

## ОТЗЫВ

### официального оппонента

на диссертацию Анисимова Дмитрия Владимировича  
на тему "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"

#### 1. Актуальность темы.

В настоящее время широкое распространение получили сети на основе стандарта IEEE 802.11, более известные под коммерческим названием Wi-Fi. Они используются в самых различных приложениях – от организации доступа в Интернет до систем автоматизации промышленных предприятий. Беспроводные технологии имеют существенные преимущества по сравнению с "традиционными" проводными. К числу преимуществ следует отнести: низкую стоимость развертывания и простоту подключения оборудования, удобство эксплуатации, возможность применения в сложных климатических и технологических условиях, возможность работы на подвижных объектах и объектах, исключающих прокладку кабельной инфраструктуры. Вместе с тем, широкое применение беспроводных сетей стандарта 802.11, разнообразие условий их функционирования и противоречивые требования к параметрам реализуемых каналов связи, требуют наличия адекватных инструментов моделирования (математического, имитационного) данных сетей, с целью оценки основных показателей производительности, как на этапе проектирования новых, так и при эксплуатации уже существующих сетей с целью их оптимизации. Вопросам разработки математических моделей сетей IEEE 802.11 посвящено значительное количество научных работ, но, к сожалению, особенности реальных условий функционирования сетей при оценке их производительности до сих пор недостаточно полно учтены. Так, актуальным направлением исследований является моделирование беспроводных сетей в условиях воздействия помех и при ненасыщенном

Вход. № 21/17  
"02" 02 2017 г.  
подпись Зиц

состоянии канала, характерных для технологических сетей промышленных предприятий. Кроме того, особенности реализации множественного доступа в стандарте 802.11 (метод множественного случайного доступа с контролем несущей и разрешением коллизий – CSMA/CA) требуют разработку алгоритмов управления параметрами MAC-уровня, обеспечивающих выполнение требований гарантированного качества обслуживания (QoS) для каждого типа данных, передаваемых в составе гетерогенного трафика. Таким образом, тема диссертационного исследования Анисимова Д.В. является весьма актуальной.

В диссертационной работе на основе разработанной автором математической модели предлагается осуществлять поиск оптимальных по критерию максимума пропускной способности сети значений параметров канального уровня стандарта 802.11 (размер минимального окна конкуренции –  $W_0$  и количество попыток повторных передач пакета –  $m$ ) в зависимости от количества станций в сети, интенсивности входной нагрузки на каждую станцию и интенсивности помех (вероятности битовой ошибки). В результате повышается пропускная способность сети и обеспечиваются условия для выполнения требований QoS. На практике такой подход может быть реализован в точке доступа, которая в процессе своего функционирования осуществляет расчет оптимальных значений параметров канального уровня с дальнейшей широковещательной рассылкой значений этих параметров всем станциям сети.

В результате решения научной задачи разработан комплекс алгоритмов, осуществляющих поиск оптимальных значений параметров канального уровня IEEE 802.11 и оценивающих остаточную пропускную способность канала связи. На основании полученной оценки остаточной пропускной способности выносится решение по допуску в канал нового информационного потока за счет чего обеспечивается стабилизация пропускной способности сети на значениях близких к максимальным в режиме высокой нагрузки в сети.

Научная задача, решаемая автором, имеет важное практическое значение.

## **2. Новизна исследований и полученных результатов.**

В ходе решения задачи исследования автором лично получены следующие новые научные результаты:

1. Математическая модель процесса функционирования беспроводной сети стандарта IEEE 802.11 на MAC-уровне, позволяющая оценить основные показатели производительности сети с учетом уровня загруженности ее станций и возможного искажения передаваемых пакетов в результате воздействия помех.

2. Алгоритм настройки параметров канального уровня беспроводной сети стандарта IEEE 802.11, обеспечивающий повышение пропускной способности сети.

3. Методика оценки остаточной пропускной способности беспроводного канала стандарта IEEE 802.11, позволяющая рассчитать его пропускную способность в насыщенном и ненасыщенном состояниях и обеспечивающая формирование решающего правила по допуску в канал нового информационного потока.

4. Модифицированный алгоритм распределенного доступа к среде передачи данных стандарта IEEE 802.11, учитывающий состояние загруженности станций сети и обеспечивающий стабилизацию пропускной способности сети на максимальных значениях в режиме высокой нагрузки.

