

Форма 4. Научные достижения и опыт работы ключевых членов научного коллектива

1. **План по формированию научного коллектива для проведения исследования:** В планируемом проекте коллектив исследователей состоит из представителей научного блока университета и кафедр факультетов Инфокоммуникационных сетей и систем и Радиотехнологий связи. В составе коллектива 4 доктора технических наук, 4 кандидата, 4 аспиранта, 2 магистра и 2 бакалавра. НАУЧНАЯ ШКОЛА В качестве базовой кафедры выбрана кафедра сетей связи и передачи данных, заведующим которой является доктор технических наук, профессор, почетный член НТОРЭС им.А.С.Попова А.Е.Кучерявый. Профессор А.Е.Кучерявый является организатором и руководителем первых в Российской Федерации научно-исследовательских работ по Интернету Вещей (2010), Тактильному Интернету (2014), Интернету Навыков (2016). Руководитель научной школы по теории телетрафика в ЛОНИИС (1990 – 2003), основатель и руководитель научной школы “Интернет Вещей и самоорганизующиеся сети” в СПбГУТ (2010 по настоящее время, входит в реестр ведущих научных школ С.Петербурга). Выступал с докладами на конференциях в США, Германии, Франции, Италии, Дании, Швейцарии, Корее, КНР, Бразилии, Аргентине, Южно-Африканской Республике, Вьетнаме. Исторически профессор А.Е.Кучерявый в течение 17 лет являлся первым заместителем директора по научной работе научно-исследовательского института ЛОНИИС, а при назначении заведующим кафедрой сетей связи и передачи данных в 2011 году перенес в СПбГУТ навыки работы в крупном НИИ. Начиная с 2011 года на кафедре стала формироваться команда исследователей, нацеленная на решение прорывных задач в области сетей и систем связи. С тех пор по новейшим направлениям работ защищены четыре докторские диссертации (А.И. Парамонов по моделям трафика в 2014 году, Р.В.Киричек по летающим сенсорным сетям в 2017 году, М.А.Маколкина по дополненной реальности в 2020 году, Г.А.Фокин по позиционированию устройств в сетях в 2021 году) и 19 кандидатских по тематике Интернета Вещей, Тактильного Интернета, беспроводным сенсорным сетям. Всем защитившим диссертации кандидатам наук на момент защиты было меньше 35 лет, а многим – и меньше 30. Владимир С.С. является крупным специалистом в области сетевого кодирования и тактильного Интернета. Выборнова А.И. готовит докторскую диссертацию по голографическим копиям. Мутханна А.С.А. имеет 43 работы в WoS Core Collection, в том числе по искусственному интеллекту и роботам-аватарам. Г.А. Фокин является победителем многих конкурсов и грантов, активно занимается вопросами позиционирования в сетях связи.

2. Ключевые члены научного коллектива:

№ п/п	ФИО	Должность, ученая степень, ученое звание	Год рождения	Место работы и должность	ResearcherID	Индекс Хирша	Число публикаций	Роль в выполнении проекта
1.	Кучерявый Андрей Евгеньевич	заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных СПбГУТ, доктор	1952	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего	О-1879-2015	13	34	Руководитель работ по проекту / Project Manager

		технически х наук, профессор		образования “Санкт- Петербургски й государственн ый университет телекоммуник аций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных				
2.	Маколки на Мария Александровна	Профессор, доктор технически х наук, доцент	1983	Федеральное государственн ое бюджетное образовательн ое учреждение высшего образования “Санкт- Петербургски й государственн ый университет телекоммуник аций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, профессор кафедры сетей связи и передачи данных	U-7722-2018	4	15	Ответственн ый исполнитель работ по проекту / Responsible executor of works on the project
3.	Парамон ов Александр Иванович	Профессор, доктор технически х наук, доцент	1962	Федеральное государственн ое бюджетное образовательн ое учреждение высшего образования	U-7797-2018	8	34	Исполнител ь / Executor

				“Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, профессор кафедры сетей связи и передачи данных				
4.	Фокин Григорий Алексеевич	доцент, доктор технических наук, доцент	1984	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, доцент кафедры радиосвязи и вещания	F-1910-2017	5	26	Исполнитель / Executor
5.	Выборнова Анастасия Игоревна	Доцент, кандидат технических наук	1987	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский	N-7570-2016	5	9	Исполнитель / Executor

