

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ 5-ГО ПОКОЛЕНИЯ

© Юнусова Зулихан Умаровна (а), Мажитова Залина Данерсултановна (b), Хаджиева
Лаура Куйраевна (с)

- (а) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный
- (b) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный
- (с) Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, Российская Федерация, г. Грозный

Аннотация. Второе десятилетие 21 века ознаменовалось созданием концепции развития сетей связи и разработкой стандартов для сетей связи пятого поколения. Это не только изменило взгляд на развитие сетей связи в целом, но и привело к появлению целого ряда новых направлений в научно-исследовательских работах в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций. Вызвано это было, прежде всего, появлением концепций сверх плотных сетей и сетей с ультра малыми задержками. 5G не просто новый стандарт мобильной связи, внедрение сетей 5-го поколения в долгосрочной перспективе преобразует наше восприятие мира и приведет к социальной трансформации общества. При этом изменится экономика сетей: средняя скорость передачи увеличится в 40 раз, а себестоимость доставки напротив уменьшится в 30 раз. Уже к 2024 году, по мнению аналитиков, до 30% мобильного трафика будет идти через устройства с поддержкой 5G. На технологию 5G к 2025 году будет приходиться 15% всего мирового сектора мобильной телефонии.

Ключевые слова: 5G, технологии, интернет, исследование, телефоны.

RESEARCH OF 5TH GENERATION NETWORKING TECHNOLOGIES

© Yunusova Zulikhan Umarovna (a), Mazhitova Zalina Danersultanovna (b), Khadzhieva
Laura Kuiraeвна (c)

- (a) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation,
Grozny
- (b) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation,
Grozny
- (c) Grozny State Oil Technical University by Acad. M.D. Millionshikov, Russian Federation,
Grozny

Abstract. The second decade of the 21st century was marked by the creation of the concept of development of communication networks and the development of standards for communication networks of the fifth generation. This not only changed the view on the development of communication networks in general, but also led to the emergence of a number of new directions in research work in the field of systems, networks and telecommunication devices. This was primarily due to the emergence of the concepts of ultra-dense and ultra-low-latency networks. 5G is not just a new standard for mobile communications, the introduction of 5th generation networks in the long term will transform our perception of the world and lead to a social transformation of society. At the same time, the economics of networks will change: the average transmission speed will increase 40 times, while the cost of delivery, on the contrary, will decrease 30 times. By 2024, according to analysts, up to 30% of mobile traffic will go through 5G-enabled devices. 5G technology will account for 15% of the global mobile telephony sector by 2025.

Key words: 5G, technology, internet, research, phones.

Системы беспроводной связи используют радиочастоты (также известные как спектр) для передачи информации по воздуху.

5G работает точно так же, но использует более высокие радиочастоты, которые менее загромождены. Это позволяет ему переносить больше информации с гораздо более высокой скоростью. Эти более высокие полосы называются "миллиметровыми волнами" (mmwaves). Они ранее не использовались, но были открыты для лицензирования регулирующими органами. Они были в значительной степени нетронуты публикой, поскольку оборудование для их использования было в значительной степени недоступным и дорогим.

В то время как более высокие диапазоны быстрее переносят информацию, могут возникнуть проблемы с отправкой на большие расстояния. Они легко блокируются физическими объектами, такими как деревья и здания. Чтобы обойти эту проблему, 5G будет использовать несколько входных и выходных антенн для усиления сигналов и пропускной способности по всей беспроводной сети [1].

Технология также будет использовать меньшие передатчики. Размещают на зданиях и уличной мебели, в отличие от использования одиночных автономных мачт. По текущим оценкам, 5G сможет поддерживать до 1000 устройств на метр больше, чем 4G.

Технология 5G также сможет "разрезать" физическую сеть на несколько виртуальных сетей. Это означает, что операторы смогут доставлять нужный фрагмент сети в зависимости от того, как он используется, и тем самым лучше управлять своими сетями. Это означает, например, что оператор сможет использовать различные мощности среза в зависимости от важности. Таким образом, один пользователь, транслирующий видео, будет использовать другой срез для бизнеса, в то время как более простые устройства могут быть отделены от более сложных и требовательных приложений, таких как управление автономными транспортными средствами.

