

**Заключение диссертационного совета Д 01.024.04 на базе
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» и
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____**

решение диссертационного совета Д 01.024.04 от 22.12.2020 г. протокол 17/20

О ПРИСУЖДЕНИИ

**Павловской Ксении Александровне
ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Обоснование метода территориального планирования систем сотовой связи 5G на основе многокритериальной оптимизации» по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управления и обработка информации (по отраслям) (технические науки) принята к защите «06» октября 2020 г. диссертационным советом Д 01.024.04 (протокол № 11/20) на базе ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» и ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58, корп. 1, ауд. 203 Тел./факс: 380(62) 304-30-55, e-mail: uchensovets@donntu.org (приказ о создании диссертационного совета № 802 от 20.09.2018 г.).

Соискатель, Павловская Ксения Александровна, 1993 года рождения в 2016 году окончила ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» (диплом № 0733386 от 22.06.2016г.). Работает ассистентом кафедры «Автоматика и телекоммуникации» ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Диссертация выполнена на кафедре автоматике и телекоммуникаций ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Научный руководитель: Яремко Игорь Николаевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматика и телекоммуникации», ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ».

Официальные оппоненты:

1. АНДРИЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ, доктор экономических наук, профессор кафедры «Информационные системы управления» ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики, г. Донецк;

2. БУРЛАЕВА ЕКАТЕРИНА ИГОРЕВНА, кандидат технических наук, специалист 1 категории отдела сетевых сервисов дирекции по информационным технологиям РП «ЭНЕРГИЯ ДОНБАССА» г. Донецк;

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию. **Ведущая организация** – Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта» (ГУ «ИПИИ»), г. Донецк, в своем положительном заключении, подписанным заведующим отделом теоретических исследований в области искусственного интеллекта канд. техн. наук Сальниковым И.С. указал, что тема работы актуальна, имеет научную новизну, практическое значение и реализована на практике. Обоснованность научных выводов и рекомендаций автора не вызывает сомнений. Научные выводы и рекомендации достаточно полно изложены в опубликованных статьях. Представленная диссертационная работа отвечает требованиям п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и требованиям паспорта 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», а ее автор – Павловская Ксения Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их компетентностью в области научно-практических исследований информационных и инфокоммуникационных технологий, системного анализа, вычислительных алгоритмов и компьютерных средств моделирования.

Основные положения диссертации опубликованы в 8 научных работах, в том числе: 5 работ в изданиях, входящих в перечень специализированных научных изданий, утвержденный МОН ДНР; 3 – по материалам конференций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Павловская, К.А.** Задача оптимального размещения базовых станций в сетях пятого поколения / **К.А. Павловская** // Сборник научных трудов ДОНИЖТ, 2019 №55 – Донецк, 2019. – С. 19-23.

2. **Павловская, К.А.** Многокритериальная оптимизация построения сетей пятого поколения на основе системного анализа / **К.А. Павловская, В.Н. Лозинская, И.Н. Яремко** // «Вестник Академии гражданской защиты»: научный журнал. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2019. – Вып. 4 (20). – С. 111-117.

3. **Павловская, К.А.** Анализ моделей расчёта потерь мощности сигнала в сетях сотовой связи 5G / **К.А. Павловская, И.Н. Яремко** // «Вестник Академии гражданской защиты»: научный журнал. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2020. – Вып. 1 (21). – С. 140-146.

4. **Павловская, К.А.** Применение генетического алгоритма для решения задач размещения базовых станций в сетях пятого поколения / **К.А. Павловская** // Информатика и кибернетика, Донецк, ДонНТУ, 2019. - № 4(18). - С. 29-34.

5. Яремко, И.Н. Анализ модели распространения радиоволн SUI для решения задач построения сетей сотовой связи 5G / И.Н. Яремко, **К.А. Павловская** // Сборник научных трудов ДОНИЖТ, 2020 №56 – Донецк, 2020. – С. 26-31.

