методах реализации технологии полного дуплекса в беспроводных системах связи и на их основе предлагается метод полнодуплексной связи для СПИ по сетям электропитания, представлены результаты моделирования, определяющие требуемый уровень компенсации, приведено описание макета и эксперимент по исследованию уровня

компенсации сигнала собственного передатчика. В пятом разделе рассматриваются алгоритмы обнаружения сигнала и предлагается алгоритм реализации на программируемых логических схемах, который позволяет сократить вычислительные затраты.

Достоверность положений и выводов работы

Достоверность результатов обеспечена согласованностью полученных теоретических и практических результатов с известными фундаментальными постулатами и экспериментальными данными авторитетных ученых в изучаемой отрасли знаний, а также подтверждается обсуждением итогов экспериментов на тематических научных конференциях и внедрением результатов в практике.

Новизна полученных результатов

Новизна диссертационной работы заключается в следующем: предложен новый метод адаптивной модуляции для PLC систем, использующих ортогональное частотное мультиплексирование, который отличается от известных методов этапами оценки канала передачи и назначения типа модуляции, а также учётом наличия переменной составляющей в канале распространения сигнала. Соискателем разработан новый метод цифро-аналоговой компенсации сигнала собственного передатчика для полнодуплексных PLC систем, который включает операции оценки передаточной характеристики приёмо-передающего тракта и предсказания компенсационного сигнала. Также в работе представлен новый алгоритм кадровой синхронизации с использованием корреляционного обнаружителя и его реализация на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Алгоритм отличается этапом предопределения положения преамбулы за счёт знакового автокоррелятора и последующим уточнением посредством многоканального корреляционного обнаружителя, работающего в отложенном времени, что обеспечивает сопоставимую

точность с классическим корреляционным обнаружителем при меньших затратах вычислительных ресурсов.

Практическая ценность результатов работы

Полученные соискателем результаты в реализации методов адаптивной модуляции и компенсации сигнала собственного передатчика при передаче данных без временного и частотного разделения позволяют повысить спектральную эффективность PLC систем. Также автором разработано программное обеспечение, реализующее предложенный алгоритм корреляционного обнаружения для программируемых логических интегральных схем, позволяющий снизить вычислительные ресурсы.

В ходе диссертационного исследования автором разработан макет передачи данных по сетям электропитания с целью экспериментальных исследований предложенных методов и алгоритмов.

Предложенный метод адаптивной модуляции внедрён в устройство передачи данных по сетям электропитания совместно с НПК «Техника дела», г. Томск, что подтверждает наличие акта внедрения.

Разработанные методы и алгоритмы могут быть применимы и внедрены в продукцию предприятий отрасли.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты могут быть использованы научно-исследовательскими учреждениями и организациями, решающими задачи в области телекоммуникационных систем и сетей передачи данных. В частности, учреждениями могут применяться разработанные методы и алгоритмы для улучшения производительности реализуемых систем передачи информации.

Результаты и выводы, приведенные в диссертации, могут быть применены на предприятиях АО «НПФ «Микран», ООО НПК «Техника дела» и ряде других.

Апробация результатов работы и публикации

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), 2022. Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT), г. Томск 2018. Информационные системы и технологии: перспективы развития, г. Новосибирск, 2017. 20th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), г. Томск, 2019. 21st International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM), г. Томск, 2020. International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON), г. Томск, 2019. Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции, г. Томск, 2018. Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции, г. Томск, 2019.

По результатам исследований опубликовано 17 работ: две статьи в журналах из перечня ВАК, одна статья в журнале индексируемом в базах Scopus, WoS (Q2), 10 докладов в трудах международных конференций, пять из которых проиндексированы в наукометрических базах Scopus и Web of Science, четыре РИД, из которых один патент на изобретение, два на полезную модель и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания к диссертации

1. Нет обоснованного выбора моделей помех. Вместо него – набор разрозненных противоречивых фактов. Например, на рисунке 2.4 имеет место амплитуда помехи до 240 В, частота около 1.5 кГц. Интересно, что это за помеха.

2. Функция распределения помех не оценена. Например, для части помех по непонятным причинам утверждается, что они гауссовские. При этом

оценка эффективности предлагаемых алгоритмов проводится только для этой модели.

3. Нет достоверной модели PCL канала. По сути, вместе нее представляется ряд обмеров неизвестной частной сети (раздел 2.3). Здесь же используются понятия «максимальная» и «минимальная» нагрузка. Пояснений к ним не приводится, что скрывается за этими понятиями – не ясно. Рисунки 2.12 и 2.13 получены при «максимальных» нагрузках, однако зависимости, приведенные на них, существенно различаются. Об этом пишет сам автор, не объясняя причины этих различий.

4. Метод цифро-аналоговой компенсации не защищен авторским свидетельством или статьей.

5. На странице 29 используется термин «нулевая фаза». Критерий определения длительности «нулевой фазы» не приводится, однако автор указывает значения этого параметра для различных электросетей (без ссылок на источники). Отношение длительности «нулевой фазы» к периоду, выраженное в процентах, рассчитано не верно. Ошибки и в значении, и в порядке величины: длительность «нулевой фазы» в 10 мс составляет 50% от периода 50 Гц, а не 0.2, как указано в работе.

6. Работа содержит не корректные записи математических выражений. Так, например: выражение 3.7 – вектор равен своим компонентам; выражение 3.17 – вектор равен скаляру; выражение 5.2 – множитель dt лишний.

7. Нет единства оформления математических выражений. На страницах 43 – 49 векторные величины обозначены стрелкой, на страницах 86 – 87 – жирным шрифтом, а на странице 91 вообще никак специально не обозначены.

Заключение

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 25.01.2024), так как является

законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная для области современных систем связи задача повышения спектральной эффективности. Учитывая вышеизложенное, считаем, что Дмитриев Эдгар Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Отзыв на диссертационную работу и её автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры радиоприемных и радиопередающих устройств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», состоявшегося 04.06.2024 года, протокол № 4.

Заведующий кафедрой
радиоприемных и радиопередающих
устройств Новосибирского
государственного технического
университета, доктор
технических наук, доцент
Тел.: 8-913-918-04-11
e-mail: m.stepanov@corp.nstu.ru


_____ М.А. Степанов

Ученый секретарь кафедры
радиоприемных и радиопередающих
устройств Новосибирского
государственного технического
университета, кандидат
технических наук, доцент
Тел.: 8-913-951-82-09
e-mail: savinyx@corp.nstu.ru


_____ И.С. Савиных

Наименование организации

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Новосибирский государственный
технический университет

Почтовый адрес:

Россия, 630073, г. Новосибирск, пр-т
К. Маркса, 20

e-mail:

rector@nstu.ru

Тел.:

+7 (383) 346-50-01