



# Концерн «СОЗВЕЗДИЕ»

АО «Концерн «Созвездие»

Плехановская ул., д. 14, г. Воронеж, 394018 тел.(473)252-12-59, факс.(473)235-50-88  
тлг «Заря», http:// www. sozvezdie. su, E-mail: office@sozvezdie. su  
ОГРН 1053600445337, ИНН 3666127502, КПП 366750001, ОКПО 07512097

«УТВЕРЖДАЮ»



Научный руководитель  
АО «Концерн «Созвездие»  
доктор технических наук,  
член-корреспондент РАН

В.И. Борисов

« 29 » 2016 г.

## О Т З Ы В

ведущей организации на диссертацию Анисимова Дмитрия Владимировича «Модель и алгоритмы управления параметрами канального уровня беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, функционирующих в составе распределенных систем», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Диссертационная работа Анисимова Д.В. посвящена анализу функционирования беспроводных сетей передачи данных стандарта IEEE 802.11 в составе распределенных систем при произвольном режиме нагрузки (ненасыщенное и насыщенное состояние) и наличии помех в радиоканале. В работе проведены исследования по настройке параметров канального уровня (за счет поиска их оптимальных значений) беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 и управлению доступом к среде передачи данных, обеспечивающих повышение пропускной способности сети и ее стабилизацию на максимальных значениях в режиме высокой нагрузки.

### Актуальность темы исследования

В настоящее время в автоматизированных системах управления различного рода промышленных предприятий широкое распространение получил стандарт беспроводной связи IEEE 802.11 (Wi-Fi). Так например, в газо(нефти) – транспортных системах (в технологическом секторе) широко используются беспроводные сети стандарта 802.11b, которые к настоящему времени уже не в полной мере удовлетворяют предъявляемым к ним современным требованиям по пропускной способности и надежности передачи информации. В связи с этим в таких системах назрела актуальность модернизации беспроводных сетей. Вместе с тем, особенности технологических

Вход. № 23/17  
« 09 » 01 / 2017 г.  
подпись Заря

процессов и масштабность развернутых беспроводных сетей, не позволяют провести их единовременную модернизацию с минимальным вмешательством в существующую инфраструктуру и минимальными экономическими издержками. Очевидно, что решение данной задачи может быть связано с поиском оптимальных решений по повышению производительности уже существующих беспроводных сетей, не прибегая к варианту кардинальной замены оборудования на новые, более производительные модели. В связи с этим актуальным является направление исследований по повышению производительности беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, которое может быть достигнуто за счет повышения эффективности функционирования канального уровня (MAC-уровня) данного стандарта. Решение данной задачи требует всестороннего анализа предметной области и разработки моделей и конкретных алгоритмов управления параметрами канального уровня стандарта 802.11.

Таким образом, тема, цель и задачи диссертационных исследований Анисимова Д.В. являются актуальными и имеют практическую направленность.

**Научная новизна** диссертационной работы заключается в следующем:

1. В разработке математической модели процесса функционирования беспроводной сети стандарта IEEE 802.11, базирующейся на математическом аппарате цепей Маркова и отличающейся от известных учётом состояния загрузки элементов сети и возможного искажения передаваемых пакетов в результате воздействия помех.

2. В разработке алгоритма настройки параметров канального уровня (за счет поиска их оптимальных значений) беспроводной сети стандарта IEEE 802.11, обеспечивающего повышение пропускной способности сети и отличающегося от известных:

- учетом при оптимизации нескольких параметров протокола (минимальный размер окна конкуренции, количество попыток передачи пакета);
- обеспечением поиска как оптимальных (по критерию максимума пропускной способности сети), так и рациональных (при наличии ограничений на максимальный размер окна конкуренции и относительный прирост пропускной способности сети) значений параметров стандарта, обеспечивающих повышение пропускной способности сети.

3. В разработке модифицированного алгоритма распределенного доступа к среде передачи данных стандарта IEEE 802.11, обеспечивающего стабилизацию пропускной способности сети на максимальных значениях в режиме высокой нагрузки и отличающегося от известных:

- учетом остаточной пропускной способности канала, с дальнейшим формированием решающего правила о допуске в канал нового информационного потока (или отказе в обслуживании);
- учетом требований к качеству обслуживания передаваемого трафика (QoS) по показателю пропускной способности;

– формированием дополнительных этапов повторной передачи для трафика, требовательного к надежности передачи.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в обобщении существующих аналитических подходов к оценке производительности беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 в различных условиях их функционирования (насыщенном и ненасыщенном режимах, а также с учетом влияния помех), а также в построении и исследовании модели процесса функционирования беспроводной сети стандарта IEEE 802.11 на MAC-уровне, позволяющей оценить основные показатели производительности сети с учетом уровня загруженности ее станций и возможного искажения передаваемых пакетов в результате воздействия помех.

