

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Павловской Ксении Александровны** «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 диссертационной работы.

Современный уровень развития инфраструктуры и межотраслевых связей определяет необходимость строительства сети пятого поколения (5G), поскольку сети предыдущих поколений не могут справиться с растущим трафиком из-за резкого увеличения подключаемых к мобильному интернету устройств. Речь идет не только о мобильных абонентах, но и о концепции развития интернет-технологий, которая включает в себя технологии «умный дом», «город» и другие, а также активно применяется в промышленности и медицине.

Строительство сетей 5G требует больших инвестиций, в первую очередь в связи с тем, что плотность установки базовых станций вырастает в несколько раз по сравнению с сетью 4G.

В этой связи совершенствование методов территориального планирования систем сотовой связи 5G является актуальной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

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

Обоснованность положений, рекомендаций и выводов обеспечивается:

- полнотой анализа фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области телекоммуникационных технологий, выполненных автором диссертационной работы;

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Вх. № 16/228
«03» 12 2020 г.

- корректным применением теоретических положений при разработке метода территориального планирования систем сотовой связи 5G;
- положительной оценкой результатов работы на научных конференциях, а также в представленных публикациях;
- 2 актами практического внедрения полученных результатов.

3. Анализ содержания диссертации.

В **первой главе** выполнен анализ эволюции стандартов систем сотовой связи, определены основные тенденции развития инфокоммуникационных технологий в мире. Рассмотрены существующие проблемы качества обслуживания абонентов в реализованных проектах сетей LTE.

Показано, что для успешного решения задач повышения эффективности функционирования сотовых сетей требуется разработка новых, более совершенных и эффективных решений. Эти решения могут быть реализованы на базе 5G.

На основе выполненного анализа сформулированы цель и задачи исследования, а также обоснована необходимость территориального планирования сетей 5G.

В качестве замечания можно отметить, что в первой главе уделяется большое внимание существующим стандартам сетей сотовой связи, вплоть до их архитектуры и возможностей, хотя достаточно было бы краткого описания их характеристик с преимуществами и недостатками

Во **второй главе** произведен анализ моделей прогноза зон покрытия сети. Рассмотрены основные методы, применяемые для территориального планирования сети, учитывая достоинства и недостатки каждого. Предложен усовершенствованный метод, позволяющий провести планирование сети 5G с оптимальным использованием ресурса оператора мобильной связи с требуемой канальной емкостью сети, трафиком и качеством.

Следует заметить, что анализируемые в данной главе модели и методы оцениваются описательно без числовых показателей.

В **третьей главе** поставлена задача обеспечения оптимальных показателей 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. Определены

множества возможных вариантов расположения базовых станций для сетей мобильной связи 5G, рассмотрены способы решения задач размещения базовых станций сетей 5G. На основе анализа установлено, что методом, который дает наиболее достоверные результаты за относительно небольшое время, является эвристический генетический алгоритм.

К замечаниям следует отнести следующее:

- недостаточно акцентированно выражено обоснование выбора генетического алгоритма при построении сети 5G;
- недостаточно точно обоснован выбор используемых критериев эффективности.

В четвертой главе предложен модифицированный метод вычислений, использующий генетический алгоритм, для решения задач расстановки базовых станций в сетях пятого поколения. Представлена структурная схема генетического алгоритма с учетом разработанного метода вычислений.

Предложена реализация оптимальной расстановки базовых станций сети мобильной связи 5G с учетом рассмотренных в диссертационной работе критериев качества. Проведены исследования полученных результатов, представленных в виде таблиц и графиков. 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 качестве замечания можно отметить, что в четвертой главе (стр. 113, 114) на рис. 4.8 и 4.9 отсутствуют обозначения осей абсцисс и ординат.

Следует подчеркнуть, что представленный в работе метод территориального планирования может быть использован для построения зон уверенного приема и зон покрытия, однако не конкретизируется разница между этими зонами

Следует также заметить, что результаты получены без конкретной привязки к возможной элементной базе.

