

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Павловской Ксении Александровны на тему: «Обоснование метода территориального планирования систем сотовой связи 5G на основе многокритериальной оптимизации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

1. Актуальность темы диссертации.

Существующие сети сотовой подвижной связи 4G не позволяют в требуемой мере обеспечить растущие потребности абонентов. Непрерывно увеличиваются требования к пропускной способности и надежности информационного канала, а также к простоте подключения различных устройств от смартфонов до элементов Интернет вещей.

В связи с этим операторы связи столкнулись с проблемой недостаточной гибкости сетей связи, увеличением их сложности и стоимости эксплуатации.

Разработка новых методов, моделей, методик и алгоритмов для построения сетей сотовой связи 5G позволит устранить недостатки и удовлетворить потребности абонентов, а также упростить внедрение инфокоммуникационных технологий во всех отраслях экономики.

Вышесказанное обуславливает актуальность темы диссертационной работы, направленной на создание эффективного метода территориального планирования расположения базовых станций систем сотовой связи 5G с использованием комплексного многокритериального анализа.

2. Обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций достаточно высокая и подтверждается:

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 76/2020
2020 г.

- тщательным изучением предмета исследования посредством изучения большого числа литературных источников и обобщения исследований отечественных и зарубежных ученых в области телекоммуникационных, информационных технологий;

- корректным применением, развитием известных методов и подходов при разработке метода территориального планирования систем сотовой связи 5G;

- применением апробированных методов математического моделирования, системного анализа;

- результатами экспериментальных исследований предложенных методов, моделей и алгоритмов в процессе их программной реализации, тестирования.

С учетом вышесказанного, научные положения и выводы диссертационной работы следует считать научно-обоснованными.

3. Анализ содержания диссертации.

Диссертация изложена на 130 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка литературы и 1 приложения. Работа иллюстрирована 32 рисунками, содержит 7 таблиц. Список литературы включает 83 источника. Во введении (с.5-11) обоснована актуальность, сформулированы цели и задачи исследования. Автором изложены научные положения, выносимые на защиту, сформулированы научные результаты и практическая ценность работы, представлен уровень апробации ее результатов, количество публикаций по теме диссертации и отмечено личное участие автора в публикациях, выполненных в соавторстве.

В первом разделе диссертации «Анализ принципов построения и технические проблемы систем сотовой связи» проведены сравнение и анализ систем сотовой связи существующих стандартов, выявлены их недостатки и определены задачи исследования, а именно:

в подразделе 1.1. (с 12-21) – представлен обзор стандартов 2, 3, 4G, выявлены их недостатки функционирования;

в подразделе 1.2 (с. 22-26) - проанализированы особенности работы и сформулированы основные требования к сетям стандарта 5G, обоснована необходимость развития сетей нового поколения;

в подразделе 1.3, 1.4 (с. 27-30) – проведен анализ недостатков архитектурных решений систем сотовой связи и осуществлена постановка задачи исследования;

в подразделе 1.5 (с. 31-32) - сформулированы выводы по разделу.

Во втором разделе «Анализ методов территориального планирования сетей» рассматриваются методы и модели территориального планирования сетей мобильной сотовой связи, а именно:

в подразделе 2.1 (с. 33-50) рассматриваются существующие методы территориального планирования, такие как: метод изменения зоны работы базовой станции (БС), метод изменения формы зоны покрытия БС, метод управления радиочастотным ресурсом сети сотовой связи, метод кластерного территориального планирования. Проведен глубокий анализ достоинств и недостатков каждого из методов;

в подразделе 2.2 (с. 51-66) приведены модели прогноза зон покрытия сетей сотовой связи, обоснован выбор модели, который в полной мере позволяет учитывать потери при распространении сигнала для различных типов местности при построении сетей сотовой связи пятого поколения (5G);

в подразделе 2.3 (с. 67-70) рассмотрен метод расстановки базовых станций сетей пятого поколения;

в подразделе 2.4 (с. 73-75) предложен усовершенствованный метод территориального планирования сетей пятого поколения;

в подразделе 2.5 сформулированы выводы по разделу.

