

# О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

**Ндайикунда Жувена**

на тему: «Разработка и анализ модели динамического распределения ресурса беспроводных узлов доступа при передаче неоднородного трафика IoT» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

## **Актуальность темы диссертационного исследования**

Будущие сети связи должны обеспечить качественное обслуживание узлами доступа неоднородных потоков трафика. Большая часть из них будет поступать от датчиков телеметрии, видеокамер и других устройств интернета вещей (IoT). Разработанные ранее стандарты обслуживания мультисервисного трафика следовали парадигме «один размер подходит всем». Основная идея такого подхода заключается в предоставлении услуг связи на общем ресурсе без учета особенностей формирования информационных потоков. Между тем высокий уровень неоднородности поступающего трафика, который заключается в существенных различиях в требованиях к ресурсу передачи и к показателям качества совместного обслуживания, приводит к невозможности реализации этого подхода в будущих сетях связи.

Для преодоления указанных проблем и создания условий для дифференцированного обслуживания неоднородного трафика предлагаются разные подходы. Наиболее эффективные решения заключаются в разделении ресурса на части, доступные только выделенным потокам, при наличии общего ресурса, доступного всем потокам трафика. Для реализации этой идеи автор диссертации предлагает использовать фильтрацию входных потоков с помощью функции внутренней блокировки, зависящей от общего уровня занятости ресурса. Данный подход позволяет реализовать условия дифференцированного обслуживания на меньшем объеме ресурса, нежели при использовании статичного сценария, когда весь ресурс делится между поступающими потоками в определенной пропорции. Именно эти вопросы и рассматриваются в настоящем исследовании, что говорит об актуальности

Вход. № 48/202  
«05» 05 2022г.  
подпись

выбранной тематики, теоретической и практической значимости результатов работы.

### **Научная новизна**

В результате диссертационного исследования получены следующие новые результаты:

1. Построена и исследована обобщенная модель обслуживания неоднородного трафика в беспроводном узле доступа, которая в отличие от известных моделей учитывает наличие приоритета у трафика реального времени; использование дисциплины Processor Sharing при передаче эластичного трафика; ограничение по доступу для всех видов трафика, зависящее от общего уровня занятости ресурса.
2. Построена система уравнений статистического равновесия обобщенной модели узла и разработан алгоритм ее решения, позволяющий вести оценку характеристик для моделей с числом состояний в несколько миллионов, что достаточно для исследования условий по дифференцированному обслуживанию поступающих потоков неоднородного трафика для большинства практических приложений.
3. Получены выражения и разработаны алгоритмы оценивания характеристик обобщенной модели и ее частных случаев, которые позволяют анализировать условия дифференцированного обслуживания потоков неоднородного трафика, основанные на ограничении доступа, зависящего от общего уровня занятости ресурса.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обоснованы обзором публикаций по тематике исследования и анализом методов оценки характеристик мультисервисных узлов доступа, а также проведенными исследованиями, основанными на методах моделирования сетей и систем связи, теории вероятностей, вычислительных алгоритмах линейной алгебры.



## **Достоверность результатов.**

Достоверность полученных результатов диссертации подтверждается вычислительным экспериментом, результаты которого не противоречат теории телетрафика мультисервисных сетей связи, выводам отечественных и зарубежных ученых, опубликованным в ведущих научно-технических журналах, а также обсуждением результатов диссертации на международных и российских конференциях.

## **Теоретическая и практическая значимость результатов исследования.**

Полученные в диссертации результаты в определенной степени заполняют пробелы, оставленные в предыдущих теоретических работах, относящихся к построению моделей мультисервисных узлов доступа. Речь идет о совместном обслуживании приоритетного трафика реального времени и эластичного трафика данных в узлах доступа. В этом состоит теоретическая значимость полученных результатов. Результаты диссертационного исследования имеют и практическую значимость. Это следует из постановки задачи исследования и доведения полученных результатов до эффективных расчетных схем.

Все вышеперечисленные результаты получены автором лично. Оригинальность и научная значимость полученных результатов подтверждаются публикациями в российских и зарубежных рецензируемых изданиях. По теме диссертации опубликовано 14 работ из них 3 публикации в журналах из Перечня ВАК, 4 публикации учтены в системах цитирования Web of Science и Scopus, 7 работ опубликованы в изданиях, включенных в базу РИНЦ.

## **Замечания по диссертационной работе.**

1. Большую роль в распределении ресурса передачи информации беспроводных узлов доступа играет работа диспетчера пакетов (packet scheduler). В первом разделе диссертации следует уделить большее внимание обзору алгоритмов работы этого аппаратно-программного комплекса.



2. Некоторые результаты, полученные во втором разделе диссертации, представляются достаточно сложными для восприятия и могут вынесены в приложение к работе. Это относится к выводу системы уравнений равновесия, связывающей значения стационарных вероятностей обобщенной модели беспроводного узла доступа.
3. В работе не оценивается вычислительная сложность расчета характеристик обобщенной модели узла, в частности, не уточняется зависимость решения этой задачи от числа потоков и объема используемого ресурса передачи информации.
4. Требуется дополнительное обоснование выбора входных параметров при проведении численного исследования эффективности предложенных процедур динамического распределения ресурса при совместном обслуживании трафика реального времени и эластичных данных (раздел 4).
5. Имеется несколько замечаний редакционного плана.

### **Общее заключение по диссертации**

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации Ндайикунда Жувена. Она представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача построения и анализа процедуры дифференцированного обслуживания гетерогенного трафика с использованием ограничения доступа. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации, раскрывает основные положения работы и полученные результаты. В заключении автореферата приведены основные выводы по диссертации. Диссертация Ндайикунда Жувена соответствует паспорту специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций в п.1, 2 и 6. Основные выводы по результатам исследований достоверны и обоснованы. Положения, выносимые на защиту, достаточно полно опубликованы в рецензируемых изданиях и апробированы на научных конференциях.

### **Вывод**

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК Минобрнауки РФ, соответствует критериям, изложенным в разделе II действующего

«Положения о присуждении ученых степеней» (в ред. от 24 сентября 2013 №842), а её автор, Ндайкиунда Жувен, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15. «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Официальный оппонент, заведующий кафедрой Информационной безопасности ПГУТИ Карташевский В.Г.

26 апреля 2022 г.

**Сведения об оппоненте:**

Карташевский Вячеслав Григорьевич, гражданин Российской Федерации, Заслуженный работник связи РФ, доктор технических наук по специальности 05.12.02 - «Системы и устройства передачи информации по каналам связи» (1995г.), профессор по кафедре «Автоматической электросвязи» (1997г.), заведующий кафедрой Информационной безопасности Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ).

Адрес: ул. Льва Толстого, д. 23, Самара, 443010.

Телефон: (927) 794-12-48, E-mail: [kartashevskiy-vg@psuti.ru](mailto:kartashevskiy-vg@psuti.ru)

д.т.н., профессор

В. Г. Карташевский

Подпись Карташевского В.Г. заверяю

Учёный секретарь Учёного совета ПГУТИ  
к.э.н., доцент



О.В. Витевская