

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Всероссийский институт научной и технической информации  
Российской академии наук  
(ВИНИТИ РАН)**

**Сети электросвязи в информационно-технологической инфраструктуре  
инновационного развития и технологической модернизации России и отражение их в  
НИОКР и в реферативных базах данных**

**Информационно-аналитический обзор  
Сухоручкина И.Н.**

**Москва 2022 г.**

В данном обзоре представлено развитие сетей электросвязи как информационно-технологической инфраструктуры инновационного развития и технологической модернизации России на уровне информационно-технологического обеспечения регионов России, стран БРИКС, стран Большой Евразии, а также их отражение в реферативных базах данных.

## **1. Мобильная связь в информационно-технологическом обеспечении регионов России.**

Информационно-технологическое обеспечение социально-экономического и технологического развития регионов России обуславливает мобильная связь как линии спутниковой, воздушной, наземной, подводной, подземной радиорелейной электросвязи для передачи индивидуальной и массовой звуковой, текстовой и видеoinформации в реальном времени и с отложенной доставкой через сети наземных базовых станций, кабельных линий, волоконно-оптической связи и Интернета.

При мобильной радиосвязи доступ к абонентским линиям осуществляется по радиоканалам. Системы мобильной радиосвязи:

- наземные – конвенциональные сети с закреплением за абонентами каналов связи и транкинговые сети с общим доступом абонентов к частотным ресурсам группового и персонального радиовызова, сотовые с доступом к территориальным ресурсам, радиальной архитектуры с коммутаторами центральных станций и приемопередатчиками абонентов, радиально-зоновой архитектуры с ретрансляторами, зонные с фиксированными каналами и ретрансляторами;
- спутниковые – с геостационарными спутниками на геостационарных орбитах на высоте до 36 тыс. км, высокоэллиптические при работе спутников в апогее, среднеорбитальные, низкоорбитальные.

Инфраструктура технологий стандартов связи 4G, 5G и 6G, искусственного интеллекта, промышленного Интернета, интернета вещей, центров обработки больших данных – это инструменты цифровизации, информатизации, интеллектуальных сервисов, модернизации промышленности, стимулирования экономической активности, экономики высокого качества, новых социально-экономических и технологических потребностей, повышения жизненного уровня в регионах России.

Мобильные, сотовые линии связи обеспечивают функционирование:

- отраслей экономики регионов РФ, включая сельское и лесное хозяйство, рыболовство, добычу полезных ископаемых, обрабатывающую промышленность, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, строительство, торговлю, гостиницы;

- экономической инфраструктуры – транспорта и связи, складского хозяйства, энерго- и водоснабжения, финансовой деятельности;
- социальной инфраструктуры производства, условий трудовой и общественной деятельности;
- социально-экономической инфраструктуры, образования, науки, здравоохранения, культуры, быта, социального и межличностного общения;
- бытовой инфраструктуры, розничной торговли, коммунального хозяйства.

**По типам передаваемых сигналов** выделяются:

- аналоговая связь 1G для непрерывных сигналов;
- цифровая связь 2G-6G для информации в цифровой, дискретной форме при преобразовании на основе теоремы Котельникова – Найквиста – Шеннона – советского и российского ученого в области радиопизики, радиотехники, электроники В.А. Котельникова [1] (1908-2005) и американских исследователей Г. Найквиста (1889-1976) и К.Э. Шеннона (1916-2001), связывающей непрерывные и дискретные сигналы при цифровой обработке сигналов.

Сотовая связь – самый распространенный вид мобильной связи.

**Мобильные телефоны**, кроме сотовых: спутниковые; радиотелефоны, DECT-телефоны (digital enhanced cordless telecommunication) беспроводной радиосвязи на частотах 1880-1900 МГц с гауссовской модуляцией с минимальным частотным сдвигом (Gaussian Minimum Shift Keying), с индексом модуляции  $BT = 0,5$ , IP-телефоны (IP telephony) по протоколу IP (Voice over Internet Protocol) в сети Интернет, аппараты магистральной связи.

**Магистральные сети связи** в России включают сегменты международной канальной емкости направления Москва – Санкт-Петербург – Хельсинки – Стокгольм, а также внутривоссийских каналов. В 2021 г. объем рынка услуг мобильной связи в России увеличился на 3,2 % с 2020 г., достиг 1,8 трлн руб., и составил 1,4 % от ВВП РФ (131 трлн руб.) [2], абонентская база мобильных операторов – 259 млн активных SIM-карт [3].