Существуют также планы разрешить предприятиям арендовать свой собственный изолированный и изолированный кусочек сети, чтобы отделить их от конкурирующего интернет-трафика.

Кто изобрел Сеть пятого поколения?

Первой страной, принявшей на вооружение технологию в больших масштабах, стала Южная Корея в апреле 2019 года, когда в 88 странах мира насчитывалось около 224 операторов, инвестирующих в технологию.

В Южной Корее все носители 5G использовали базовые станции и оборудование Samsung, Ericsson и Nokia, кроме одного, который использовал оборудование Huawei. Из этих поставщиков Samsung была самой крупной, отгрузив 53 000 базовых станций из общего числа 86 000 базовых станций, установленных в стране в то время.

В настоящее время существует девять компаний, которые продают 5G радиоаппаратуру и системы для несущих. Это Altistar, Cisco Systems, Datang Telecom, Ericsson, Huawei, Nokia, Qualcomm, Samsung и ZTE.

Наиболее очевидным преимуществом сетей 5G перед 4G является скорость работы сети. Однако есть и преимущества, связанные с уменьшением задержки – это означает более быстрое время отклика, а также высокую скорость загрузки. Это открывает множество потенциальных применений в различных отраслях промышленности благодаря повышению операционной эффективности [2].

Среди приложений для 5G - сверхбыстрая широкополосная связь без необходимости в стационарных телефонах, мобильные телекоммуникации 5G, создание умных фабрик, голографические технологии, телевизоры, дистанционное здравоохранение и беспилотные автомобили с коммуникацией 5G, а также связь между автомобилями.

Многие из этих технологических достижений будут обеспечены уменьшенной задержкой, что позволит устройствам 5G быстрее реагировать на команды. Задержка-это задержка между выдачей команды и получением ответа. 3G имеет задержку 65 миллисекунд, advanced 4G-около 40 миллисекунд задержки, в то время как фиксированная широкополосная связь имеет задержку между 10-20 миллисекундами. Для сравнения, 5G, как ожидается, будет работать с задержкой всего в 1 миллисекунду, что позволит критически важным приложениям и приложениям Интернета вещей работать ниже целевого уровня в 4 миллисекунды для enhanced mobile broadband service.

Эта технология также может похвастаться большей пропускной способностью, чем предыдущие сетевые технологии. Будет обеспечен доступ к большему спектру на более высоких частотах, а это означает, что сети смогут одновременно обрабатывать большее количество приложений с высоким спросом. Это означает, что он может обеспечить волоконно-подобный опыт для фиксированных беспроводных приложений, позволяя тем, кто находится в труднодоступных районах, пользоваться значительно улучшенным широкополосным сервисом.

Как уже упоминалось выше, основной пункт продажи 5G связан со скоростью сети. Некоторые утверждают, что пиковые скорости в конечном итоге могут превысить 10 г / с.

Начальные скорости устанавливаются ниже, причем EE претендует на пиковые скорости свыше 1Gps, что все еще в среднем на 100-150 Мбит / с быстрее, чем скорость 4G, которая в общей сложности должна составлять около 130-240 Мбит / с. Между тем, три сети могут похвастаться высокой скоростью более 2Gps, когда они запускают 5G.

Однако есть реальные факторы, которые следует принимать во внимание, такие как ваше расстояние от базовой станции и количество других людей, подключающихся к сети

одновременно. Но даже в этих условиях скорость передачи данных пользователя для загрузки по – прежнему ожидается как минимум 100 Мбит / с-что все еще намного быстрее, чем при использовании 4G [10].

Если 5G достигнет ожидаемой скорости передачи данных 10 Gps, это будет в 100 раз быстрее, чем стандартный 4G. Он также будет в 30 раз быстрее, чем передовые стандарты 4G, такие как LTE-A. Однако даже при более консервативных оценках он легко опередит и 3G, и 4G.