				й государствен ый университет телекоммуник аций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, доцент кафедры сетей связи и передачи данных				
6.	Мугхани а Аммар Салех Али	Доцент, кандидат технически х наук	1984	Федеральное государствен ое бюджетное образовательн ое учреждение высшего образования “Санкт- Петербургски й государствен ый университет телекоммуник аций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, доцент кафедры сетей связи и передачи данных	N-8984-2015	12	43	Исполнител ь / Executor
7.	Владими ров Сергей Сергееви ч	Доцент, кандидат технически х наук, доцент	1987	Федеральное государствен ое бюджетное образовательн ое учреждение высшего образования “Санкт- Петербургски й	ААО-1607- 2020	1	3	Исполнител ь / Executor

				государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, доцент кафедры сетей связи и передачи данных				
8.	Елагин Василий Сергеевич	Доцент, кандидат технических наук, доцент	1983	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, доцент кафедры инфокоммуникационных систем	I-9110-2017	2	14	Исполнитель / Executor
9.	Горбачева Любовь Сергеевна	аспирант	1997	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный	-	0	0	Исполнитель / Executor

				ый университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, аспирант				
10.	Марочкина Анастасия Вячеславовна	аспирант	1996	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, аспирант	-	0	0	Исполнитель / Executor
11.	Спиркина Анастасия Валентиновна	аспирант	1994	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича”, аспирант	АВА-2554-2020	2	11	Исполнитель / Executor

12.	Юрьев Глеб Игоревич	аспирант	1996	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича", аспирант	-	0	0	Исполнитель / Executor
13.	Паньков Богдан Олегович	магистрант	2000	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича", магистрант	-	0	0	Исполнитель / Executor
14.	Анваржон Баходиржон Нодирбек угли	магистрант	1998	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-	-	0	0	Исполнитель / Executor

				Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, магистрант				
15.	Тефикова Мерьям Ринатовна	студент бакалавриата	2000	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч- Бруевича”, студент бакалавриата	-	0	0	Исполнитель / Executor
16.	Кузьмина Екатерина Алексеевна	студент бакалавриата	2001	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А.	-	0	0	Исполнитель / Executor

				Бонч-Бруевича”, студент бакалавриата				
--	--	--	--	--------------------------------------	--	--	--	--

3. Публикационная активность ключевых членов научного коллектива за 2017 – 2021 годы

3.1. Наиболее значимые публикации ключевых членов научного коллектива за 2017 – 2021 годы в научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science Core Collection:

№	Авторы публикации	Название публикации	Год публикации	Наименование издания	Импакт-фактор издания	Квартиль издания	DOI публикации	Резюме публикации
1.	Абделлах, А.Р., Аль-Шахрани, А., Мутханна, А., Кучерявый, А.Е.	Оценка производительности в сетях V2X с использованием функций потерь М-оценки на основе глубокого обучения при наличии выбросов	2021	Симметрия	2.713	Q2	10.3390/sym13112207	Сети 5G появились как новая технология, которая может контролировать развитие телекоммуникационных сетей и транспортных систем. Кроме того, сети 5G обеспечивают более высокую производительность сети при одновременном снижении сетевого трафика и сложности по сравнению с существующими сетями. Методы машинного

								<p>обучения (МО) помогут симметричным приложениям Интернета вещей стать важным новым источником данных в будущем. Симметрия — это широко изучаемый шаблон в различных областях исследований, особенно в трафике беспроводной сети. Изучение симметричных и асимметричных сбоев и выбросов (аномалий) в сетевом трафике является важной темой. В настоящее время глубокое обучение (DL) представляет собой передовой подход к сложным беспроводным сетям,</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								<p>таким как управление и оптимизация сети, обнаружение аномалий, прогнозный анализ, прогнозирование стоимости жизни и т. д. Однако его эффективность зависит от эффективности обучающих выборок. DL предназначен для работы с большими наборами данных и использует сложные алгоритмы для обучения модели. Появление выбросов в необработанных данных снижает надежность обучающих моделей. В этой статье производительность трафика Vehicle-to-Everything (V2X)</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								оценивала с использованием алгоритма DL. Набор надежных статистических оценок, называемых M-оценками, был предложен в качестве надежных функций потерь в качестве альтернативы традиционной функции потерь MSE для улучшения процесса обучения и повышения устойчивости DL при наличии выбросов. Мы демонстрируем их надежность при наличии выбросов в наборах данных трафика V2X.
2.	Khakimov, A., Mokrov, E., Poluektov, D., Samouylo	Оценка метрики производительности качества обслуживания	2021	Sensors	3.576	Q1	https://doi.org/10.3390/s21175689	В этой работе мы рассматриваем ячейку с помощью БПЛА в