**Нормативно-правовые акты в сфере мобильной связи. Федеральные законы:** № 465-ФЗ от 30.12.2021 «О внесении изменений в статьи 46 и 51 Федерального закона «О связи» [4]; изменения в закон «О связи» от 30.12.2020 № 533-ФЗ о внесении пользователями корпоративных SIM-карт информации о себе и используемом номере в Единую систему идентификации и авторизации (ЕСИА) на портале Госуслуг [5]; № 149-ФЗ от 27.07.2006 «Об информации, информационных технологиях и защите информации» [6]; № 126-ФЗ от 07.07.2003 «О связи» [7]; № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании» [8].

**Постановления Правительства РФ:** № 353 от 12.03.2022 «Об особенностях разрешительной деятельности в РФ 2022 г.» – изменения в лицензирование телевидения и радиовещания [9], № 1342 от 09.12.2014 «О порядке оказания услуг телефонной связи», № 480 от 24.05.2014 «О торгах на получение лицензии на оказание услуг связи», № 532 от 25.06.2009 «Об утверждении перечня средств связи, подлежащих обязательной сертификации», № 575 от 10.09.2007 «Об утверждении Правил оказания телематических услуг связи», № 32 от 23.01.2006 «Об утверждении Правил оказания услуг связи по передаче данных», № 637 от 24.10.2005 «О государственном регулировании тарифов на услуги общедоступной электросвязи», № 627 от 19.10.2005 «О государственном регулировании цен на услуги присоединения и по пропуску трафика, оказываемые операторами, в сети связи общего пользования», № 538 от 27.08.2005 «Об утверждении Правил взаимодействия операторов связи с госорганами, осуществляющими оперативно-разыскную деятельность», № 214 от 13.04.2005 «Об утверждении Правил работ по обязательному подтверждению соответствия средств связи», № 161 от 28.03.2005 «Об утверждении Правил присоединения сетей электросвязи и их взаимодействия», № 87 от 18.02.2005 «Об утверждении перечня наименований услуг связи, вносимых в лицензии», № 539 от 12.10.2004 «О порядке регистрации радиоэлектронных средств», № 610 от 09.11.2004 «Об утверждении положения о строительстве и эксплуатации линий связи при пересечении государственной границы РФ», № 350 от 13.07.2004 «Об утверждении Правил распределения нумерации единой сети электросвязи РФ».

**Приказы** Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзора) Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций (Минцифры) и Министерства связи и массовых коммуникаций (Минкомсвязи) РФ: № 34 от 10.12.2022 «Об утверждении формы проверочного листа, применяемого Роскомнадзором при осуществлении контроля в области связи», № 216 от 29.07.2019 «Об определении перечня групп доменных имен, составляющих Российскую национальную доменную зону», № 249 от 14.12.2017 «Об утверждении требований к способам ограничения доступа к информационным ресурсам», № 374 от 20.07.2017 «Об утверждении требований к построению телефонной сети связи общего пользования», № 205 от 25.04.2017 «Об утверждении и введении Российской системы и плана нумерации», № 135 от 04.04.2016 «Об утверждении Требований к эксплуатации сетей связи», № 452 от 12.11.2015 «О внесении изменений в Перечень технических характеристик и параметров излучения радиоэлектронных средств», № 357 от 27.12.2011 «Об утверждении Административного регламента предоставления Роскомнадзором государственной услуги по лицензированию в области услуг связи», № 98

от 08.08.2005 «Об утверждении требований к порядку пропуска трафика в телефонной сети связи общего пользования», № 55 от 19.05.2005 «Об утверждении Положения о ведении реестра операторов», № 32 от 22.03.2005 «Об утверждении требований к описанию сетей и средств связи». Роскомнадзор как федеральный орган исполнительной власти в подчинении Минцифры РФ создан в 2008 г. указом Президента РФ. Его задачи: 1) надзор в сфере связи, ИТ и СМИ; 2) надзор по защите персональных данных; 3) организация радиочастотной службы [10].

**Операторы мобильной связи в регионах России: услуги, распределение абонентов и частот.** Операторы мобильной связи предоставляют услуги мобильной связи абонентам на основе радиосигналов, передающихся через мобильные станции на большие расстояния. **Их задачи в регионах России:**

- построение и эксплуатация сотовых сетей;
- обеспечение обслуживания;
- получение лицензий на использование радиочастот и предоставление услуг;
- сбор платежей за услуги;
- предоставление технической поддержки;
- маркетинг;
- разработка стратегий и планов развития сетей;
- совершенствование технологий и инфраструктуры;
- рефарминг выделенных операторам связи радиочастот.

