

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 219.001.04 НА БАЗЕ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»,
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от «15» ноября 2018 г., протокол № 44
о присуждении Кучерявому Евгению Андреевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование комплекса моделей и методов
распределения ресурсов в беспроводных гетерогенных сетях связи» по специальности
05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций принята к защите 28 июня 2018г.
(протокол заседания № 35/2) диссертационным советом Д 219.001.04, созданным на базе
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Московский технический
университет связи и информатики», Федеральное агентство связи, 112024, Москва, ул.
Авиамоторная, д.8а. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от
03 марта 2016 г. №244/нк.

Соискатель Кучерявый Евгений Андреевич, 1974 года рождения, диссертацию на
соискание ученой степени кандидата технических наук «Исследование вероятностно-
временных характеристик механизмов управления мультимедийной нагрузкой в сетях
АТМ» защитил в 1999 году в диссертационном совете, созданном на базе федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-
Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-
Бруевича» (ФГБОУ ВО СПбГУТ), работает профессором школы бизнес-информатики
факультета бизнеса и менеджмента федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского
университета «Высшая школа экономики (НИУ ВШЭ)».

Диссертация выполнена в НИУ ВШЭ в школе бизнес-информатики.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Самуйлов Константин
Евгеньевич, заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей
федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Российский университет дружбы народов (РУДН)».

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Сиверс Мстислав Аркадьевич, профессор
кафедры радиосвязи и вещания федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»;

доктор технических наук, профессор Карташевский Вячеслав Григорьевич,
заведующий кафедрой мультисервисных сетей и информационной безопасности
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и
информатики», г. Самара;

доктор технических наук, профессор Канаев Андрей Константинович, заведующий кафедрой электрической связи федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Санкт-Петербург дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном заведующим лабораторией № 69 «Управление сетевыми системами» д.т.н. профессором В.М. Вишневым и утвержденном директором института д.т.н., профессором, членом-корреспондентом РАН Д.А. Новиковым, указала, что диссертационная работа Кучерявого Евгения Андреевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема создания комплекса моделей и методов распределения ресурсов для беспроводных гетерогенных сетей связи четвертого и пятого поколений, имеющая важное хозяйственное значение. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.12.13 — Системы, сети и устройства телекоммуникаций по пунктам 3, 5, 11, 12, 14 и отвечает критериям, изложенным в п. 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842. Автореферат адекватно отражает основное содержание диссертационной работы. Кучерявый Евгений Андреевич заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Основные результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию для проведения научно-исследовательских работ в области современных телекоммуникационных сетей и систем в отраслевых научно-исследовательских институтах ФГУП ЦНИИС, ФГУП НИИР, в институтах РАН - ИПУ, ИППИ, при проектировании и планировании современных сетей связи ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ», операторскими компаниями ПАО «Ростелеком», ПАО «Мегафон», ПАО «ВымпелКом», ПАО «МТС», а также при подготовке специалистов по современным сетям связи в университетах ВШЭ, РУДН, СПб НИУ ИТМО, СПб ПУ Петра Великого, ПГУПС Императора Александра I, СПб ГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ПГУТИ, МГУСИ, СибГУТИ.

Основные результаты диссертации изложены в 78 работах, общим объемом 68,6 п.л., в том числе в трех монографиях, 12 работах, опубликованных в журналах из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации; в 63 работах, опубликованных в трудах, индексируемых Scopus, из них 51, индексируемых в Web of Science.

Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации общим объемом 45,4 п.л., из них личный вклад составляет 35,4 п.л.:

1. Кучерявый, Е.А. Управление трафиком и качеством обслуживания в сети Интернет // СПб.: Наука и Техника, 2004. – 336 с.

Общий объем 21 п.л.

2. Кучерявый, Е.А. Самоорганизующиеся сети/ А.Е.Кучерявый, А. В. Прокопьев, Е. А. Кучерявый. СПб. : Любавич, 2011. – 312 с. – 20,62 / 12 п.л.

Общий объем 20,6 п.л. Личный вклад составляет 12 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежат результаты по качеству обслуживания и распределению ресурсов в самоорганизующихся сетях, формулировки задач по Интернету Вещей и перспективам развития беспроводных сетей.

3. Кучерявый, Е.А. Методология распределения ресурсов в гетерогенных сетях/ Кучерявый Е.А., Самуйлов К.Е. // Электросвязь. – 2018. – №4. – С. 34-40.