Кроме того, в диссертационной работе сделаны следующие выводы: «Проведенное компьютерное моделирование размещения базовых станций с применением разработанного метода, показало улучшение зоны покрытия сети на 30.1%, что подтверждает теоретическое обоснование и возможность его применения для решения поставленной задачи».

Недостаточно ясно изложено, с каким именно методом осуществлялось сравнение разработанного метода.

4. Научная новизна работы

Новизна представленных 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.

Практическое значение результатов работы заключается в следующем:

- 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.

Полученные результаты могут быть использованы научно-исследовательскими и проектными организациями, телекоммуникационными компаниями при проектировании и внедрении сетей стандарта 5G. 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», а также справкой об использовании результатов и рекомендаций, которую представило

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.

7. Соответствие содержания диссертации специальности 05.13.01 – Системный анализ управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

Содержание рецензируемой диссертационной работы, выдвинутые научные положения, полученные выводы и рекомендации дают основание сделать заключение о том, что диссертация Павловской К.А., представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует паспорту специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

8. Соответствие автореферата содержанию диссертации.

В автореферате в достаточном объеме изложены основные результаты исследований, приведенных в диссертации. В нем представлены научные положения, новизна и практическая значимость, основные вводы по работе по 4 главам диссертации, заключение, реализация результатов работы и предложения по их дальнейшему использованию.

9. Структура, стиль и язык диссертации.

Структурное построение диссертации соответствует цели и задачам исследований. Стиль изложения содержания исследований и подача материала логичны, последовательны и связаны единой идеей. Язык диссертации достаточно ясен и доступен для восприятия.

10. Замечания по диссертации.

1. В первой главе уделяется большое внимание существующим стандартам сетей сотовой связи, вплоть до их архитектуры и возможностей, хотя достаточно было бы краткого описания их характеристик с преимуществами и недостатками.

2. Анализируемые во второй главе модели и методы оцениваются описательно без числовых показателей.

3. В третьей главе недостаточно акцентированно выражено обоснование выбора генетического алгоритма при построении сети 5G.

4. В третьей главе недостаточно точно обоснован выбор используемых критериев эффективности.

5. В четвертой главе (стр. 113, 114) на рис. 4.8 и 4.9 отсутствуют обозначения осей абсцисс и ординат.

6. Результаты, полученные в четвертой главе, не имеют конкретной привязки к возможной элементной базе.

7. Представленный в работе метод территориального планирования может быть использован для построения зон уверенного приема и зон покрытия, однако не конкретизируется разница между этими зонами.

8. В диссертационной работе сделаны следующие выводы: «Проведено компьютерное моделирование размещения базовых станций с применением разработанного метода, показало улучшение зоны покрытия сети на 30.1%, что подтверждает теоретическое обоснование и возможность его применения для поставленной задачи». Недостаточно ясно изложено, с каким именно методом осуществлялось сравнение разработанного метода.

11. Заключение.

Диссертационная работа Павловской Ксении Александровны выполнена на актуальную тему, является законченной научно-квалификационной работой, которая содержит обоснованные и достоверные научные выводы. В целом отмеченные в отзыве недостатки не исключают общей положительной оценки. Профиль диссертации соответствует специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки), а сама 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,
специалист 1 категории отдела сетевых сервисов дирекции по информационным технологиям РП «ЭНЕРГИЯ ДОНБАССА»,
кандидат технических наук по специальности
05.13.01 – Системный анализ, управление и
обработка информации
(по отраслям), (технические науки)

Е.И. Бурлаева

Адрес: 283114, г. Донецк, ул. Щорса, 87,

тел.: (071) 314-55-05

эл.почта: delo@don.energy

сайт: <https://don.energy/>

Я, Бурлаева Екатерина Игоревна, даю согласие на автоматизированную обработку моих персональных данных.

Кандидат технических наук

Бурлаева Е.И.

Согласие Бурлаевой Е.И. подтверждено