**Услуги операторов** мобильной связи:

- голосовые звонки;
- автоматическое определение номера;
- прием и передача сообщений SMS (Short Message Service);
- роуминг, Wi-Fi, услуги связи вне зон домашних сетей с использованием других сетей альянса совместимости беспроводного оборудования Ethernet (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) [11] пакетной передачи данных между устройствами сетей, набора стандартов связи IEEE 802.11 в беспроводных локальных сетевых зонах частотных диапазонов 0,9; 2,4; 3,6; 5 и 60 ГГц;

- автоответчики;
- прием и передача мультимедийных сообщений MMS (Multimedia Messaging Service), изображений, музыки, видео;
- видеозвонки;
- доступ к Интернету 3G, 4G, 5G;

- ведение видеоконференций;
- определение местоположения мобильных телефонов через Глобальную навигационную спутниковую систему ГЛОНАСС и GPS (Global Positioning System);
- торговля сотовыми телефонами;
- продажа цифрового контента;
- мобильные банки. Тарификация пользования услугами сетей зависит от операторов.

**Координирующие операторы по регионам** осуществляют организационно-технические мероприятия Генеральной схемы создания и развития федеральной сети подвижной радиотелефонной связи общего пользования России стандарта GSM-900, предоставляют услуги национального и международного роуминга. Согласно приказу Государственного комитета РФ по связи и информатизации от 25.05.1998 № 90 «О координирующих операторах сетей стандарта GSM-900» [12], во исполнение приказа Госкомсвязи РФ от 22.07.1997 № 94 «О выделении кодов сетей подвижной связи для сетей стандарта GSM» Совет директоров Ассоциации российских операторов подвижной связи стандарта GSM (от 22.10.1997 протокол № 9) определил координирующих операторов, ответственных за использование кодов сетей подвижной связи (Mobile Network Code, MNC) в пределах регионов. Координирующие операторы по укрупненным регионам:

- оператор сотовой связи стандарта GSM-900 в Москве и Московской области ЗАО «Мобильные ТелеСистемы» – по Центрально-Черноземному региону;
- ЗАО «Северо-Западный GSM» в Санкт-Петербурге и Ленинградской области – по Северному и Северо-Западному региону;
- ЗАО «Нижегородская сотовая связь» в Нижегородской области – по Волго-Вятскому региону;
- ЗАО «Сибирские сотовые системы-900» в Новосибирской области – по Сибирскому региону;
- ЗАО «Средневолжская межрегиональная ассоциация радиотелекоммуникационных систем» в Самарской области – по Поволжскому региону;
- ЗАО «Донтелеком» в Ростовской области – по Северо-Кавказскому региону;
- ЗАО «Дальневосточные сотовые системы-900» в Хабаровском крае – по Дальневосточному региону;
- ЗАО «Уралтел» в Свердловской области – по Уральскому региону.

В регионах России услуги мобильной связи предоставляют 167 основных операторов [13].

Количество абонентов пяти крупнейших мобильных операторов в России в 2020 г.:

- ПАО «МТС» – 78,5 млн чел. (31,9 %);
- ПАО «МегаФон» – 70,4 млн чел. (28,7 %);
- ПК Veon (ПАО «Вымпел-Коммуникации», бренд «Билайн») - 49,9 млн чел. (20,3 %);
- ПАО «Ростелеком» и ПК Tele2 – 46,6 млн чел. (19 %) [14].

Пять крупнейших операторов обеспечивают 80 % рынка связи. Операторы связи перечисляют 1,2 % от выручки в Фонд универсального обслуживания на устранение цифрового неравенства в регионах России для проведения Интернета и мобильной связи в малочисленные населенные пункты. Согласно закону «О связи» № 126-ФЗ, в каждом населенном пункте должен быть таксофон, и в населенных пунктах с более 500 жителями – пункт коллективного доступа в Интернет. Согласно поправкам к этому закону от 07.04.2020, обязательно наличие мобильной связи и Интернета в пунктах с 100-500 жителями. Государство компенсирует операторам универсального обслуживания убытки от оказания услуг. В 2021 г. отчисления в Фонд внесли 5300 операторов связи – на 5 % меньше, чем в 2020 г. (5600 компаний).

Среди операторов мобильной связи выделяются с наибольшим числом абонентов.

