

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Дзюбы Андрея Всеволодовича на тему: «Совершенствование способов повышения эффективности гетерогенных сотовых сетей по критерию энергосбережения на основе методов системного анализа информационных процессов», 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

Увеличение количества мобильных устройств приводит к значительному росту объема информации передаваемой между ними. Особенно ярко эта тенденция проявляется в крупных городах в связи с высокой плотностью населения. Качественно обслуживать абонентов в таких условиях могут гетерогенные сети четвертого поколения стандарта Long Term Evolution (LTE). При построении гетерогенной сети вопрос потребления электроэнергии играет все более важную роль. Так, основным фактором, влияющим на энергопотребление, является текущая информационная нагрузка на сеть, которая может колебаться в широком диапазоне в зависимости от количества активных абонентов и затребованных ими инфокоммуникационных услуг.

В этой связи совершенствование способов повышения эффективности гетерогенных сотовых сетей по критерию энергосбережения на основе методов системного анализа информационных процессов является актуальной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

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

Обоснованность положений, рекомендаций и выводов обеспечивается:

- полнотой анализа фундаментальных и прикладных трудов отечественных и зарубежных ученых в области телекоммуникационных технологий, что подтверждается ссылками в тексте диссертационной работы;
- корректным применением теоретических положений при разработке алгоритма оптимизации энергопотребления гетерогенной сети LTE;

- положительной оценкой результатов работы на научных конференциях, а также в опубликованных печатных трудах;
- 2 актами внедрения.

3 Анализ содержания диссертации

В первом разделе выполнен анализ тенденций развития сотовых сетей связи четвертого поколения стандарта LTE, который показал, что в связи с увеличением трафика и плотности абонентов в крупных городах основным принципом развертывания является построение гетерогенной сети. Проанализированы основные факторы, влияющие на энергопотребление в гетерогенной сети LTE, и формализована задача управления энергопотреблением.

На основе выполненного анализа сформулированы цель и задачи исследования, а также обоснована необходимость развития способов энергосбережения в гетерогенных сотовых сетях LTE четвертого поколения.

В качестве замечания можно отметить, что в первом разделе (стр. 14) на рисунке 1.2, где представлено сравнение принципов развертывания в сетях 2G/3G и сетях 4G, не указано расстояние между базовыми станциями при построении сети 4G. Из текста диссертации не ясно, какие именно критерии сравнения сетей использовались при сопоставлении принципов развертывания в сетях 2G/3G и сетях 4G.

Во втором разделе выполнено исследование критериев выбора сот в типовом крупном городе для построения перспективной гетерогенной сети LTE. Проведен анализ четырех основных критериев выбора сот и спрогнозирована плотность пользователей, а также генерируемый ими трафик, для оценки эффективности критериев выбора сот в гетерогенных сотовых сетях четвертого поколения LTE. Выполнено моделирование сети, определены достоинства и недостатки критериев выбора сот, оценена возможность их использования для построения системы эффективного управления гетерогенной сетью LTE.

Следует отметить, что во втором разделе (стр. 63) указано: «Для оценки используется участок сети, содержащий одну соту, охватываемую одной макро базовой станцией с радиусом покрытия 680 метров и шестью микро базовыми станциями, развернутыми на расстоянии в 450-550 метров от макро базовой станции...». Из текста раздела не ясно, какое преимущество дает столь значительное ограничение радиуса действия базовых станций, так как в таблице 1.1 на странице 16 указано, что радиус покрытия Макро БС составляет от 8 000 до 30 000 м., а радиус покрытия Микро БС составляет от 200 до 2 000 м.

В **третьем разделе** рассмотрена модель снижения энергопотребления в гетерогенной сотовой сети LTE с пошаговым диммированием базовых станций макросот. Представлены результаты моделирования предложенного алгоритма снижения энергопотребления для участка гетерогенной сети LTE. Выполнен анализ результатов моделирования, доказывающий эффективность предложенного алгоритма минимизации энергопотребления гетерогенной сотовой сетью LTE.

К замечаниям следует отнести, что в разделе 3 (стр. 87) не ясно, каким образом 1-й метод выбора сот превышает 100% рубеж энергопотребления, представленный на рисунке 3.5.

Кроме того, недостаточно точно обоснован выбор используемых критериев эффективности.

В **четвертом разделе** предложен критерий оптимизации расположения базовых станций в гетерогенной сети сотовой связи LTE с учетом минимизации капитальных затрат и качества обслуживания.