3G имеет среднюю скорость загрузки 8 Мбит / с и максимум 384 Кбит / с, 4G имеет среднюю скорость загрузки 32,5 Мбит / с и максимум 100 Мбит / с. 4G+ имеет среднюю скорость 42 Мбит / с и максимальную скорость загрузки 300 Мбит / с. В то время как 5G, для сравнения, имеет среднюю скорость загрузки 130-240Мбит / с и теоретический максимум 1-10гбит / с. [3]

Это означает, например, что для загрузки полного HD-фильма на 5G потребуется от 4 до 40 секунд, по сравнению с более чем 7 минутами на 4G и более суток с 3G.

5G не заменит 4G в ближайшее время. По некоторым оценкам, пройдут десятилетия, прежде чем 4G полностью исчезнет.

Это очень верно в сельских районах, где стоимость развертывания может быть высокой, а необходимость в низкой задержке не так важна.

Первые запуски 5G будут зависеть от существующей инфраструктуры 4G LTE. Ожидается, что в первую очередь это произойдет в самых оживленных местах.

Например, Великобритания увидит 5G в 26 городах с 2019 по конец 2020 года. Лондон, Бирмингем, Манчестер, Эдинбург, Кардифф и Белфаст должны быть первыми местами, чтобы подготовиться к этой новой технологии.

Когда дело доходит до мобильных телефонов, в конечном итоге возникает необходимость перейти на телефон 5G. Если у вас нет одного из немногих, которые уже есть на рынке, таких как 5G LG V50 THINQ и смартфоны Xiaomi Mi Mix 3 5G.

Однако с учетом того, что в ближайшие 12 месяцев на рынок поступит больше оборудования и ожидается полное развертывание, пока нет никакой реальной спешки с обновлением существующего телефона.

В то время как услуги 5G уже начали развертываться в таких странах, как США и Южная Корея, сейчас это происходит только в ограниченной форме с ограниченным охватом. Между тем в Великобритании 5G все еще находится на ранней стадии развития. Однако внедрение технологии будет продолжаться до 2020 года, и будет подготовлено еще больше мест.

Итак, на данный момент мир еще не готов, но предпринимаются шаги по распространению технологии.

5G, похоже, собирается произвести революцию в широком спектре продуктов, услуг и отраслей промышленности. Хотя эта технология обеспечит повышение производительности мобильных технологий (как упоминалось выше), существует ряд других приложений, на которые она, похоже, будет влиять [4].

Фиксированный беспроводной доступ будет одним из преимуществ как для внутреннего, так и для делового использования, поскольку сеть пятого поколения позволит он-

лайн-подключению конкурировать с волоконно-широкополосной связью, устраняя необходимость в стационарной линии связи и обеспечивая улучшенный онлайн-доступ в трудно-доступные районы.

Он также предоставит ряд удаленных приложений, причем уже были проведены испытания с NHS для удаленного мониторинга важных изменений в состоянии здоровья пациента. Эта удаленная функциональность также позволила LG и Doosan дистанционно управлять экскаватором на другом континенте.

5G также тестируется с использованием искусственного интеллекта и голографических технологий, а также тестируется для первого в мире телевидения 5G. Другие виды использования, связанные с развлечениями, включают развертывание новых сетей для обеспечения освещения фестивалей и спортивных мероприятий.

Транспорт также будет революционизирован, включая развитие подключенных автомобилей и появление автономного транспорта (подробнее о 5G и транспорте вы можете узнать ниже).

Другие новаторские области применения этой технологии включают создание супер-умных фабрик, которые обещают повышение безопасности, более эффективные производственные системы и экономию затрат как для производителей, так и для потребителей (подробнее о 5G и умных фабриках вы можете узнать ниже).

Это всего лишь несколько примеров того, как 5G может изменить все-от домашней жизни, транспорта и развлечений до бизнеса и производства.

Первое и наиболее очевидное преимущество заключается в том, что он быстрее и надежнее 4G или 3G. В то время как это означает, что вы сможете загрузить фильм на свой домашний широкополосный доступ 5g в считанные секунды или транслировать фильм 4K без буферизации, приложения виртуальной и дополненной реальности также будут улучшены. Благодаря высокой емкости 5G и низкой задержке, расширенная обработка может обрабатываться удаленно, а не полагаться на мобильные устройства и гарнитуры для локальной обработки.