1) **ПАО «МТС»** («Мобильные ТелеСистемы») [15]: принадлежит ПАО АФК «Система», создана в 1993 г., 16 дочерних компаний, приобрела региональных сотовых операторов, интегрированных и магистральных операторов, филиалы в странах СНГ и Индии, услуги телевидения, Интернета, телемедицины, дистанционного образования, МТС Банк, мультимедийные устройства и бортовые информационные системы для автомобилей МТС Automotive, стартапы 5G, с 2019 г. зоны 5G в Москве, Санкт-Петербурге, инновационном центре «Сколково», в Томске на базе Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники и НПФ «Микран», во Владивостоке в Дальневосточном федеральном университете.

2) **ПАО «МегаФон»** [16]: с 2002 г. имеет наиболее широкую карту покрытий и 6 лицензий на частоте 4G, в 2014 г. в Москве запустил сеть 4G LTE-A (Long-Term Evolution-Advanced) со скоростью 300 Мбит/сек., 16 дочерних компаний, включая MegaLabs (разработка программного обеспечения), Yota и NetByNet.

3) **ПАО «Билайн»** [17]: работает с 1993 г., принадлежит компании «ВымпелКом», главный офис VEON в Амстердаме, рынки в РФ, странах бывшего СССР, Евразии, проводной ФТТВ и беспроводной высокоскоростной доступ в Интернет (Wi-Fi, «Билайн Wi-Fi»), IP-телевидение «Домашнее цифровое телевидение Билайн» и «Мобильное ТВ».

4) **ПК Tele2** [18]: основана в 1993 г., штаб-квартира в Стокгольме. 5) **АО «Смартс»** [19]: основано в 1991 г. в Самаре, с 2014 г. сети 4G LTE, дочерние компании в регионах РФ,

системы управления географически распределенными центрами обработки данных, включая виртуализацию ресурсов и квантовые технологии для защиты линий связи по проекту АО «Смартс» и Национального исследовательского университета ИТМО при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ от 03.03.2017, производство квантовых криптошлюзов для квантовой рассылки ключей, совместимой с линиями связи, предприятием ООО «Кванттелеком» в ГК «Смартс», автодорожные сети связи, магистральная квантовая сеть в Самарской области.

б) **ПАО «Ростелеком»:** создано в 1992 г., 79 филиалов, выходы в сети 150 операторов связи в 70 странах, участие в международных системах связи, сотрудничает с 600 международными и национальными операторами связи, является членом Сектора стандартизации Международного союза электросвязи (International Telecommunication Union – Telecommunication sector), Совета операторов электросвязи Регионального содружества в области связи (Regional Commonwealth in the Field of Communications, Москва, с 17.12.1991) [20], Тихоокеанского телекоммуникационного совета [21], Международного комитета по защите кабелей (International Cable Protection Committee), создало систему «Транзит Европа-Азия» (TEA) со скоростью передачи данных до 3,2 Тбит/с [22], платформу кибербезопасности на базе ООО «Ростелеком-Солар» (Solar Security) с 2015 г., сотрудничает с Национальным координационным центром по компьютерным инцидентам [23] в рамках центра раннего выявления киберугроз Solar JSOC CERT, включая изучение методов злоумышленников, защиту от атак, выявление и устранение угроз, мониторинг [24], участвует в международном Сообществе по информационной безопасности и защите информации [25], представлено командой RTSCERT.

В России многие операторы мобильной связи являются региональными и крупными организациями сотовой связи. Например, ЗАО «Вотек Мобайл» принадлежит Tele2 и функционирует в Воронеже, Туле, Владимире, Кемерове. В Курской области – 11 операторов мобильной связи [26], в Республике Дагестан – 29 операторов [27], в Кемеровской области – 67 операторов [28].

Полосы радиочастот распределяются между операторами связи в областях и федеральных округах России на основании решения Госкомиссии по радиочастотам (ГКРЧ) при Минкомсвязи РФ от 01.06.2016 № 16-37-03 [29]. Операторы сотовой связи используют разные частотные диапазоны. 4G-интернет в городах задействует частоту 2500-2570 МГц на передачу и 2620–2690 МГц на прием, для стандарта 5G – частоты 4400-5000 МГц. В деревнях и малонаселенной местности для GSM-покрытия – частота 890-915 МГц на передачу и 935-960 МГц на прием. GSM (Groupe Spécial Mobile, Global System for Mobile



Communications, сети подвижной связи, СПС-900) – глобальный стандарт цифровой мобильной связи с множественным доступом при разделении каналов по времени TDMA (Time Division Multiple Access) и частоте FDMA (Frequency Division Multiple Access), разработан в 1988 г. Европейским институтом стандартов связи (European Telecommunications Standards Institute).