	v, K., & Kouchery avy, A.	ания для сетей на основе БПЛА					<p>сценарии с одним пользователем. Мы рассматриваем метрику производительности Quality of Experience (QoE), вычисляя ее как функцию коэффициента потери пакетов. Для получения этого показателя была разработана и протестирована в различных условиях система эмуляции радиоканала. Система состоит из двух независимых блоков, отдельно эмулирующих связи между Пользовательским оборудованием (ПА) и беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) и между</p>
--	---------------------------	-------------------------------	--	--	--	--	--

								БПЛА и Базовой станцией (БС). Для оценки ограничений использования сценария была разработана аналитическая модель. Результаты показывают, что в описанном сценарии покрытие сотовой связи может быть увеличено с минимальным воздействием на QoE.
3.	Аль-Анси, А., Аль-Анси, А. М., Мутханна, А., Эльгенди, И. А., и Кушеряви, А.	Обзор интеллектуальных граничных вычислений в 6G: характеристики, проблемы, потенциальные варианты использования и рыночные факторы	2021	future internet	3.64	Q2	https://doi.org/10.3390/fi13050118	Intelligence Edge Computing (IEC) — это ключевой фактор, способствующий развитию сетей с технологиями 5G и более поздних версий. IEC считается многообещающей основой будущих

								<p>услуг и систем беспроводной связи в интеграции и 5G. Кроме того, ИЕС обеспечивает различные варианты использования и приложения, включая автономные транспортные средства, дополненную и виртуальную реальность, анализ больших данных и другие услуги, ориентированные на клиента. Более того, это одна из технологий 5G, которая в наибольшей степени усилила движущие силы рынка в различных областях, таких как обслуживание клиентов, здравоохранение</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								<p>анение, методы обучения, Интернет вещей в сельском хозяйстве и энергетическая устойчивость. Однако технологические улучшения 5G сталкиваются со многими проблемами, такими как объем трафика, конфиденциальность, безопасность, возможности оцифровки и требуемая задержка. Поэтому 6G считается перспективной технологией будущего. С этой целью, по сравнению с другими обзорами, в этом документе представлен всесторонний обзор и</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								<p>всеобъемлющий обзор технологий интеллектуальных граничных вычислений (IEC) в 6G с акцентом на основные современные характеристики, проблемы, потенциальные варианты использования и рыночные факторы. Кроме того, мы суммируем исследовательские усилия по IEC в 5G с 2014 по 2021 год, в которых особое внимание уделяется интеграции и технологий IEC и 5G. Наконец, будут обсуждаться открытые исследовательские задачи и новые будущие направления</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								ия в IEC с сетями 6G.
4.	Александр Парамонов, Цзялян Пэн, Дмитрий Кашкаров, Аммар Мутханна, Ибрагим А. Эльгенди, Андрей Кучерявый, Ясин Малех и Ахмед А. Абд Эль-Латиф	Изучение и анализ мультиподключений для сверхнадёжных функций с малой задержкой в сетях и коммуникациях V2X	2021	Wireless Communications and Mobile Computing	2.336	Q2	https://doi.org/10.1155/2021/1718099	Сверхнадёжное соединение с малой задержкой (URLLC) — это одна из новых функций в сетях 5G и последующих поколений, в которых оно нацелено на выполнение строгих требований к скорости передачи данных, надёжности и доступности. Кроме того, для удовлетворения этих требований вводится концепция мультиподключения, при которой несколько различных технологий подключаются одновременно, а пакет данных дублирует