В третьем разделе «Разработка метода расположения базовых станций сетей 5G с оптимальными показателями качества QoS методом многокритериальной оптимизации» рассматривается вопрос создания оптимальной сети широкополосной связи, руководствуясь несколькими

критериями и нахождения их наилучшего значения, используя различные методы решения задач размещения базовых станций, а именно:

в подразделе 3.1 (с. 76–81) поставлена задача позволяющая обеспечить оптимальные показатели качества в сетях 5G, на этапе планирования сети произведен выбор частных оптимальных критериев (надежность передачи данных, пропускная способности сети, материальные затраты при создании сети), характеризующих функциональную надежность сети;

в подразделе 3.2 (с. 82–85) определены множества возможных вариантов расположения базовых станций для сетей мобильной связи 5G;

в подразделе 3.3 (с. 86–98) рассмотрены способы решения задач размещения базовых станций сетей 5G. На основе анализа установлено, что эвристические алгоритмы дают наиболее достоверные результаты за относительно небольшое время, при проектировании сетей 5G;

в подразделе 3.4 (с. 99) сформулированы выводы по разделу.

В четвертом разделе работы «Реализация генетического алгоритма для решения задачи оптимального расположения базовых станций в сетях пятого поколения» приведено описание программной реализации предложенного метода с учетом оптимальной многокритериальности, описан интерфейс разработанного программного обеспечения, приведены результаты компьютерных экспериментов.

В подразделе 4.1 (с. 101-107) рассмотрены особенности генетического алгоритма для решения оптимизационных задач. Представлена структурная схема генетического алгоритма, описаны этапы разработки генетического алгоритма размещения базовых станций сетей мобильной связи пятого поколения.

В подразделе 4.2 (с. 107-110) предложена программная реализация оптимальной расстановки базовых станций сети мобильной связи 5G с учетом рассмотренных в диссертационной работе критериев качества.

В подразделе 4.3 (с. 110-117) проведены исследования полученных результатов, представленных в виде таблиц и графиков, которые показали улучшение зоны покрытия сети на 30,1%. Представлена визуализация

оптимального размещения базовых станций в сетях пятого поколения с учетом коэффициента распространения сигнала и без него, которая подтверждает теоретические обоснования предложенных методов в диссертационной работе.

В подразделе 4.4 (с. 117) сформированы выводы по разделу.

В заключении (с. 118-120) перечислены решения поставленных научных задач и выполненных программно-технических разработок, содержащихся в диссертации, совокупность которых позволили автору достичь поставленных целей исследования. Текст диссертации изложен последовательно, написан грамотным техническим языком, изложен корректно и лаконично. Иллюстрации достаточно информативны. Все обозначения, используемые в тексте диссертации и, в частности, в формулах имеют пояснения. Диссертация оформлена аккуратно. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации

4. Научная новизна работы

Новизна разработанных в диссертации научных положений и выводов заключается в следующем.

1. Впервые обоснованы требования к модифицированной постановке задачи оптимального расположения базовых станций, учитывающей модель распространения сигналов в радиоканале для сетей стандарта 5G.

2. Получил дальнейшее развитие метод многокритериальной оптимизации для сетей сотовой связи.

3. Обоснована модель размещения базовых станций для сетей стандарта 5G на базе генетического подхода.

5. Практическое значение полученных результатов.

Разработаны критерии оценки эффективности решения оптимизационной задачи для целей планирования мест расположения базовых станций сотовых сетей 5G; разработан метод определения мест расположения базовых станций сотовых сетей 5G с оптимальными показателями качества QoS; предложена программная реализация, обеспечивающая решение задач размещения базовых станций различной размерности, позволяющая определить конфигурацию сети и

рассчитать суммарную стоимость построения такой сети, учитывая критерии показателей качества.

Практическая реализация результатов работы подтверждается справкой о внедрении в учебный процесс ГОУ ВПО «Донецкий Национальный технический Университет» (справка № 30-12/107 от 09.06.2020 об использовании в учебном процессе при проведении лабораторных занятий по дисциплине «Общая теория связи», «Системы и сети радиосвязи» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», справкой о внедрении в ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ОПЕРАТОР СВЯЗ

6. Степень полноты опубликованных полученных результатов.