Общий объем 0,3 п.л. Личный вклад составляет 0,2 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка и детальное представление методологии распределения ресурсов.

4. Кучерявый, Е.А. Аналитическая модель беспроводных сетей технологии IEEE 802.11ah / Ометов А.Я., Щесняк А.С., Кучерявый Е.А. // Электросвязь. – 2018. – №1. – С. 51-58.

Общий объем 0,3 п.л. Личный вклад составляет 0,1 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка модели и метода доступа устройств М2М к ресурсам сети на примере стандарта IEEE 802.11ah с низким энергопотреблением в условиях передачи данных малого объема.

5. Кучерявый Е.А. Подходы к моделированию сетей связи с клиентской ретрансляцией / Пяттаев А.В., Кучерявый Е.А., Андреев С.Д. // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – Т. 52. – №2. – С. 98-102.

Общий объем 0,25 п.л. Личный вклад составляет 0,15 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка модели и метода ретрансляции для устройств М2М, расположенных на границе зоны обслуживания.

6. Koucheryavy, Y. Vehicle-based relay assistance for opportunistic crowdsensing over narrowband IoT (NB-IoT) / V. Petrov, A. Samuylov, V. Begishev, D. Moltchanov, S. Andreev, K. Samouylov, Y. Koucheryavy // IEEE Internet of Things Journal. – 2018. DOI: 10.1109/IJOT.2017.2670363.

Общий объем 0,80 п.л. Личный вклад составляет 0,45 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка модели и метода доставки данных от М2М устройств в гетерогенных сетях 3GPP NB-IoT.

7. Koucheryavy, Y. Adaptive Resource Management Strategy in Practical Multi-Radio Heterogeneous Networks / M. Gerasimenko, D. Moltchanov, S. Andreev, Y. Koucheryavy, N. Himayat, S.-P. Yeh, S. Talwar // IEEE Access 5. – 2017. – Pp. 219-235.

Koucheryavy, Y. Delivering Fairness and QoS Guarantees for LTE/Wi-Fi Coexistence Under LAA Operation / M. Maule, D. Moltchanov, P. Kustarev, M. Komarov, S. Andreev, Y. Koucheryavy // IEEE Access 6. – 2018. – Pp. 7359-7373.

Обе работы посвящены проблемам распределения ресурсов в гетерогенных сетях. В первой работе общий объем 0,42 п.л. Личный вклад составляет 0,30 п.л. Во второй работе общий объем 0,46 п.л. Личный вклад составляет 0,32 п.л. В обеих работах Е.А.Кучерявому принадлежит разработка критерия оптимизации, для которого справедливое распределение ресурсов для гетерогенных сетей обеспечивается использованием модифицированного критерия max-min, основанного на доступной полосе пропускания.

8. Koucheryavy, Y. Cooperative Radio Resource Management in Heterogeneous Cloud

Radio Access Networks / M. Gerasimenko, D. Moltchanov, R. Florea, S. Andreev, Y. Koucheryavy, N. Himayat, S.-P. Yeh, S. Talwar // IEEE Access 3. – 2015 – Pp. 397-406.

Общий объем 0,44 п.л. Личный вклад составляет 0,30 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка метода управления производительностью гетерогенной облачной сети радиодоступа с использованием менеджера управления кооперативными радио ресурсами в реальном масштабе времени.

9. Koucheryavy, Y. 3GPP LTE-Assisted Wi-Fi Direct: Trial Implementation of Live D2D Technology / A. Pyattaev, J. Hosen, K. Johnsson, R. Krkos, M. Gerasimenko, P. Masek, A. Ometov, S. Andreev, J. Sedy, V. Novotny, Y. Koucheryavy // ETRI Journal. – 2015. – Vol. 37. – Issue 5. – Pp. 877-887.

Общий объем 0,30 п.л. Личный вклад составляет 0,20 п.л. Е.А.Кучерявому принадлежит разработка модели и метода распределения ресурсов для взаимодействий

D2D с сетевой поддержкой с использованием технологии Wi-Fi Direct.

10. Koucheryavy, Y. Optimizing Energy Efficiency of a Multi-Radio Mobile Device in Heterogeneous Beyond-4G Networks / O. Galinina, S. Andreev, A. Turlikov, Y. Koucheryavy // Performance Evaluation. – 2014. – Vol. 78. – Pp. 18-41.

Общий объем 0,48 п.л. Личный вклад составляет 0,30 п.л. Е.А. Кучерявскому принадлежит разработка модели выбора эффективной мощности передачи и метода управления мощностью мобильного устройства в гетерогенных сетях.

Недостовверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, отсутствуют.

На автореферат поступило 12 положительных отзывов: ОАО «Центральное научно-производственное объединение «ЛЕНИНЕЦ», ФГУП НИИР, ФГАОУ ВО ВлГУ, ПАО «Ростелеком», ФГАОУ ВО СПбГУТ, ФГАОУ ВО СПбГЭУ, ФГАОУ ВО СПб ПУ, ФГАОУ ВО ПГУТИ, ФГАОУ ВО СибГУТИ, ФГУП ЦНИИС, ФГАОУ ВО РУДН.

В отзывах содержатся следующие замечания:

1. На С.23 автореферата приводится полученное автором выражение для аппроксимации средней задержки пакетов в передающем узле, но отсутствуют модели для анализа вариации задержки IPDV, что ограничивает применение полученных моделей для оценки качества обслуживания речевого трафика.
2. В полученных автором моделях для оценки вероятности потери сообщений в слоте, на С. 35 автореферата, по видимому принимается предположение о том, что отказы оборудования отсутствуют, в то время как в реальных сетях коэффициент готовности оборудования всегда меньше единицы.
3. Формулы (4)–(6) в автореферате приводятся только с краткими пояснениями, что несколько снижает прозрачность восприятия выводов соответствующего раздела, но, вероятно, вызвано ограниченностью объема автореферата.
4. В разделе 5 для описания потоков входящих событий используется распределение Бернулли, в то время как реальные потоки событий от источников могут быть коррелированы друг с другом, в том числе и в M2M системах.
5. В автореферате диссертационной работы не упомянуто, потребуется ли модификация полученных выводов, моделей и методов при переходе к технологиям беспроводной связи пятого поколения.
6. Непонятно, зачем на рис. 16 приведен известный граф переходов состояний канала IEEE 802.11 ah.
7. Количественные результаты, полученные самим автором и представленные на рисунках (например, на рис. 18, рис. 19, рис.24), не отражены в заключении, обобщающем основные результаты работы.
8. На стр. 32 не отмечено в какой из работ автора описан предложенный им метод COBALT, улучшающий задержку доступа.
9. Некоторые термины не расшифрованы в тексте автореферата, например: H-CRAN, CRRM.
10. Не обоснован выбор технологии WiFi Direct для выгрузки трафика в сеть D2D.
11. В автореферате нет обозначения переменной для оси абсцисс на графике зависимости пропускной способности от количества узлов в облаке ретрансляции.
12. На рисунке 1 (Схема D) автором представлен граф где ребра нумеруются от 1 до $E = M$, однако в дальнейшем в расчетах эти обозначения не используются и встречаются только в шестом разделе, где M описана как набор индивидуальных очередей при моделировании процесса доставки сообщения. Из автореферата непонятно соотносятся ли эти величины или совпадают лишь обозначения.