								ся и передается от нескольких передатчиков. С этой целью в данной работе мы представляем анализ, модель и метод обеспечения надежности доставки данных при организации URLLC в сетях 5G. Кроме того, рассматривается новый подход, основанный на организации множественных соединений (мультиконнектности) и дублировании передаваемых данных. Далее представлена аналитическая модель оценки вероятнос
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								ти отказа с учетом интенсивности трафика, вероятности отказа элементов и количества используемых соединений. Кроме того, предлагается эффективный метод повышения надежности доставки данных за счет оптимизации количества соединений. Кроме того, для оценки предложенного метода была построена модель URLLC на основе мультисвязности, которая проверяет возможность получения оптимального количества маршрутов в доставки данных
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								<p>между пользователем и точкой обслуживания, где совместно учитываются вероятность потерь и надежность оборудования. . Наконец, детальный анализ результатов показал, что при «равных» маршрутах по загруженности (при равномерном распределении трафика) и вероятности отказа оборудования можно найти оптимальное количество маршрутов, при котором достигается минимальная вероятность потерь .</p>
5.	Александр Парамонов,	Эффективный метод выбора	2021	Wireless Communications and	2.336	Q2	https://doi.org/10.1155/2021/9188658	В статье предлагается решение

	<p>Машаэль Хайят, Наталья Чистова, Аммар Мутханна, Ибрагим А. Эльгенди, Андрей Кучерявий и Ахмед А. Абд Эль-Латиф</p>	<p>размера цифрового кластера в сетях со сверхнизкой задержкой</p>		<p>Mobile Computing</p>				<p>проблемы выбора размера кластера в сети со сверхнизкой задержкой. Данная работа направлена на разработку метода выбора размера цифрового кластера в сети со сверхмалой задержкой с учетом длин соединительных линий. Если расчет линейного размера основывается только на требованиях к задержке без учета особенностей построения линии связи, это отрицательно сказывается на временных характеристиках. В данной работе показан метод, учитывающий</p>
--	---	--	--	-------------------------	--	--	--	--

								<p>особенности линий связи и основанный на оценке фрактальной размерности дорожной сети. Предложенный метод может быть использован при планировании и проектировании сетей со сверхмалыми задержками. Наконец, был проведен численный эксперимент, основанный на данных электронных карт, который показал, что оценка фрактальной размерности дорог в зоне обслуживания сети позволяет повысить точность определения размера</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								формируемого кластера. Более того, предлагаемый метод позволяет уменьшить погрешность оценки длины соединительных линий, которая без его использования может составлять в среднем около 30 %.
6.	Абдельхамид А. Атея, Аммар Мутханна, Анастасия Выборнова, Ирина Гудкова, Юлия Гайдамака, Абдельрахман Абуаркуб, Абир Д. Алгарни, Андрей Кучерявый	Модельное посредничество для преодоления ограничений света — на пути к безопасной тактильной интернет-системе	2019	journal of sensor and actuator networks	3.71	Q2	https://doi.org/10.3390/jsan8010006	Включены тактильной связи, а также голоса и данных в будущей сотовой системе 5G стало требованием. Тактильный Интернет — один из основных вариантов использования системы 5G, который позволит передавать тактильные

								коммуникации в режиме реального времени. Задержка, доступность, надежность и безопасность являются основными проблемами проектирования системы тактильного Интернета и двусторонних систем телеуправления, основанных на тактильных ощущениях. Сквозная задержка в 1 мс остается основной проблемой для реализации системы тактильного Интернета не только из-за задержек обработки и кодирования, но главным образом из-за
--	--	--	--	--	--	--	--	---

							<p>ограничений света. В этой работе мы анализируем ключевые решения для преодоления световых ограничений и включения тактильного интернета на любые расстояния с требуемой задержкой.</p> <p>Основным решением является создание виртуальной модели или модели, опосредованной для удаленной среды, в пограничной облачной единице рядом с конечным пользователем. С помощью ИИ виртуальная модель может прогнозировать поведение удаленной среды, и, таким образом,</p>
--	--	--	--	--	--	--	--