**Практическая значимость результатов** диссертационной работы заключается в реализации теоретических положений, разработанной методики и алгоритма распределенного доступа к беспроводному каналу в проектной деятельности ООО "НТЦ Космос-Нефть-Газ" (г. Воронеж) и ООО "Специальный технологический центр" (г. Санкт-Петербург), что подтверждается соответствующими актами.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций** обусловлена: строгой постановкой общей и частных задач исследования; корректным применением известных методов исследования, адекватных предметной области; непротиворечивости и воспроизводимости результатов, полученных теоретическим путем; корректным применением результатов имитационного моделирования. По теме диссертационного исследования опубликовано 14 печатных работ, из них 9 в рецензируемых периодических изданиях, входящих в перечень ВАК при Минобрнауки России, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Основные результаты по теме диссертации докладывались и обсуждались на четырех научно-технических конференциях всероссийского уровня.

#### **Замечания по диссертационной работе**

В целом представленные материалы позволяют уяснить основное содержание диссертационных исследований и сущность новых научных результатов, но следует отметить следующие замечания:

1. В главе 2 диссертационной работы при определении вероятности коллизий автором рассматриваются два варианта: первый – когда сеть состоит из статистически "однородных" станций и второй – когда сеть состоит из статистически "неоднородных" станций стандарта 802.11, при этом второй вариант является более общим. В связи с чем, не совсем понятно с какой целью рассматривается первый вариант.

2. В работе численные результаты моделирования представлены только на примере спецификации 802.11b, при этом не приведены результаты расчетов (хотя бы для примера) для других спецификаций, например

802.11a/n/g. Также в работе в явном виде не приводятся выводов о возможности использования полученных результатов, а именно разработанных алгоритмов, в других спецификациях стандарта 802.11 (кроме 802.11b), например 802.11n.

3. В работе для проверки адекватности разработанной математической модели MAC-уровня стандарта IEEE 802.11 автор использует среду имитационного моделирования (симулятор) OpNet. На наш взгляд наилучшим решением являлось бы проведения натурального эксперимента и сравнении (по возможности при равных условиях) его результатов с результатами математического моделирования.

4. Математическое моделирование MAC-уровня стандарта IEEE 802.11 в работе проводится только для механизма доступа с распределённой функцией координации (Distributed Coordination Function, DCF) (автор обосновывает это тем, что данный механизм наиболее широко распространен при организации Wi-Fi сетей), при этом механизму с дополнительной точкой функции координации (Point Coordination Function, PCF), по нашему мнению, не уделено должного внимания.

### **Заключение по работе**

Представленные выше замечания не снижают общую положительную оценку диссертационного исследования и не ставят под сомнение теоретическое и практическое значение полученных соискателем результатов.

Диссертационная работа Анисимова Дмитрия Владимировича "Модель и алгоритмы управления параметрами канального уровня беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, функционирующих в составе распределенных систем" представляет законченную научно-квалификационную работу, совокупность результатов которой позволяет характеризовать ее как новое решение актуальной научной задачи, состоящей в повышении пропускной способности беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11, функционирующих при произвольном режиме нагрузки и наличии помех в радиоканале, за счет управления параметрами канального уровня.

Материал изложен логично, грамотно и аккуратно оформлен. Разделы диссертации завершаются конкретными выводами и рекомендациями, логически связаны между собой. Положения и выводы диссертации представляются достаточно обоснованными. Автор владеет методологией проведения исследований, умением ставить и решать сложные научно-технические задачи, анализировать полученные результаты и делать обоснованные выводы.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации, правильно и достаточно полно передает ее содержание. Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

Полученные автором диссертации результаты в виде комплекса алгоритмов по настройке параметров канального уровня беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 и управлении доступом к среде передачи данных рекомендуются к использованию на предприятиях занимающихся разработкой

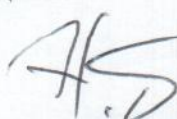
и производством систем широкополосного беспроводного доступа. К числу таких предприятий относятся: АО "Концерн "Созвездие", АО "Ярославский радиозавод", АО "КБ "Луч", "ВНИИ "Вега", АО "Рыбинский завод приборостроения" и др. Применение разработанных алгоритмов позволит повысить производительность беспроводных сетей стандарта 802.11 на МАС-уровне, а следовательно, позволит повысить фактическую пропускную способность таких сетей. Разработанная автором математическая модель МАС-уровня стандарта IEEE 802.11 рекомендуется к использованию в проектной деятельности выше перечисленных предприятий при выполнении работ по проектированию новых и повышению эффективности функционирования действующих сетей Wi-Fi.

На основании изложенного можно сделать вывод, что представленная диссертационная работа Д.В. Анисимова удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России, соответствует пунктам 5, 12, 14 паспорта специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», а ее автор, Анисимов Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС (протокол № 18 от 28.12.2016 г.).

**Отзыв подготовили:**

Начальник научно-технического управления  
АО «Концерн «Созвездие»  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник



Тихомиров Николай Михайлович

Начальник службы АО «Концерн «Созвездие»  
доктор технических наук, профессор



Толстых Николай Николаевич

Акционерное общество «Концерн «Созвездие»  
Адрес: 394018, Россия, г. Воронеж, ул. Плехановская, 14  
Телефон рабочий: +7 (473) 252-10-04  
E-mail: [office@sozvezdie.su](mailto:office@sozvezdie.su)