13. К недостаткам работы, исходя из автореферата, следует отнести, неопределенность термина «ресурс», так как в работе под этим термином понимается и энергоэффективность, и скорость передачи данных, и мощность передачи. Хотелось бы более четкого определения этого понятия в рамках работы.
14. На рисунке 18 по оси абсцисс указано «Число М ТС устройств», однако в тексте не приведено описание их свойств и их отличия от М 2М устройств, о которых идет речь в разделе.
15. В автореферате не приведено обоснование или доказательство того, что совокупный трафик, выходящий из всех входящих очередей М можно аппроксимировать пуассоновским процессом. Это является основополагающим решением при расчете характеристик процесса доставки сообщений, которое должно соответствовать реальным процессам на гетерогенных сетях, для оценки достоверности получаемых в этой модели результатов.
16. Из автореферата непонятно, какие радиотехнологии доступа рассматриваются при оценке пропускной способности на рисунке 8.
17. Из автореферата не ясно, какой пакет имитационного моделирования и почему использовался при оценке выигрыша в пропускной способности в схеме клиентской ретрансляции для улучшения показателей задержки и энергетической эффективности для граничных ячеек М2М в разделе 3.
18. В тексте отсутствует расшифровка ряда используемых аббревиатур (HCRAN, CRRM и т.д.), что затрудняет чтение автореферата как самостоятельного произведения.
19. Не совсем ясно, что подразумевается под «пропускной способностью», когда речь идет о предложенном критерии оптимизации распределения ресурсов в гетерогенных сетях связи, позволяющем учесть «баланс между сетевыми возможностями и пропускной способностью». Надо полагать, «пропускную способность» тут следует понимать как «требуемую скорость передачи данных»?
20. Также из автореферата не ясно, какое именно количество передаваемых байтов соответствует «данным малого объема»?
21. На рисунках 21 и 22 не указаны единицы измерения интенсивности поступления заявок.
22. По тексту автореферата по-разному написана аббревиатура технологии WiFi. Встречается написание «Wi-Fi» на рисунке 5.
23. На стр.33 сказано, что «основное внимание уделяется новейшей технологии передачи трафика Интернета Вещей...», однако определение того, что входит в понятие «трафик Интернета Вещей» не приведено. Возможно, автор имел в виду трафик, создаваемый устройствами интернета вещей.
24. При описании гетерогенных сетей основной упор делается на технологии WiFi, LTE, NB-IoT и другие, однако не рассмотрена технология BLE 5.0, которая потенциально ориентирована на D2D коммуникации.
25. В работе вводится предположение о синхронности системы связи применительно к разработке аналитической модели для протокола IEEE 802.11ah, когда всем узлам доступно точное время, разделённое на кадры, однако не указано, насколько технически реализуемо такое предложение при массовом внедрении предлагаемой модели. Целесообразно было бы привести оценку устойчивости предложенной модели и методы в случае потери связи с источником. Точного времени в масштабах одной сети и нескольких займа связанных сетей.
26. При описании результатов на рисунке 12 для правильного понимания полученного результата необходимо было привести хотя бы приблизительную оценку длины

- пакета. Из текста автореферата также непонятно, были пакеты на рисунке 12 одинаковой длины или длины пакетов были различны.
27. В положениях, выносимых на защиту (пункт 4), говорится об эффективной мощности. Неясно, что понимается под эффективной мощностью.
 28. В формуле (4-6) не значения расшифрованы, что затрудняет их анализ. Неясно, при каких условиях получена формула (6).
 29. На стр.24 говорится о выигрыше от применения облака ретрансляции для мобильных клиентов с деградированными беспроводными линиями. Какова причина деградации?
 30. На стр.18 при описании типа II структуры гетерогенной сети не указано интерференцию с чьей стороны следует принимать во внимание. Кроме того, указано, что типы гетерогенных сетей представлены на рис.5, хотя сети типа 2 на нем не указаны.
 31. На стр. 21 в формуле для p_c не определен параметр p_i^c .
 32. В разделе 5 наряду с исследованной с точки зрения обслуживания M2M трафика технологией IEEE 802.11ah следовало бы упомянуть такие технологии, как SIGFOX, LoRaWAN, WiFi HaLow.
 33. Построенная в разделе 6 модель обслуживания NB-IoT трафика применима для анализа и других технологий LPWAN, используемых для сбора данных с устройств Интернета вещей в системах M2M.
 34. Вместо присутствующих в тексте автореферата англоязычных терминов и аббревиатур следовало бы использовать их общеупотребимые русскоязычные аналоги, напр., вместо «Round robin» (рис. 4 на с. 18) использовать «циклический», также рекомендуется использовать единообразное начертание аббревиатуры «Wi-Fi» (рис. 4 на с. 18) и «WiFi» (рис. 5 на с. 20; текст, начиная с с. 6).
 35. На нескольких рисунках (рис. 11 на с. 24, рис. 14 на с. 27, рис. 15 на с. 28) обозначения единиц измерения присутствуют не в полном объеме.

Все отзывы положительные. Во всех отзывах отмечается, что указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы. Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, а ее автор, Кучерявый Е.А., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, широкой известностью, наличием публикаций по тематике диссертации и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан комплекс моделей и методов анализа и синтеза для распределения ресурсов в беспроводных гетерогенных сетях связи;
- предложена новая методология исследования распределения ресурсов в гетерогенных сетях связи, отличающаяся от известных комплексным анализом и синтезом различных технологий радиодоступа;
- доказано, что вновь предложенный критерий max-min, основанный на доступной полосе пропускания позволяет достичь до 60% лучшего значения 5% квантиля производительности соты по сравнению с критериями, не учитывающими динамику изменений характеристик радиоканала;
- введен новый архитектурный элемент «Шлюз входа в сеть доступа» (AAGW), реализованный в соответствии со стандартами 3GPP, который позволяет при взаимодействии технологий 3GPP и IEEE обеспечить значительное сокращение