								конечный пользователь может взаимодействовать с виртуальной средой с большим опытом работы с системой. Этот обзор литературы охватывает существоющую работу двусторонних дистанционно управляемых систем, опосредованных моделью, и обсуждает ее доступность для тактильной интернет-системы. Кроме того, обсуждаются вопросы безопасности тактильной интернет-системы и влияние модельно-опосредованной системы на
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								требуемы й уровень безопасно сти тактильны х интернет- приложен ий. Наконец, предлагае тся структура тактильно й интернет- системы с развертыв анием модельног о посреднич ества.
7.	Мутханн а А., Атея А., Хакимов А., Гудкова И., Абуаркуб А., Самуйло в К., Кучеряв ый А.	Безопасн ые и надежны е сети Интернет а вещей с использо ванием туманны х вычислен ий с программ но определя емыми сетями и блокчейн ом	2019	journal of sensor and actuator networks	3.71	Q2	DOI: 10.3390/jsa n8010015	Разработк а приложен ий Интернета вещей (IoT) сталкивае тся со многими проблема ми, включая безопасно сть, большой трафик, высокую доступнос ть, высокую надежност ь и ограничен ия по энергопот реблению. Последни е парадигм ы распредел енных вычислен

								ий, такие как туман и граничные вычисления с множественным доступом (MEC), программно-определяемые сети (SDN), виртуализация сети и блокчейн, могут использоваться в сетях IoT, как вместе, так и по отдельности, для преодоления вышеупомянутых проблем при сохранении системы. представление. В этой статье мы представим структуру для IoT, которая использует уровень граничных вычислений узлов Fog, контролируемую и управляем
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								<p>ых сетью SDN, для достижения высокой надежности и доступности для приложений IoT, чувствительных к задержкам. Сеть SDN оснащена распределенными контроллерами и распределенными коммутаторами OpenFlow с ограниченными ресурсами. Блокчейн используется для надежной децентрализации. Кроме того, разработан алгоритм выгрузки данных для распределения различных задач обработки и вычислений между коммутаторами OpenFlow в зависимости</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								ти от их текущей рабочей нагрузки. Кроме того, предлагается модель трафика для моделирования и анализа трафика в различных частях сети. Предложенный алгоритм оценивается в моделировании и на испытательном стенде. Экспериментальные результаты показывают, что предложенная структура обеспечивает более высокую эффективность с точки зрения задержки и использования ресурсов.
8.	Атея, А.А.А., Мутханна, А., Киричек, Р., Хаммуде, М., и	Алгоритм гибридной разгрузки с учетом энергии и	2019	IEEE Access	3.367	Q1	DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2905249	Одним из наиболее многообещающих вариантов использования 5G/IMT20

	Кучеряв ый, А.	задержки для БПЛА.					20 являются беспилотн ые летательн ые аппараты (БПЛА). Из-за своего небольшо го размера БПЛА являются устройств ами с ограничен ными ресурсами . С этой целью в этой статье предлагае тся алгоритм разгрузки БПЛА, чтобы помочь в выполнен ии ресурсоем ких задач. Предлагае мый алгоритм обеспечив ает два метода разгрузки БПЛА. Первый метод разгрузки — это разгрузка по воздуху, при которой БПЛА может передать свои вычислите льные
--	-------------------	--------------------------	--	--	--	--	--

								<p>задачи ближайшим БПЛА, имеющим доступные вычислительные и энергетические ресурсы. Второй метод разгрузки — это наземная разгрузка, которая позволяет выгружать задачи на пограничный облачный сервер из многоуровневых пограничных облачных единиц, подключенных к наземным станциям. Предлагаемый алгоритм учитывает энергию и задержку, т. е. он выбирает исполнительное устройство и метод разгрузки на основе ограничений по задержке и энергии. Проведено интенсивное</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								моделирование алгоритма над надежным и условиям и для различных сценариев с разными случаями для каждого сценария и представлены результаты.
9.	Ateya, A. A., Muthanna, A., Vybornov, A., Algarni, A. D., Abuarqoub, A., Koucheryavy, Y., & Koucheryavy, A.	Алгоритм хаотического роя солей для многоконтроллерных сетей SDN	2019	Engineering Science and Technology, an International Journal	4.36	Q1	https://doi.org/10.1016/j.jestch.2018.12.015	Программно определяемые сети (SDN) — это новая сетевая парадигма, обеспечивающая гибкое управление сетями. Однако с увеличением пропускной способности сети один контроллер SDN имеет множество ограничений как по производительности, так и по масштабируемости. Распределенное

								развертывание с несколькими контроллерами — многообещающий метод обеспечения отказоустойчивости и масштабируемости. До сих пор остаются открытыми вопросы исследования, связанные с размещением контроллеров и оптимальным количеством развернутых контроллеров. В этой статье алгоритм динамической оптимизации, основанный на алгоритме оптимизации Salp Swarm (SSOA), разработан с введением хаотических карт для
--	--	--	--	--	--	--	--	--