На автореферат поступило 6 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечен актуальность исследования, дана оценка основным результатам, указаны замечания, а также сделаны положительные заключения о соответствии работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания:

1. **Шадрина Валентина Вячеславовна**, кандидат технических наук по специальности 05.13.15 – Теоретические основы информатики, 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производством, доцент, заведующий кафедрой систем автоматического управления ГАОУВПО «Южный федеральный университет», РФ, г. Таганрог.:

1.1 В автореферате указано, что предложенный метод позволяет улучшить зону покрытия сети на 30,1%, однако не представлены диапазоны базовых численных показателей для сравнения.

1.2 В тексте автореферата не приведены алгоритмы работы разработанной программной реализации, обеспечивающей решение задач размещения базовых станций.

2. **Ченгарь Ольга Васильевна**, кандидат технических наук по специальности 05.13.06 – Информационные технологии, доцент кафедры «Информационные технологии и компьютерные системы» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», РФ, г. Севастополь:

2.1. В тексте автореферата нет точного обоснования выбора используемых критериев эффективности;

2.2. Решение поставленной научной задачи основано на статических моделях и методах обработки информации.

3. Радковский Сергей Александрович, кандидат технических наук по специальности 05.22.20 – Эксплуатация и ремонт средств транспорта, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика, связь и вычислительная техника», ГООВПО «Донецкий институт железнодорожного транспорта», ДНР, г. Донецк:

3.1. В пояснениях к формуле (2) указано: n – количество типов станций, однако, не понятно, что подразумевается под типом станции, и какие типы станций рассмотрены в работе.

3.2. На рис. 4 отсутствуют подписи осей абсцисс и ординат. Если на нем приведено географическое расположение базовых станций, то подразумевается, что на площади в 1 км^2 расположены 17 станций одного типа и 6 другого? Не слишком ли плотное расположение?

3.3. Из автореферата не понятно, использовались ли для оценки результатов работы существующие пакеты моделирования подобных систем. Например, Atoll?

4. Костоготов Андрей Александрович, доктор технических наук по специальности 20.02.25 – Военная электроника, аппаратура комплексов военного назначения, профессор, заведующий кафедрой «Связь на железнодорожном транспорте», Ростовский государственный университет путей и сообщений, РФ, г. Ростов-на-Дону.

4.1. В автореферате не указано, какое программное обеспечение использовалась для решения задач оптимального размещения базовых станций?

4.2. Из текста автореферата не ясно, какова чувствительность целевой функции от предлагаемого дополнительного коэффициента g_{km} , учитывающего потери сигналов в радиоканале между антеннами базовой и абонентской станцией.

4.3. Из текста автореферата не ясно, какова эффективность применения других приближенных методов оптимизации в сравнении с генетическим алгоритмом.

5. **Алексеев Евгений Ростиславович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных образовательных технологий, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» (КубГУ). РФ, г. Краснодар

5.1. В автореферате на рис. 3 не приведена размерность величины стоимости проектируемой сети от количества потенциальных мест расстановки базовых станций.

5.2. Для решения задачи оптимального расположения базовых станций в работе использует генетический алгоритм, при этом отсутствует обоснование его применения.

5.3. В автореферате не совсем чётко сформулирована решаемая в дальнейшем задача (см. стр. 7) «Решение задачи в данном случае сводится к вычислению целевой функции стоимости (2) и ее дальнейшей минимизации...». По формулировке не совсем понятно идёт ли речь о решении задачи оптимизации с ограничениями или о задаче полного перебора возможных вариантов. Далее описывается ещё одна модель (стр. 11-13). Хотелось бы в автореферате более четкой формулировки, решаемой в работе оптимизационной задачи.

5.4. В автореферате диссертации вводится такое понятие время алгоритма, которое автор оценивает в секундах. Не совсем понятно, что значит время алгоритма, измеряемое в секундах. Если речь идёт о программе, то, видимо, следовало указать о какой программной реализации разработанного автором алгоритма идёт речь (язык и технология программирования, компилятор, используемое оборудование: процессор, количество оперативной памяти, операционная система и т. д.).

5.5. По результатам моделирования в работе сделаны следующие выводы: увеличение количества абонентов влияет на скорость решения задачи в большей степени, чем рост числа мест кандидатов (стр. 15); 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

поставленной задачи (стр. 18). Хотелось бы более подробного описания проведения компьютерного эксперимента. С учётом того, что речь идёт о зоне покрытия при функционировании сетей 5G, то необходимо указать с какой базовой зоной покрытия идёт сравнение.