**Мобильные телефоны для работы в сетях сотовой связи используют:**

- приемопередатчики радиодиапазона на поддиапазоны 1-2 ГГц (GSM), 2-4ГГц СВЧ-диапазона универсальной мобильной телекоммуникационной системы UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), разработанной Европейским институтом стандартов связи для 3G, 4G и 5G;

- телефонную коммутацию в сотовой сети;
- контроллеры управления;
- дисплеи;
- интерфейсные устройства;
- аккумуляторы.

**Самые популярные сайты в России в 2021 г. [30] по рейтингу:**

- 1) <https://yandex.ru/>;
- 2) <https://www.google.com/>;
- 3) <https://www.youtube.com/>;
- 4) <https://vk.com/feed>;
- 5) <https://mail.ru/>;
- 6) <https://ok.ru/>;
- 7) <https://www.avito.ru/>;
- 8) <https://instagram.com/>;
- 9) <https://www.gismeteo.ru/>;
- 10) <https://facebook.com/>;
- 11) <https://www.wikipedia.org/>;
- 12) <https://www.wildberries.ru/>;
- 13) <https://www.google.ru/>;
- 14) <http://gosuslugi.ru/>;
- 15) <https://market.yandex.ru/>;
- 16) <https://ria.ru/>;
- 17) <https://lenta.ru/>;
- 18) <https://www.kinopoisk.ru/>,
- 19) <https://www.ozon.ru/>;

- 20) <https://www.rbc.ru/>;
- 21) <https://www.rambler.ru/>;
- 22) <https://news.mail.ru/>;
- 23) <https://www.mk.ru/>;
- 24) <https://www.sberbank.ru/ru/person>.

**Развитие мобильной связи в регионах России.** В 1946 г. в СССР инженеры Г. Бабат, Г. Шапиро и И. Захарченко испытали автомобильный подвижный радиотелефон со связью на 20 км, и в США компания AT&Bell Laboratories начала предоставлять сервис мобильной телефонной связи в г. Сент-Луис. В 1957 г. в Москве Л.И. Куприянович (1929-1994) продемонстрировал автомобильный телефон ЛК-1 [31] с действием на 30 км, патент № 115494 от 01.11.1957 [32], в 1961 г. – массой 70 г и связью на 80 км. В 1963 г. в Москве создан сервис автомобильных телефонов «Алтай», в 1970 г. охвачены 30 городов, в 1980-х гг. – 114 городов. На Олимпиаде 1980 г. базовая станция «Алтай» с Останкинской телебашни обеспечила связь на стадионах Москвы. В 1965 г. заработала спутниковая связь между Москвой и Владивостоком после запуска спутника «Молния-1».

С 1991 г. в Санкт-Петербурге компания ЗАО «Дельта Телеком» (1991-2015, присоединена к Tele 2) запустила первую в СССР сотовую сеть стандарта NMT-450 (Nordic Mobile Telephony) 1G с помощью мобильного телефона Nokia. В 1992 г. созданы ПАО «ВымпелКом» (торговая марка «Билайн») в Москве (VimpelCom Ltd., ПО VEON) и ТОО «Персональные системы связи в России» в Нижнем Новгороде, в 1993 г. – ЗАО «Северо-Западный GSM» (NW-GSM) в Санкт-Петербурге (в 2002 г. переименована в ОАО «Мегафон», в 83 субъектах РФ) и компания ПАО «МТС» в Москве («Мобильные ТелеСистемы»). В 1995 г. – ЗАО «НСС» («Нижегородская сотовая связь», упразднена в 2015 г.), оператор мобильной связи в Поволжье, все акции принадлежали компании Tele2 Россия (T2 РТК Холдинг). В 2003 г. – компания Теле2 [33] в РФ (материнская компания «Ростелеком», в 68 регионах) и ООО Sky Link [34] (ООО «Т2 Мобайл», в 45 регионах РФ).

**Поколения мобильной связи** обеспечили качество связи. Коммерческая мобильная телефонная связь первого поколения 1G (в мире в 1979-1999 гг.), в РФ с 1991 г. (разработки с 1957 г.) – аналоговая модуляция радиосигналов; второго поколения 2G (с 1992 г.) в РФ с 2004 г. – телефонные разговоры зашифрованы цифровым шифрованием, обмен сообщениями; третье поколение 3G (с 1992 г.) в РФ с 2002 г. – доступ в Интернет, смартфоны; четвертое поколение 4G LTE (с 2000 г.) в РФ с 2008 г. – передача данных со скоростью до 100 Мбит/с, просмотр видеоконтента в режиме реального времени, экосистема мобильных приложений.