								<p>повышени я производи тельности оптимизат ора. Алгоритм динамиче ски оценивает оптимальн ое количеств о контролле ров и оптимальн ые соединени я между коммутато рами и контролле рами в крупномас штабных сетях SDN. Для оценки предложе нного алгоритма было проведено несколько экспериме нтов, реализова нных в различны х сценариях . Кроме того, алгоритм сравнивал ся с линейным и метаэврис тическим алгоритма ми. Результат ы моделиро вания</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								показывают, что предложенный алгоритм превосходит метаэвристические алгоритмы и алгоритм, основанный на теории игр, с точки зрения времени выполнения и надежности.
10.	Khayyat, M., Elgendy, I. A., Muthanna, A., Alshahrani, A. S., Alharbi, S., & Koucheryavy, A.	Усовершенствованная вычислительная нагрузка на основе глубокого обучения для многоуровневых автомобильных сетей граничных облачных вычислений	2020	IEEE access	3.367	Q1	DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3011705	Обещание подключения с малой задержкой и эффективного использования полосы пропускания привело к недавнему переходу от автомобильных облачных вычислений (VCC) к автомобильным граничным вычислениям (VEC). В этой статье представлен

								усовершенствованный алгоритм вычислительной разгрузки, основанный на глубоком обучении, для многоуровневых транспортных сетей граничных облачных вычислений. Чтобы сохранить энергию и гарантировать эффективное использование общих ресурсов между несколькими транспортными средствами, интеграционная модель вычислительной разгрузки и распределения ресурсов формулируется как задача бинарной оптимизации для минимизации общей
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								<p>стоимости всей системы с точки зрения времени и энергии. Однако эта задача считается NP-сложной, и решение такого типа задач невозможно с вычислительной точки зрения, особенно для крупногабаритных транспортных средств, из-за проблемы проклятия размерности. Поэтому создается эквивалентная форма обучения с подкреплением, и мы предлагаем алгоритм распределенного глубокого обучения для поиска почти оптимальных решений по</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	---

								разгрузке вычислений, в которых параллельно используется набор глубоких нейронных сетей. Наконец, результаты моделирования показывают, что предложенный алгоритм может демонстрировать быструю сходимость и значительно снизить общее потребление всей системы по сравнению с эталонными решениями.
--	--	--	--	--	--	--	--	---

3.2. Список монографий (глав в монографиях) ключевых членов научного коллектива за 2017 – 2021 годы

№	Авторы монографии	Название монографии	Год издания	Издательство	Краткая аннотация к монографии
1.	Фокин Григорий Алексеевич	Технологии сетевого позиционирования	2020	Санкт-Петербург, СПбГУТ	В процессе эволюции сетей подвижной радиосвязи совершенствовались методы и средства сетевого позиционирования, требования к которым стали предъявляться с образованием партнерского

					<p>проекта 3GPP. Данная тенденция получила продолжение в сетях 4G LTE, и ожидается ее дальнейшее развитие в перспективных сетях 5G NR. В монографии представлен разработанный комплекс моделей, методов и метрик оценки и визуализации точности позиционирования, на основе которого исследуются вопросы определения местоположения в сетях радиодоступа, в том числе при отсутствии прямой видимости, с использованием беспилотных летательных аппаратов, а также в режиме адаптивного диаграммообразования.</p> <p>Предназначена для научных работников и аспирантов специальностей 05.12.13 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» и 05.12.14 «Радиолокация и радионавигация».</p>
2.	Фокин Григорий Алексеевич	Технологии сетевого позиционирования 5G	2021	Москва, Горячая Линия - Телеком	<p>В процессе эволюции сетей подвижной радиосвязи совершенствовались методы и средства сетевого позиционирования, требования к которым стали предъявляться с образованием партнерского проекта 3GPP. Данная тенденция получила продолжение в сетях 4G LTE и дальнейшее развитие в сетях 5G NR. Представлен разработанный комплекс моделей и методов оценки точности позиционирования в различных сценариях сетей пятого и последующих поколений. Разработанные модели Matlab, использованные в монографии, доступны на сайте издательства. Для научных работников и аспирантов специальностей 05.12.13 – «Системы, сети и устройства телекоммуникаций», 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».</p>