Эта большая емкость позволит увеличить количество устройств Интернета вещей, а товары, включая холодильники, фонари, автомобили и даже рекламные щиты, смогут соединяться и общаться друг с другом. В то время как устройства Интернета вещей уже завоевывают рынок, 5G улучшит скорость и емкость, благодаря чему почти каждое устройство может стать подключенным и "умным".

Хотя все эти усовершенствования являются достижениями существующих технологий, они также должны позволить создать совершенно новые рынки, включая автономные транспортные средства. Уменьшенная задержка, обеспечиваемая 5G, означает, что эти транспортные средства смогут подключаться друг к другу и Интернету без задержек.

Автономные транспортные средства-не единственная технология, которая будет критически использовать 5G, поскольку удаленная хирургия также станет возможной благодаря тому, что врачи смогут управлять медицинскими роботами для выполнения процедур из любой точки мира.

Как уже упоминалось ранее, уже было проведено успешное испытание экскаватора, управляемого на разных континентах, но 5G, похоже, собирается трансформировать мир промышленности за счет возможности мониторинга и управления роботами, дронами и целыми заводами в режиме реального времени и с большей степенью связности.

Как 5G собирается помочь в транспорте?

В то время как Интернет вещей уже используется в ряде приложений, он находится в сфере транспорта, где он, вероятно, будет иметь наибольший эффект в сочетании с новой сетью.

Безусловно, появятся приложения для аэрокосмической отрасли, такие как улучшенный обмен данными между владельцами, управление вспомогательными системами на самолетах, повышение безопасности полетов и технического обслуживания, обработка потоков данных почти в режиме реального времени и, конечно же, предоставление улучшенных развлечений в полете и услуг Wi-Fi пассажирам, а также сбор информации о пассажирах для улучшения качества обслуживания клиентов [5].

Однако именно в автомобилестроении 5G может стать подлинным игровым чейнджером с развитием подключенного и автономного автомобиля. Не путайте с автомобилями без водителя, подключенный автомобиль-это тот, который оснащен доступом в Интернет и часто беспроводной локальной сетью. Подключенный автомобиль работает уже некоторое время, с электронными системами, установленными для облегчения вождения через ABS и гидроусилитель рулевого управления, функциями управления, такими как стеклоочистители или фары, а также для управления развлекательными и коммуникационными системами. Совсем недавно появились передовые системы помощи водителю, такие как адаптивный круиз-контроль или помощь при парковке, навигационная телематика, мониторинг транспортных средств и громкая связь.

Все эти системы требуют возможности связи друг с другом в режиме реального времени, при этом современные автомобили высокого класса уже обмениваются тысячами сигналов через около 70 электронных блоков управления. Эти сети имеют различные скорости передачи в зависимости от критичности данных, поэтому, например, развертывание подушки безопасности гораздо важнее, чем кондиционирование воздуха в автомобиле в момент аварии.

Эти системы генерируют данные, которые используются для таких услуг, как прогнозируемое техническое обслуживание транспортных средств, управление автопарком и отслеживание, позволяя производителям совершенствовать свою продукцию.

Связь в автомобиле-это лишь часть картины, поскольку связь следующего поколения должна позволять связь между автомобилями. Это позволит транспортным средствам общаться друг с другом, обмениваться информацией о скорости и местоположении, чтобы водители могли лучше понимать, что происходит вокруг них, и соответственно адаптировать свое вождение.

Кроме того, транспортные средства могли подключаться ко всему, что их окружало, от других транспортных средств до дорожной инфраструктуры, такой как светофоры и даже сами дороги. Эти данные могли бы позволить светофорам реагировать на дорожный поток, чтобы уменьшить заторы, дороги, нуждающиеся в ремонте, могли бы быть легко идентифицированы, и использование этой технологии могло бы, наконец, предвещать полностью автономные транспортные средства. Между тем, подключение дорожной инфраструктуры может помочь контролировать транспортный поток и повышать уровень оповещения о потенциальных проблемах, таких как мусор на дороге.