Основные положения диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 8 научных работах, в том числе: 5 работ в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденный МОН ДНР; 3 – по материалам конференций: международная научно-техническая конференция «Автоматизация и приборостроение: проблемы, решения», г. Севастополь, 11-15 сентября 2017 г.; II Республиканская с международным участием научно-практическая конференция «Информационное пространство Донбасса: проблемы и перспективы», г. Донецк, 31 октября 2019 г.; XVII Всероссийская научная конференция молодых ученых, аспирантов и студентов «Информационные технологии, системный анализ и управление» (ИТСАУ-2019), г. Таганрог, 05-07 декабря 2019 г.

7. Соответствие диссертации критериям «Положения о присуждении ученых степеней» и паспорту научной специальности

Диссертация Павловской К.А. соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики №2-13 от 27 февраля 2015 года, а именно:

пункту 2.2 – диссертация является научно-квалификационной, в которой решена научная задача, позволяющая повысить эффективность работы сотовых

сетей связи 5G, путем обоснования метода территориального планирования с использованием комплексного многокритериального анализа, позволяющего определить точное месторасположения базовых станций;

пункту 2.3 – диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, представляемые для публичной защиты, и подтверждает личный вклад автора диссертации в науку;

пункту 2.4 – диссертационная работа содержит два Акта внедрения, в которых подтверждается использование полученных научных результатов в учебном процессе, а технических решений - при проектировании сетей сотовой связи 5G;

пункту 2.6 – основные научные результаты диссертации опубликованы в 5-ти работах в рецензируемых научных изданиях;

пункту 2.13 – в диссертационной работе соискатель ученой степени кандидата технических наук Павловская К.А. ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. Тема и содержание диссертационной работы соискателя Павловской К.А. соответствует паспорту научной специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки), в частности: п.1. «Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»; п.3 «Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации»; п. 11 «Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем».

8. Замечания по диссертации.

1. Из текста диссертационной работы следует, что решение задачи расстановки базовых станций сводится к вычислению целевой функции стоимости с последующей ее минимизацией, однако не понятно речь идет о решении задачи оптимизации с ограничениями или о задаче полного перебора

возможных вариантов.

2. В тексте диссертации в таблице 2.2 приведены поправочные коэффициенты в зависимости от категории местности. Не понятно, откуда автор взял эти данные?

3. Во втором разделе при описании усовершенствование метода территориального планирования на базе модели SUI в таблице 2.4 приводятся значения g_{km} в зависимости от величины L . Не понятно, каким образом были найдены значения g_{km} ?

4. В работе расчет схемы расстановки базовых станций проводился для 800 абонентов. Не понятно, не возрастет ли критически время обслуживания большего числа абонентов при использовании разработанного программного обеспечения?

5. Из текста диссертации не видно, существует ли погрешность при расчете расстановки базовых станций и если существует, то каково её значение?

6. В тексте диссертации имеются незначительные стилистические и орфографические неточности.

9. Заключение.

Диссертация Павловской К.А. «Обоснование метода территориального планирования систем сотовой связи 5G на основе многокритериальной оптимизации» является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором на высоком научном уровне. Задача актуальна, решение обладает научной новизной, является законченным трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно, хорошим научным языком и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Работа соответствует требованиям ВАК Донецкой Народной Республики, предъявленным к кандидатским диссертациям и удовлетворяют требования п. 2.2

«Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 27.02.2015 г. №2-13.

Павловская Ксения Александровна заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

Официальный оппонент,
профессор кафедры «Информационные системы управления»
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»,
доктор экономических наук по специальности
08.03.02 – «Экономико-математическое
моделирование»

В.Н. Андриенко

Адрес: 283001, ДНР, г. Донецк, ул. Университетская, 24
тел.: (062) 302 06 00 факс (062) 302 07 49
эл. почта: rector@donnu.ru
Сайт: www.donnu.ru

Я, Андриенко Владимир Николаевич, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Доктор экономических наук, профессор

Андриенко В.Н.

Подпись профессора кафедры «Информационные системы управления» Андриенко В.Н. подтверждаю



УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

И.И. МИХАЛЬЧЕНКО