3.	Фокин Григорий Алексеевич	Технологии программно-конфигурируемого радио	2019	Москва, Горячая Линия - Телеком	<p>Изложены теоретические и практические сведения, необходимые для получения навыков модельно-ориентированного проектирования (МОР) систем радиосвязи на основе программно-конфигурируемого радио (ПКР). Аппаратный инструментарий предполагает использование плат USRP Ettus Research и RTL-SDR. Программный инструментарий включает специальное программное обеспечение Matlab/Simulink. Представленные в пособии примеры и задачи позволяют развить компетенции программной реализации алгоритмов и методик передачи, приема и обработки сигналов в современных и перспективных системах радиосвязи, а также овладеть способностями оценки показателей функционирования реализованных алгоритмов средствами эмуляции и эксперимента.</p> <p>Разработанные модели Matlab/Simulink, использованные в пособии, доступны на сайте Издательства www.techbook.ru.</p> <p>Для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.04.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (магистратура), 11.04.01 – «Радиотехника» (магистратура). Будет полезно аспирантам и специалистам, занятым вопросами научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности в области современной радиоэлектроники.</p>
----	---------------------------	--	------	---------------------------------	---

3.3. Международные конференции, доклады на которых были представлены ключевыми членами научного коллектива за 2017 – 2021 годы

№ п/п	Название конференции	Место и время проведения	Название доклада	ФИО докладчика	Тип доклада (пленарный или секционный)
1.	2021 23-я Международная	Пхенчхан, Корея (юг) 2021	Определение координат	Кучерявый А.	Секционный / Session

	конференция по передовым коммуникационным технологиям (ICAST)		абонентов с помощью БАЛА для чрезвычайных ситуаций		
2.	4-я Международная конференция по будущим сетям и распределенным системам (ICFNDS)	RUSSIA 2020	Децентрализация сети	Андрей Кучерявый	Пленарный / Plenary
3.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и коммуникационным сетям	Россия 2021	Алгоритм управления трафиком для системы Flying Fog на базе V2X.	АлСвейти, М., Мутханна, А., Эльгенди, И. А., и Кучерявый, А.	Секционный / Session
4.	Материалы конференции AIP	Greece 2012	Протокол многоуровневой кластеризации с учетом энергопотребления для WSN и будущих систем на основе датчиков	Атея А. А., Мутханна А., Кучерявый А.	Секционный / Session
5.	Интернет вещей, умные пространства, сети и системы следующего поколения	Россия 2020	Новая схема обнаружения и распознавания трафика в сетях 5G на основе искусственного интеллекта.	Артем В., Атея А. А., Мутханна А., Кучерявый А.	Секционный / Session
6.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и коммуникационным сетям	Россия 2019	Разработка моделей и методов использования гетерогенных шлюзов в сетевой инфраструктуре 5G/IMT-2020	Власенко Л., Кулик В., Киричек Р., Кучерявый А.	Секционный / Session
7.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и коммуникационным сетям	Россия 2019	Минимизация задержки системы IoT с помощью пограничных шлюзов	Хоанг Т., Киричек Р., Маколкина М., Кучерявый А.	Секционный / Session
8.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и коммуникационным сетям	Россия 2019	Алгоритм прогнозирования нагрузки SDN на основе искусственного интеллекта	Волков А., Прошутинский К., Адам А. Б., Атея А. А., Мутанна А., Кучерявый А.	Секционный / Session
9.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и	Россия 2019	Оценка энергопотребления для надежного обучения нейронных сетей	Абделла А. Р., Мутханна А. и Кучеряви А.	Секционный / Session

	коммуникационным сетям		на основе производительности VANET		
10.	На Международной конференции по распределенным компьютерным и коммуникационным сетям	Россия 2020	Разработка и исследование модельной сети IMT2020 с использованием технологий MEC и Voice Assistant	Маколкина М., Шипота Н., Кучерявый А.	Секционный / Session

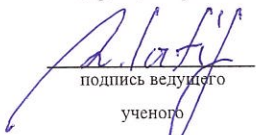
От имени Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича"

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научной работе

Ведущий ученый


 _____ А.В.Шестаков
 подпись уполномоченного
 лица


 _____ А.А.Абд Эль-Латиф
 подпись ведущего
 ученого

мп (при наличии)