Хотя существуют проблемы, связанные с затратами и безопасностью, сетевая связь между транспортными средствами и дорожной инфраструктурой позволит обмениваться

огромными объемами данных в режиме реального времени, чтобы сделать полностью автономный транспорт реальностью.

5G и умные фабрики

В белой книге, опубликованной HMS Labs, сделан вывод, что 5G революционизирует производственные процессы на заводе. Считается, что технология приведет к более безопасным и эффективным производственным системам с большей гибкостью.

Эта новая интеллектуальная заводская модель обеспечит большую автоматизацию, что не только снизит затраты, но и улучшит качество продукции, исключив возможность человеческих ошибок. Эти умные фабрики также смогут предложить гибкость в отношении настраиваемых продуктов для быстрого, эффективного и экономичного удовлетворения спроса. В белой книге утверждается, что все это станет возможным благодаря надежности, масштабируемости и производительности, предлагаемым 5G.

5G позволит автоматизировать логистику, погрузочно-разгрузочные работы и автоматизацию производства с помощью беспроводных технологий и межмашинной связи. Эта коммуникация в сочетании с возросшей автоматизацией, обеспечиваемой 5G, позволит дистанционно контролировать и контролировать все-от поставок материалов, производства и складирования до доставки готовой продукции. Однако не все заводские приложения обязательно выиграют, как отмечалось в белой книге HMS: “Единственная область, не подходящая для 5G в промышленном производстве, - это управление движением с требованиями субмиллисекундного времени цикла” [9].

Преимущества для бизнеса

В то время как потребительские преимущества более быстрого, надежного соединения и более низкой задержки очевидны, 5G также обеспечит некоторые реальные преимущества для бизнеса.

5G предложит улучшенные возможности удаленной работы для сотрудников, что, в свою очередь, сэкономит время и станет более продуктивным, поскольку будет меньше необходимости в поездках.

Нарезка сетей также позволит компаниям иметь свои собственные выделенные сети в соответствии с их конкретными потребностями, в то время как повышение скорости и задержки окажет положительное влияние на операционную эффективность и, следовательно, производительность.

Сельские общины также будут лучше связаны, что позволит расширить возможности для бизнеса в этих областях.

5G также может создать совершенно новые возможности для продуктов и отраслей, которые невозможны с 4G, при этом Qualcomm оценивает, что 5G может увидеть создание 22 миллионов рабочих мест и производство 8,5 триллионов фунтов стерлингов товаров и услуг к 2035 году. Эти оценки подкреплены Barclays Corporate Banking, которые считают, что 5G может добавить £ 15,7 млрд в год к экономике Великобритании к 2025 году. Однако сейчас это только оценки, поскольку невозможно точно знать, как эта революционно новая технология будет использоваться для создания сервисов и приложений, которых на данный момент не существует.

Помимо новых технологий, 5G также должен обеспечить значительную экономию производительности. В мартовском отчете O2 за 2018 год прогнозируется, что 5G обеспе-

чит Великобритании экономию производительности в размере 6 миллиардов фунтов стерлингов в год, в то время как потребители будут экономить 450 фунтов стерлингов в год за счет снижения цен на продовольствие, коммунальные услуги и топливо в результате внедрения интеллектуальных продуктов, интеллектуальных сетей и автономных транспортных средств.

В других странах использование таких технологий, как интеллектуальные бункеры и освещение, по оценкам, сэкономит 2,8 миллиарда фунтов стерлингов в год, в то время как NHS может увидеть 1,1 миллиона часов GP, освобожденных в результате 5G-включенного удаленного медицинского обслуживания [6].

В то время как 5G не совсем готов к использованию по всему миру, делаются шаги, чтобы сделать это реальностью. Как только технология будет полностью развернута, станет ясно, что она может кардинально изменить наш образ жизни и работы.

