

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чистовой Натальи Александровны на тему:
**«Исследование влияния на сокращение цифрового разрыва и разработка
методов формирования цифровых кластеров сетей
связи с ультра малыми задержками»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Интенсивное развитие и распространение различных ИКТ-технологий приводит не только к пересмотру существующих подходов к организации сетей связи, традиционных сетевых архитектур и топологий, и т.д., но и к коренным изменениям в других областях, например, к изменениям в региональной и мировой экономике.

Так развитие и распространение концепции Интернета Вещей и такого вида коммуникаций как D2D (Device-to-Device) коммуникации привели в конечном счете к возникновению сверхплотных сетей, в которых число пользователей Интернет вещей на 1 кв. км может составлять до 1 млн.

При этом в сетях связи пятого и последующих поколений предполагается предоставление новых типов услуг: тактильного интернета, услуг управления беспилотными автомобилями, услуг дополненной реальности и т.д., для чего требуется обеспечить круговую задержку величиной в 1 мс для обеспечения уровня качества обслуживания и качества восприятия абонентов.

Это требование привело к принципиальным изменениям в архитектуре сети, поскольку исходя из фундаментальных ограничений по скорости распространения света и особенностей его распространения в волоконно-оптических кабелях по рекомендации МСЭ-Т, оказание услуг Тактильного Интернета с требуемыми параметрами качества обслуживания и качества восприятия оказалось возможным только в круге радиусом в 50 км.

Диссертационная работа посвящена исследованию влияния внедрения сетей связи с ультра малыми задержками на сокращение цифрового разрыва между регионами Российской Федерации и разработке методов формирования цифровых кластеров при внедрении подобных сетей. В этой связи тема и результаты диссертационного исследования представляются весьма актуальными.

Основные результаты диссертации, обладающие научной новизной:

1. Установлена статистическая взаимосвязь между Валовым Региональным Продуктом на душу населения и числом занятых в области информатизации и связи на 100 тысяч занятых во всех областях деятельности, коэффициент корреляции при этом равен $k = 0,667$.

2. На основании данных о средних расстояниях между сельскими населенными пунктами и районными центрами, а также районными и областными центрами Российской Федерации, проведена типизация Федеральных Округов по способам построения сетей связи с ультра малыми задержками и возможностям по оказанию услуг этих сетей.
3. На основе ассоциативного метода с использованием эволюционного алгоритма получен прогноз доли пользователей услуг сетей связи с ультрамалыми задержками на горизонте планирования до 2030 года, который показывает, что доля пользователей таких услуг к 2030 году превысит 60%.
4. Разработан метод формирования цифровых кластеров сетей связи пятого и последующих поколений на основе качества предоставления услуг, отличающийся от известных тем, что при формировании цифрового кластера учтены плотность пользователей, а также одновременное предоставление услуг Тактильного Интернета и услуг дополненной реальности.
5. Предложен модифицированный алгоритм FOREL для решения задачи размещения ЦОД при неравномерном распределении пользователей по территории, отличающийся от известных тем, что область допустимых положений центра цифрового кластера ограничена конечным множеством. Это позволяет добиться того, чтобы точки предоставления различных услуг совпадали, что дает возможность сокращения протяженности линий связи в цифровом кластере.
6. Разработан метод выбора размера цифрового кластера в сети с ультра малыми задержками, отличающийся от известных тем, что в нем учитывается длина трассы прокладки кабеля на основе оценки фрактальной размерности дорожной сети на территории кластера, что позволяет оценить степень отличия трасс прокладки кабеля от прямых линий и определить значение длины, на которое необходимо уменьшить радиус планируемого цифрового кластера.

В автореферате представлены полученные в главах диссертации основные результаты: методы, алгоритмы, зависимости и т.д. Они имеют значительную теоретическую и практическую ценность и позволяют утверждать, что автор успешно решил поставленную в диссертационном исследовании задачу: исследовать влияние на сокращение цифрового разрыва и разработать методы формирования цифровых кластеров сетей связи с ультра малыми задержками.

Результаты диссертации могут иметь большое практическое применение, в том числе в проектных организациях и у операторов связи для планирования, разработки и внедрения услуг сетей связи с ультра малыми задержками.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. На странице 12, рисунок 4, на графике зависимости задержки от радиуса цифрового кластера некоторые подписи расположены в вертикальной плоскости, что снижает удобство восприятия графика.
2. На странице 12, рисунок 5, на рисунке изображен пример структуры цифровых кластеров для двух услуг сетей uRLLC. При этом аббревиатура uRLLC больше по тексту не встречается и никак не расшифровывается.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку результатов диссертации. Судя по автореферату, диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Чистова Наталья Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Заведующий кафедрой Информационной безопасности ФГБОУ ВО
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики» (ПГУТИ)

д.т.н., профессор



Вячеслав Григорьевич Карташевский

29.10.2021

Карташевский Вячеслав Григорьевич, гражданин Российской Федерации, Заслуженный работник связи РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Информационной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики».

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

Телефон: (846) 333-53-50, E-mail: kartashevskiy-vg@psuti.ru

Собственноручную (ые) подпись (и)	
<u>Карташевского В.Г.</u>	
заверяю: и	Поволжский
государств	муникаций и
информат	канова
29.10.2021	