**Сети 5G** (в РФ с 2019 г.), в сравнении с сетями 4G LTE:

- широкополосная мобильная связь eMBB (Enhanced Mobile Broadband) со скоростью передачи данных 1 Гбит/с, в 10 раз выше 4G;
- надежная связь с низкими задержками передачи данных URLLC (Ultra-Reliable and Low-Latency Communication) со временем готовности сервиса до 5 мс, в 8 раз ниже 4G;
- масштабная связь mMTC (Massive Machine-Type Communications) для подключения 300 тыс. устройств на базовой станции, в 100 раз больше 4G;
- динамичное управление сетью связи, независимые сетевые сегменты с выделенными ресурсами, мобильные узлы граничных вычислений MEC (Mobile Edge Computing);
- глобальная связанность беспроводных технологий WiFi, LTE, узкополосного Интернета вещей (Narrow Band Internet of Things,); 6) архитектура безопасности сетей связи, защиты от киберугроз.

**Национальные проекты и дорожные карты развития мобильной связи.** В РФ 24.12.2018 утвержден паспорт **Национального проекта «Цифровая экономика»** с бюджетом в 3,5 трлн руб. и целями: увеличение до 97 % доли домохозяйств с широкополосным доступом к Интернету, покрытие городов-миллионников сетями 5G, создание единой платформы госуслуг, увеличение доли РФ в мировом объеме услуг по хранению и обработке данных до 5 %, ныне 0,9 % [35]. Цифровые технологии и новое поколение мобильной связи преобразуют отрасли экономики и социальной сферы, включая здравоохранение, образование, промышленность, сельское хозяйство, строительство, городское хозяйство, транспортную и энергетическую инфраструктуру, финансовые услуги. На строительство объектов инфраструктуры 5G в госпрограмме заложено 770 млрд руб. В 2020-2021 гг. потребовалась телемедицина на основе связи 5G.

**Дорожная карта развития высокотехнологичной области «Мобильные сети связи пятого поколения» на период до 2024 г.** [36] утверждена 16.11.2020 на заседании президиума Правительственной комиссии по цифровому развитию Минцифры РФ. Ответственные исполнители дорожной карты: госкорпорация «Ростех» – создание оборудования связи 5G, ПАО «Ростелеком» – построение сетей связи 5G и развитие сервисов. Для реализации дорожной карты из **федерального проекта «Цифровые технологии»** (2018-2024) [37] направлено 21,463 млрд. руб. на 2021-2024 гг. для ГК «Ростех» на производство оборудования связи 5G/IMT-2020. На конверсию радиочастотного спектра для сетей связи 5G выделено 7,393 млрд руб. в рамках **федерального проекта «Информационная инфраструктура»** (2018-2024) [38]. Минцифры РФ контролирует реализацию дорожной карты. Дорожная карта 5G разработана ГК «Ростех» [39] и ПАО «Ростелеком» в рамках соглашения с Правительством РФ от

08.07.2019. ГК «Ростех» объединяет 800 научных и производственных организаций в 60 регионах РФ по направлениям – авиастроение, радиоэлектроника, медицинские технологии, материалы, участвует в 12 национальных проектах.

Три **направления** дорожной карты 5G:

- разработка технологий, оборудования и ПО;
- инфраструктура связи;
- рынок цифровых сервисов.

**Задачи реализации дорожной карты:**

- покрытие 10 городов-миллионников 5G-сетями с отечественным оборудованием к 2024 г.;

- 50 млн абонентов в 5G-сетях к 2030 г.;

- выделение полос радиочастот для 5G-сетей. 44 новых цифровых сервиса сетей 5G влияют на отрасли, модели управления. В сетях РФ **функционируют 14 5G-вышек:** в Москве (4 шт.), Санкт-Петербурге (4), Казани (2), по 1 шт. в г. Набережные Челны, Екатеринбурге, Томске и Абакане [40].

**ПАО «Ростелеком»** участвует в разработке стандартов 5G-сетей в международных организациях – Ассоциации глобальной системы мобильной связи [41] (Global System for Mobile Communications Association, создана в 1995 г., штаб-квартира в Лондоне, 1200 членов), в проекте Международного союза электросвязи «IMT for 2020 and beyond» (International Mobile Telecommunications-2020, International Telecommunication Union, создан в 1865 г., штаб-квартира в Женеве, 193 члена) [42], в программе «5G Enterprise Network Solutions» Глобальной инициативы развития сетей LTE с временным дуплексом (Global TD-LTE Initiative, GTI, создана в 2011 г., Барселона, 141 оператор-член) [43].