5.6. Не совсем понятно, как проводилось компьютерное моделирование. Автор использовал уже существующее программное обеспечение (какое?) или только свои разработки программ (какие, их назначение). Вероятно, эта информация есть в самом тексте диссертации.

6. Сторожев Сергей Валерьевич, кандидат экономических наук по специальности 08.03.02, доцент по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации, доцент кафедры специализированных и информационных технологий и систем. ГОУВПО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»

6.1 В формуле 11 (стр. 12) не расшифрованы обозначения V_{ij} , V_{linkij} , V_{ring_N} ;

6.2 В тексте автореферата не указана стоимость штрафа за 1 не подключенного абонента;

6.3 Из автореферата диссертации не ясно, каким образом выполняется кодирование параметров для создания хромосом при использовании генетического алгоритма и какова их размерность.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Установлено, что введение в целевую функцию дополнительного коэффициента g_{km} , учитывающего потери сигналов в радиоканале между антеннами базовой и абонентских станций, обеспечивает учет большого числа параметров, влияющих на распространение сигналов в радиоканале.

2. Показано, что метод многокритериальной оптимизации для сетей пятого поколения, учитывающий основные показатели качества (QoS), позволяет рационализировать расстановку базовых станций в сетях 5G.

3. Установлено, что предложенная процедура расположения базовых станций, позволяет визуализировать получаемые результаты и существенно сократить затраты времени на планирование или адаптацию сотовой сети.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость результатов работы заключается в раскрытии особенностей территориального планирования сетей сотовой связи, их использовании для повышения эффективности работы сотовых сетей 5G и обосновании модели размещения базовых станции для сетей стандарта 5G на основе генетического подхода:

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 стандарта 5G.

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

Практическое значение результатов исследований.

1. Разработаны критерии оценки эффективности решения оптимизационной задачи для целей планирования мест расположения базовых станций сотовых сетей 5G.

2. Разработан метод определения мест расположения базовых станций сотовых сетей 5G с оптимальными показателями качества QoS.

3. 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, проектными организациями, телекоммуникационными компаниями при проектировании и внедрении сетей стандарта 5G. Практическая реализация результатов работы подтверждается справкой о внедрении в учебный

процесс ГОУВПО «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 СВЯЗИ» (ГП «РОС»)).

Оценка достоверности результатов исследования подтверждается: корректностью формулировки математического описания задачи и результатами математического моделирования при решении поставленных задач в компьютерной среде с применением специализированного программного обеспечения.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все результаты и положения, составляющие основное содержание диссертации, вынесенные на защиту, получены автором самостоятельно. Личный вклад соискателя заключается в обосновании идеи работы и ее реализации, цели и задач работы, в выборе методов и направлений исследований, выполнении теоретических, аналитических и экспериментальных исследований, разработке положений и методических рекомендаций по использованию результатов работы, а также их внедрению в государственном предприятии.

На основании вышеизложенного представленная диссертационная работа Павловской Ксении Александровны «Обоснование метода территориального планирования систем сотовой связи 5G на основе многокритериальной оптимизации» является завершенной научно-практической работой, в которой на основе проведенных исследований решена актуальная научно-техническая задача где, на основании введения в целевую функцию дополнительного коэффициента g_{km} , учитывающего потери сигналов в радиоканале между антеннами базовой и абонентских станций, обеспечивается учет большого числа параметров, влияющих на распространение сигналов в радиоканале, что позволяет оптимизировать расстановку базовых станций сотовой связи

поколения 5G на основе показателей качества. Работа отвечает требованиям п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управления и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

На заседании от «22» декабря 2020 г. диссертационный совет принял решение: присудить Павловской Ксении Александровне ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управления и обработка информации (по отраслям) (технические науки).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 4 доктора наук, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 2, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета Д 01.024.04
д-р техн. наук, профессор



В.Н. Павлыш

Учёный секретарь
диссертационного совета Д 01.024.04
канд. техн. наук, доцент
М.П.

Т.В. Завадская

22 декабря 2020