Технология 5G имеет теоретическую пиковую скорость 20 Гбит / с, в то время как пиковая скорость 4G составляет всего 1 Гбит / с. 5G также обещает более низкую задержку, что может улучшить производительность бизнес-приложений, а также других цифровых технологий (таких как онлайн-игры, видеоконференции и самоуправляемые автомобили).

5G сеть также упростит мобильность, с бесшовными открытыми возможностями роуминга между сотовой и Wi-Fi доступом. Мобильные пользователи могут оставаться на связи, перемещаясь между внешними беспроводными соединениями и беспроводными сетями внутри зданий без вмешательства пользователя или необходимости повторной аутентификации пользователей.

Новый беспроводной стандарт Wi-Fi 6 (также известный как 802.11 ax) имеет общие черты с 5G, включая улучшенную производительность. Радиостанции Wi-Fi 6 могут быть размещены там, где они нужны пользователям, чтобы обеспечить лучшее географическое покрытие и более низкую стоимость. В основе этих радиостанций Wi-Fi 6 лежит программная сеть с продвинутой автоматизацией.

Технология 5G должна улучшить связь в недостаточно обслуживаемых сельских районах и в городах, где спрос может опередить сегодняшнюю пропускную способность с помощью технологии 4G. Новые сети 5G также будут иметь плотную архитектуру распределенного доступа и перемещать обработку данных ближе к краю и пользователям, чтобы обеспечить более быструю обработку данных [7].

Технология 5G будет внедрять достижения во всей сетевой архитектуре. Новое радио 5G, глобальный стандарт для более мощного беспроводного воздушного интерфейса 5G, будет охватывать спектры, не используемые в 4G. Новые антенны будут включать в себя технологию, известную как massive MIMO (multiple input, multiple output).

Достижения в области виртуализации, облачных технологий, информационных технологий и автоматизации бизнес-процессов позволяют архитектуре 5G быть гибкой и гибкой и обеспечивать доступ пользователей в любое время и в любом месте. 5G также улучшает цифровой опыт благодаря автоматизации с поддержкой машинного обучения (ML). Спрос на время отклика в пределах долей секунды (например, для самоуправляемых автомобилей) требует, чтобы сети 5G включали автоматизацию с ML и, в конечном счете, глубокое обучение и искусственный интеллект (ИИ). Автоматизированная подготовка и проактивное управление трафиком и услугами позволят снизить затраты на инфраструктуру и улучшить качество подключенных услуг.

Услуга 5G уже доступна в некоторых областях в разных странах. Эти сервисы раннего поколения 5G называются 5G non-standalone (5G NSA). Эта технология представляет собой радио 5G, которое строится на существующей инфраструктуре сети 4G LTE. 5G NSA будет быстрее, чем 4G LTE. Но высокоскоростная технология 5G с низкой задержкой, на которой сосредоточилась промышленность, - это 5G standalone (5G SA). Он должен стать доступным к 2020 году и стать общедоступным к 2022 году [8].

Технология 5G не только откроет новую эру повышения производительности и скорости сети, но и откроет новые возможности подключения для пользователей.

В автомобильной промышленности 5G в сочетании с алгоритмами ML-driven будет предоставлять информацию о дорожном движении, авариях и многом другом; транспортные средства смогут обмениваться информацией с другими транспортными средствами и объектами на дорогах, такими как светофоры. Это всего лишь два отраслевых приложения технологии 5G, которые могут обеспечить лучший и безопасный опыт для пользователей.

Cisco предоставляет эту автоматизированную, облачную к клиенту, программную сеть для 5G. Архитектура Cisco ONE - это облачная программно-определяемая архитектура, которая легко охватывает развертывание предприятий и поставщиков услуг-это включает открытый роуминг между сотовой связью и Wi-Fi, включая новый Wi-Fi 6 (также известный как 802.11 ax), который имеет несколько общих атрибутов с архитектурой 5G.