**НИОКР мобильных сетей 5G и 6G.** В России к 2024 г. появятся города-миллионники с 5G-сетями. Для развертывания 5G выбраны диапазоны 4,8-4,9 ГГц, частоты миллиметрового диапазона 24,25-24,65 ГГц, диапазон 694-790 МГц., дополнительные диапазоны с 4,4 ГГц и выше, более широкие частоты в миллиметровом диапазоне выше 24 ГГц. В РФ диапазон 3,4-3,8 ГГц, который в других странах используется для 5G-сетей, занят системами Министерства обороны РФ, Федеральной службы охраны РФ и ГК «Роскосмос».

Минцифры и Минпромторг (Министерство промышленности и торговли РФ) 14.02.2022 внесли в Правительство РФ предложения по НИОКР мобильных сетей 6G, в июне 2022 г. Минцифры, Минпромторг и Минэнерго (Министерство энергетики РФ) – в Кабинет министров РФ инициативы по стимулированию спроса на отечественные системы и средства профессиональной радиосвязи стандарта технических средств защиты авторских

прав (ТСЗАП, Digital Rights Management, DRM, управление цифровыми правами). Подведомственный Минцифры Российский научно-исследовательский институт радио им. М.И. Кривошеева (НИИ Радио) [44] и Сколковский институт науки и технологий [45] направили предложения в дорожную карту «Мобильные сети связи пятого поколения» [46] с концепцией создания сетей связи 6G до 2030 г. Центр исследования перспективных беспроводных технологий связи НИИ Радио подготовил предложения о дорожной карте создания сетей связи 6G, включающие цели, маркетинговую стратегию, создание оборудования, технологий, использование 6G-сетей.

В рамках реализации Постановления Правительства РФ от 17.02.2016 № 110, № 109 «О мерах господдержки предприятий радиоэлектронной промышленности» [47], Стратегии развития электронной промышленности РФ до 2030 г., утвержденной 22.01.2020 [48], и госпрограммы РФ «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности» [49] предусмотрены мероприятия по развитию оборудования связи. В 2021 г. Минпромторг РФ поддержал проекты использования 6G-технологий в сетях связи.

ПАО «Ростелеком» и Федеральный институт промышленной собственности Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) 23.12.2020 опубликовали результаты исследования патентов «Сети мобильной связи 5G и их последующие модификации 6G», включая 100 тыс. заявок с 2010 г. [50].

Постановление Правительства РФ «О внесении изменений в распределение полос радиочастот между радиослужбами РФ» для диапазона в сетях 5G от 04.05.2021 № 719 закрепило решение Госкомиссии по радиочастотам (ГКРЧ) от 17.03.2020 о выделении полосы радиочастот 24,25-24,65 ГГц для использования радиоэлектронными средствами (РЭС) стандарта 5G/IMT-2020, внесены примечания об использовании РЭС на вторичной основе полос радиочастот 48,5-56,5 МГц и 76-84 МГц.

ПАО «ВымпелКом» (бренд Билайн), ПАО «МегаФон» и ПАО «Ростелеком» 03.06.2021 договорились об участии в ООО «Новые цифровые решения» для обеспечения радиочастотными ресурсами сетей мобильной связи 5G в РФ. Минцифры на заседании ГКРЧ 02.08.2021 приняло решение о выделении частоты подведомственному министерству НИИ Радио для НИОКР сотовых сетей 5G, и на заседании 29.11.2021 – о выделении полосы 4400-4990 МГц компании «Новые цифровые решения» для тестирования 5G-сетей. Компания Tele2 развивает 5G-сети в диапазоне 3,5 ГГц [51].

**Отражение НИОКР мобильной связи в России в базах данных.** Результаты НИОКР российских организаций РАН и университетов, на 10.05.2022, отражены в **Google Scholar** (380 000 документов, включая патенты [52]), в БД **Всероссийского института**

**научной и технической информации РАН** – 2767 документов: 1816 статей, 907 патентов, 34 автореферата и диссертации, 10 книг [53].

В БД **Scopus** [54] отражено 6650 документов о мобильной связи в РФ за 1972-2022 гг., по данным на 20.04.2022, включая 467 документов за 2022 г., 1708 – за 2021 г., 96 – за 2010 г., 19 – за 2000 г., 2 – за 1990 г., 1 – за 1972 г. По странам: 3954 документа РФ, 1129 – США, 419 – Китая. По языкам: 6010 документов на английском, 636 – на русском, 11 – на китайском языке. По типам источников: 5407 журналов, 854 книги, 351 сборник конференции. По типам документов: 3714 статьи в журналах, 1718 обзоров, 548 докладов конференций, 398 монографий. 5920 патентов за 1986-2022 гг.: 151 документ за 2022 г., 733 – за 2021 г., 151 – за 2010 г., 9 – за 2000 г., 1 – за 1986 г.