В результате развертывания модели гетерогенной сети сотовой связи LTE предложена оптимизация энергопотребления гетерогенной сетью LTE симплекс-методом с использованием подобранного критерия выбора сот. Согласно результатам моделирования, наилучший показатель дал метод выбора сот на основе энергосбережения и оптимизация с пошаговым диммированием, при котором микро базовые станции находятся наиболее близко к точкам массового скопления людей.

В качестве замечания можно отметить, что в четвертом разделе (стр. 98) на рисунке 4.1. представлена карта части крупного города с предполагаемым местом развертывания гетерогенной сети, на которой отсутствуют обозначения осей абсцисс и ординат.

Кроме того, в разделе 4 из таблиц 4.2 и 4.3 не ясно, каким образом получено значение «всего» и что под ним подразумевается.

Заметим также, что в разделе 4 на странице 102 указано: «Результатом решения задачи оптимизации, основанной на критерии качества обслуживания, являются 111 микро базовых станций. На рисунке 4.7 представлено расположение микро базовых станций и транспортной сети с соответствующими макро базовыми станциями». Из текста диссертации не ясна площадь территории, на которой расположено данное количество микро базовых станций.

Следует также подчеркнуть, что в диссертационной работе сделаны следующие выводы: стр. 117, пункт 7 «...Использование критерия выбора сот по энергосбережению в сочетании с пошаговым диммированием снижает потребление энергии базовыми станциями сети на 30.8%»; пункт 10 «Решение

задачи оптимизации энергопотребления полученной гетерогенной сетью LTE симплекс-методом с использованием выбранного критерия для различных вариантов сочетаний показало, что наилучшие результаты дает критерий выбора сот на основе энергосбережения и оптимизация с пошаговым диммированием. Он позволяет снизить энергозатраты сети на 25.62%». Из текста не ясно, каким образом данные значения появляются в заключении, так как в тексте диссертации они не представлены.

Стоит также заметить, что в диссертационной работе не указано, какой именно программный комплекс разработан для моделирования предложенного алгоритма оптимизации энергопотребления гетерогенной сети LTE.

4 Научная новизна работы

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Получила дальнейшее развитие методика сокращения энергопотребления подсистемой базовых станций гетерогенной сотовой сети LTE на основе оптимального управления режимами макро и микро базовых станций в сочетании с детерминированием критерия выбора сот абонентским оборудованием, позволяющая минимизировать потребляемую подсистемой электроэнергию в течение суток.

2. Получил дальнейшее развитие метод планирования гетерогенной сотовой сети LTE, обеспечивающий оптимизацию структуры подсистемы базовых станций при выборе территориального расположения и расчете количества базовых станций, основанный на оценке абонентской плотности и параметров трафика по отдельным территориальным зонам с учетом минимизации энергопотребления.

3. Впервые обоснован критерий оптимизации, позволяющий за счет изменения коэффициента диммирования макро базовой станции и включения/выключения микро базовых станций в сочетании с актуализацией критерия выбора сот обеспечить минимизацию энергопотребления гетерогенной сотовой сетью LTE. Использование предложенного критерия оптимизации дает сокращение энергопотребления подсистемой базовых станций на 25,62% по отношению к существующим подходам.

5 Практическое значение полученных результатов

1. Разработаны рекомендации по минимизации общего потребления энергии подсистемой базовых станций гетерогенной сети LTE, которые могут быть использованы операторами сотовых сетей LTE крупных городов.

2. Разработаны рекомендации по оптимизации структуры гетерогенной сети LTE с учетом минимизации энергопотребления, которые могут применяться при планировании таких сетей.

3. Разработан программный комплекс для моделирования работы гетерогенной сети LTE для различных критериев выбора сот и режимов сокращения энергопотребления базовыми станциями.

4. Разработан программный комплекс для моделирования разработанного алгоритма оптимизации энергопотребления гетерогенной сети LTE.

Полученные результаты могут быть использованы научно-исследовательскими, проектными организациями, телекоммуникационными компаниями при планировании, развертывании и эксплуатации гетерогенных сотовых сетей LTE. Практическая реализация результатов работы подтверждается справкой о внедрении в учебный процесс ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (справка № 30-12/234 от 20.11.2020 об использовании в учебном процессе при проведении лабораторных занятий по дисциплинам «Системы и сети радиосвязи» для студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; «Математическое моделирование устройств и систем», «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» для студентов направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»), а также справкой о внедрении на ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ОПЕРАТОР СВЯЗИ» (ГП «РОС»).