ЛИТЕРАТУРА

1. 4G пишем, 5G в уме. Ганьжа Д. Журнал сетевых решений LAN. 2014. № 4. С. 1-3.
2. 5G - Работа над ошибками предыдущих поколений Мельник С.В. Вестник связи. 2014. № 7. С. 29-30.
3. 5G WORLD SUMMIT - 2014: Курс прежний - ОТ 4G К 5G Тихвинский В.О. Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 7. С. 95-96.
4. Бородин, А.С. Сети связи пятого поколения как основа цифровой экономики / Бородин, А.С.; Кучерявый, А.Е. // Электросвязь. 2017. № 5. 49 с.
5. Волков, А.Н. MEC и SDN/NFV как решение по обеспечению 1 Mc в сетях связи 5G/IMT-2020 / Волков, А.Н., Атея, А.А., Мутханна, А.С.А., Киричек, Р.В. // 723-Я Всероссийская Научно-Техническая Конференция, Посвященная Дню Радио, 2018. 212 с.
6. Выборнова, А.И. Тактильный интернет: новые возможности и задачи / Выборнова, А.И.; Кучерявый, А.Е. // В сборнике: Проблемы техники и технологий телекоммуникаций ПТиТТ-2016 Первый научный форум "Телекоммуникации: теория и технологии" 3Т-2016. 2016. 134 с.
7. Гимадинов, Р.Ф. Кластеризация в мобильных сетях 5g / Гимадинов, Р.Ф., Мутханна, А.С., Кучерявый, А.Е. // случай частичной мобильности. Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 3. № 2. 52 с.
8. ИННОВАЦИИ: 5G WORLD SUMMIT: "Достойная старость" 2G на фоне бурного роста 5G. Валерий Тихвинский ОБ ИТОГАХ 5G WORLD SUMMIT. Тихвинский В. Электросвязь. 2015. № 10. С. 18-21.
9. Перспективы развития связи 5G. Олейникова А.В., Нуртай М.Д., Шманов Н.М. Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 233-235.

10. Потребность в 5g. проблемы разработки и тестирования. Вайтакр Я. Вестник связи. 2014. № 8. С. 4-6.

REFERENCES

1. 4G write, 5G in mind. Ganzha D. Journal of LAN Network Solutions. 2014. № 4. Pp. 1-3.
2. 5G - Correction of the mistakes of previous generations. Melnik S.V. Communication Bulletin. 2014. № 7. Pp. 29-30.
3. 5G WORLD SUMMIT - 2014: The same course - FROM 4G TO 5G Tikhvinsky V.O. T-Comm: Telecommunications and Transportation. 2014. Т. 8. № 7. Pp. 95-96.
4. Borodin, A.S. Communication networks of the fifth generation as the basis of the digital economy / Borodin, A.S. Kucheryavy, A.E. // Telecommunications. 2017. № 5. 49 p.
5. Volkov, A.N. MEC AND SDN / NFV as a solution to provide 1 Ms in 5G / IMT-2020 communication networks / Volkov, A.N., Ateya, A.A., Muthanna, A.S.A., Kirichek, R.V. // 723-I All-Russian Scientific and Technical Conference, Dedicated to the Day of Radio, 2018. 212 p.
6. Vybornova, A.I. Tactile Internet: New Opportunities and Tasks / Vybornova, A.I. ; Kucheryavy, A.E. // In the collection: Problems of technology and telecommunications PTiTT-2016 The first scientific forum "Telecommunications: theory and technology" 3T-2016. 2016. 134 p.
7. Gimadinov, R.F. Clustering in 5g mobile networks / Gimadinov, R.F., Muthanna, A.S., Kucheryavy, A.E. // case of partial mobility. Information technology and telecommunications. 2017. Vol. 3. № 2. 52 p.
8. INNOVATION: 5G WORLD SUMMIT: 2G's "Dignified Age" amid 5G's explosive growth. Valery Tikhvinsky ABOUT THE RESULTS OF 5G WORLD SUMMIT. Tikhvinsky V. Electrosvyaz. 2015. № 10. Pp. 18-21.
9. Prospects for the development of 5G communications. Oleinikova A.V., Nurtai M.D., Shmanov N.M. Modern materials, equipment and technologies. 2015. № 2 (2). Pp. 233-235.
10. The need for 5g. development and testing problems. Waitakr Ya. Communication Bulletin. 2014. № 8. Pp. 4-6.