## **3. Значимость для науки и практики и рекомендации по использованию полученных в работе результатов.**

Значимость полученных результатов для науки состоит в получении автором явной аналитической зависимости показателей производительности (пропускной способности, времени задержки пакетов) беспроводных сетей передачи данных стандарта IEEE 802.11 от параметров трафика (интенсивности входной нагрузки), конфигурации беспроводной сети, интенсивности помех, длины пакета и изменяемых параметров канального

уровня данного стандарта (размер минимального окна конкуренции, количество попыток повторных передач пакета).

Практическая значимость заключается в том, что предложенный автором модифицированный алгоритм распределенного доступа к среде передачи данных стандарта 802.11 может использоваться как при проектировании новых, так и при модернизации (повышении эффективности функционирования) уже существующих систем беспроводного доступа.

#### **4. Достоверность результатов и обоснованность выводов.**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность подтверждается корректным применением математических методов теории вероятностей и математической статистики, теории телетрафика, методов нелинейного целочисленного программирования, результатами имитационного моделирования, достаточным числом научных публикаций и обсуждением результатов работы на различного уровня конференциях.

#### **5. Замечания по работе.**

1. Первая и вторая глава диссертационной работы содержат избыточную информацию об известных решениях, во всей работе приводятся излишне развернутые словесные описания математических моделей и алгоритмов, уже представленных в виде систем уравнений и блок-схем.

2. Вычислительные затраты, требуемые для реализации предложенного в работе алгоритма распределенного доступа к среде передачи данных стандарта IEEE 802.11, не сопоставлены с вычислительной производительностью типовых аппаратных платформ, используемых для реализации точек доступа IEEE 802.11. Оценка времени вычисления 1.6 с, приведенная в работе для платформы Intel(R) Core(TM) i5 с тактовой частотой 3,4 ГГц, вызывает опасения, что вычисления на точке доступа могут занять десятки секунд.

#### **6. Общее заключение по работе.**

Следует отметить, что отмеченные недостатки не снижают качество выполненной работы и не влияют на полученные научные результаты.

Материал работы изложен последовательно, ясно, грамотно и логично. Основные научные результаты диссертации представлены в 9 научных статьях, опубликованных в журналах и изданиях из Перечня ВАК при Минобрнауки России, прошли апробацию на научно-технических и научно-практических конференциях.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации, правильно и достаточно полно передает ее содержание. Представленные автором диссертация и автореферат, другие материалы позволяют сделать следующие выводы:

1. Диссертация Анисимова Д.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи по разработке комплекса моделей и алгоритмов, направленных на повышение эффективности функционирования беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11. Диссертация Анисимова Д.В. обладает теоретической ценностью и практической значимостью, имеет научную и практическую направленность.

2. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.12.13 – "Системы, сети и устройства телекоммуникаций" (п. 5 "Развитие и разработка новых методов дифференцированного доступа абонентов к ресурсам сетей, систем и устройств телекоммуникаций"; п. 12 "Разработка методов эффективного использования сетей, систем и устройств телекоммуникаций и обеспечения их эффективного функционирования"; п. 14 "Разработка методов исследования, моделирования и проектирования сетей, систем и устройств телекоммуникаций") и отрасли "технические науки". Диссертационная работа написана грамотно и логически последовательно.

3. На основании выше изложенного считаю, что диссертационная работа в полной мере удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Минобрнауки России к кандидатским диссертациям, а ее автор Анисимов Дмитрий Владимирович

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 - "Системы, сети и устройства телекоммуникаций".

Профессор кафедры систем информационной безопасности  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования "Воронежский государственный технический  
университет" (ФГБОУ ВО "ВГТУ")

доктор технических наук, доцент

"30" января 2017 г.

А.Ю. Савинков

Подпись Савинкова Андрея Юрьевича заверяю:



Отзыв подготовил:

Савинков Андрей Юрьевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук по специальности 05.13.12 - "Системы автоматизации проектирования", доцент по кафедре систем информационной безопасности, профессор кафедры систем информационной безопасности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Воронежский государственный технический университет". Адрес: 394026, г. Воронеж, Московский проспект, д. 14., тел.: +7 (473) 252-34-20, e-mail: a.savinkov@mail.ru.