сквозных задержек вследствие того, что трафик не нуждается в транзите на удаленный шлюз 3GPP PDN.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказано, что справедливое распределение ресурсов для гетерогенных сетей с учетом требуемого баланса между сетевыми возможностями и пропускной способностью достигается за счет использования критерия $\max\text{-min}$, основанного на полосе пропускания, а предложенный метод управления производительностью гетерогенной облачной сети радиодоступа H-CRAN с использованием менеджера управления кооперативными радио ресурсами CRRM в реальном масштабе времени на основе двух альтернативных метрик справедливого распределения ресурсов для пользователей всех доступных сетей радиодоступа позволяет более чем в 2 раза увеличить общую производительность мультиуровневой системы радиодоступа;
- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы теории вероятностей, теории массового обслуживания, теории телетрафика и стохастической геометрии, имитационного моделирования, а также натурные эксперименты;
- изложены идеи о выгрузке трафика в гетерогенных сетях на основе выгрузки трафика в технологию D2D на базе WiFi Direct с сетевой поддержкой, что обеспечивает удвоение пропускной способности соты и повышение энергоэффективности до 6 раз;
- раскрыты особенности предложенных в диссертационной работе модели и метода доставки данных от M2M устройств в гетерогенных сетях 3GPP NB-IoT с возможностью клиентской ретрансляции, которые позволяют для ряда сценариев как повысить вероятность доставки сообщений, так и повысить энергоэффективность передающих узлов;
- изучены стандарты 3GPP и IEEE, что дало возможность предложить новую архитектуру сетей связи четвертого и пятого поколений с использованием шлюза доступа AAGW;
- проведена модернизация существующих представлений о доступе устройств M2M к ресурсам сети LTE на основе модифицированной процедуры COBALT, учитывающая особенности передачи данных малого объема, что позволяет уменьшить задержку пакетов по сравнению с методом PUSCH почти для 85% типов трафика и одновременно в 2 – 3 раза снизить энергопотребление по сравнению с известным методом PRACH.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- полученные в диссертационной работе результаты внедрены в ПАО «Ростелеком» при выполнении НИР по современным технологиям для модернизации сетей связи в направлении создания сетей 5G, в ПАО «ГИПРОСВЯЗЬ» при разработке методики по планированию гетерогенных сетей связи, в Российском университете дружбы народов при создании модельной распределенной сети для исследования и оптимизации работы механизмов в системах связи нового поколения 5G, в «Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики» при чтении лекций и проведении практических занятий;
- определены перспективы практического использования полученных теоретических результатов для распределения ресурсов в сетях связи четвертого и

пятого поколений;

- создана лаборатория сетей связи нового поколения 5G, на базе которой возможно проведение исследований и тестирования сетей и систем пятого поколения;
- представлены методические рекомендации по планированию гетерогенных сетей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ использованы известные системы моделирования и разработанная под руководством автора система имитационного моделирования WINTERsim, верифицированная рядом ведущих мировых производителей систем связи, для натуральных экспериментов использовалась модельная сеть, построенная на сертифицированном оборудовании;
- теория построена на основе известных методов теории вероятностей, теории массового обслуживания, теории телетрафика и стохастической геометрии;
- идея базируется на основе анализа и обобщения передового опыта исследований в области беспроводных гетерогенных систем и сетей связи;
- использованы и развиты результаты ранее проведенных исследований в области беспроводных гетерогенных систем и сетей связи;
- установлено качественное совпадение с результатами, представленными в иных работах по данной тематике;
- использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.12.13 — Системы, сети и устройства телекоммуникаций: 3, 5, 11, 12, 14.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все основные результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно, экспериментальные исследования проведены и разработаны при его преобладающем участии или под его научным руководством. Направления исследований диссертационной работы, формулировки проблем и постановки задач обсуждались с научным консультантом проф. К.Е. Самуйловым, что отражено в совместных публикациях, в которых основные результаты и их доказательства принадлежат автору.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей изложение новых научно обоснованных технических решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, написана на хорошем научном уровне и соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

На заседании 15 ноября 2018 г. диссертационный совет Д 219.001.04 принял решение присудить Кучерявому Евгению Андреевичу ученую степень доктора технических наук.

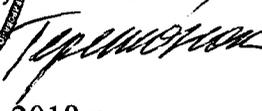
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 15, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент



 Артем Сергеевич Аджемов

 Максим Валерьевич Терешонок

Заключение совета составлено 15 ноября 2018 г.