6 Степень полноты опубликованных полученных результатов

Основные положения диссертации опубликованы автором самостоятельно и в соавторстве в 7 научных работах, в том числе: 5 работ в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденный МОН ДНР; 2 – 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 Дзюбы А. В., 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 выводы по 4 главам диссертации и работе в целом, заключение, информация о реализации 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 первом разделе (стр. 14) на рисунке 1.2, где представлено сравнение принципов развертывания в сетях 2G/3G и сетях 4G, не указано расстояние между базовыми станциями при построении сети 4G. Из текста диссертации не ясно, какие именно критерии сравнения сетей использовались при сопоставлении принципов развертывания в сетях 2G/3G и сетях 4G.

2. Во втором разделе (стр. 63) указано: «Для оценки используется участок сети, содержащий одну соту, охватываемую одной макро базовой станцией с радиусом покрытия 680 метров и шестью микро базовыми станциями, развернутыми на расстоянии в 450-550 метров от макро базовой станции...». Из текста раздела не ясно, какое преимущество дает столь значительное ограничение радиуса действия базовых станций, так как в таблице 1.1 на странице 16 указано, что радиус покрытия Макро БС составляет от 8 000 до 30 000 м., а радиус покрытия Микро БС составляет от 200 до 2 000 м.

3. В разделе 3 (стр. 87) не ясно, каким образом 1-й метод выбора сот превышает 100% рубеж энергопотребления, представленный на рисунке 3.5.

4. В разделе 3 недостаточно точно обоснован выбор используемых критериев эффективности.

5. В 4 разделе (стр. 98) на рисунке 4.1. представлена карта части крупного города с предполагаемым местом развертывания гетерогенной сети, на которой отсутствуют обозначения осей абсцисс и ординат.

6. В разделе 4 из таблиц 4.2 и 4.3 не ясно, каким образом получено значение «всего» и что под ним подразумевается.

7. Кроме того, в разделе 4 на стр. 102 указано: «Результатом решения задачи оптимизации, основанной на качестве обслуживания являются 111 микро базовых станций. На рисунке 4.7 представлено расположение микро базовых станций и транспортной сети с соответствующими макро базовыми станциями». Из текста диссертации не ясна площадь территории, на которой расположено данное количество микро базовых станций.

8. В диссертационной работе сделаны следующие выводы (стр. 117) пункт 7: «...Использование критерия выбора сот по энергосбережению в сочетании с пошаговым диммированием снижает потребление энергии базовыми станциями сети на 30.8%»; пункт 10 «Решение задачи оптимизации энергопотребления полученной гетерогенной сетью LTE симплекс-методом с использованием выбранного критерия для различных вариантов сочетаний показало, что наилучшие результаты дает критерий выбора сот на основе энергосбережения и оптимизация с пошаговым диммированием. Он позволяет снизить энергозатраты сети на 25.62%». Из текста не ясно, каким образом данные значения появляются в заключении, так как в тексте диссертации они не представлены.

9. В диссертационной работе не указано, какой именно программный комплекс разработан для моделирования разработанного алгоритма оптимизации энергопотребления гетерогенной сети LTE.

11 Заключение

Диссертационная работа Дзюбы Андрея Всеволодовича является законченной научно-квалификационной работой, в которой дано теоретическое обоснование и приведено решение важной научно-практической задачи повышения эффективности функционирования перспективной городской гетерогенной сотовой сети LTE, на основе оптимизации потребления энергии базовыми станциями, путем изменения коэффициента диммирования макро базовой станции и включения/выключения микро базовых станций в сочетании с актуализацией критерия выбора сот.

В целом, работа выполнена на высоком научном уровне, содержит новые теоретические и полезные практические результаты. Отмеченные недостатки не препятствуют положительной оценке работы. Содержание диссертации,

положения и выводы соответствуют специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки), а сама работа соответствует требованиям ВАК Донецкой Народной Республики, предъявляемым к кандидатским диссертациям и удовлетворяет требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики от 27.02.2015 г. №2-13.

Работа заслуживает положительной оценки, а соискатель Дзюба Андрей Всеволодович 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
ГУП ДНР «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

Е. И. Бурлаева

Согласие

Бурлаевой Е.



С. Смирнов

М.С. Смирнов