По организациям: 1261 документ Российской академии наук, 936 – Российского фонда фундаментальных исследований, 843 – Российского научного фонда, 495 – МГУ им. М.В. Ломоносова, 460 – Министерства науки и высшего образования РФ, 385 – РУДН, 280 – Сибирского отделения РАН, 241 – Санкт-Петербургского государственного университета, 157 – Московского физико-технического института, 145 – Новосибирского государственного университета, 95 – ФИЦ «Информатика и управление» РАН, 94 – Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 107 – Казанского федерального университета, по 71 – Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и Сколковского института науки и технологий, 69 – Совета по грантам Президента РФ, 81 – НИУ ВШЭ, по 66 – Томского государственного университета и НИУ ИТМО, 63 – НИЦ «Курчатовский институт», 60 – Уральского федерального университета, 53 – Дальневосточного федерального университета, 51 – Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, 47 – Дальневосточного отделения РАН, 52 – Национального исследовательского Томского политехнического университета, 44 – Совета по грантам Правительства РФ, по 43 – Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича и Института химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, 40 – Уральского отделения РАН, 39 – Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева, 38 – Саратовского национального исследовательского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, 28 – НИТУ «МИСиС», 27 – Сибирского федерального университета (Красноярск), 25 – Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 25 – НИИ – Республиканского исследовательского научно-консультационного центра экспертиз, 24 – Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова, по 21 – Белгородского государственного национального исследовательского университета и Казанского научного центра РАН, по 20 – Института

физики прочности и материаловедения СО РАН, Российского технологического университета МИРЭА и Красноярского научного центра СО РАН, по 19 – Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН, Московского технического университета связи и информатики и Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН, 18 – Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, 17 – Московского государственного университета геодезии и картографии, 6 – Федерального агентства научных организаций.

Таким образом, мобильная связь для передачи индивидуальной и массовой звуковой, текстовой и видеоинформации при использовании сети наземных базовых станций, кабельных линий, волоконно-оптической связи, Интернета обуславливает социально-экономическое и технологическое развитие регионов России. Отрасли с наибольшей эффективностью внедрения 5G-сетей: промышленность, здравоохранение, добыча полезных ископаемых, сельское хозяйство, водоснабжение и электроэнергетика, строительство, торговля, транспорт и хранение, безопасность, культура и досуг, городское хозяйство.

В России с 2018 г. реализуется Национальная программа «Цифровая экономика», с 2019 г. – федеральные проекты «Цифровые технологии» и «Информационная инфраструктура», с 2020 г. – дорожная карта развития мобильных 5G-сетей связи. Соотносимое количество документов о НИОКР российских научных организаций РАН и университетов отражено в БД ВИНТИ РАН. Scopus и Google Scholar. К 2024 г. появятся российские города-миллионники с 5G-сетями. Реализация дорожной карты развития связи 5G обеспечивает надежную и быструю связь, цифровую трансформацию отраслей экономики. Сети 5G обеспечивают новое качество цифровых услуг населению, бизнесу и госорганам, способствуют развитию цифровой экономики.

## **2. Информационное обеспечение сотрудничества стран БРИКС в научных исследованиях и развитии мобильной связи**

Многостороннее и двустороннее научно-технологическое сотрудничество стран БРИКС как межгосударственного объединения Федеративной Республики Бразилии, Российской Федерации, Республики Индии, Китайской Народной Республики с 2006 г. и Южно-Африканской Республики с декабря 2010 г. обеспечивается линиями мобильной спутниковой, воздушной, наземной, подводной, подземной радиорелейной электросвязи для передачи индивидуальной и массовой звуковой, текстовой и видеоинформации в реальном времени и с отложенной доставкой сообщений при использовании сети наземных базовых станций, кабельных линий, волоконно-оптической связи и Интернета. Инфраструктура связи 5G и 6G, искусственного интеллекта, промышленного Интернета

вещей, центров обработки больших данных – инструменты информационного обеспечения цифровизации и информатизации промышленности, повышения жизненного уровня и научно-технологического сотрудничества стран БРИКС.

Научно-технологическое сотрудничество стран БРИКС развивается на основе Меморандума о сотрудничестве в области науки, технологий и инноваций между правительствами Бразилии, России, Индии и ЮАР от 15.03.2015 и Рамочной программы науки, технологий и инноваций (НТИ) БРИКС, отраженных в Московской декларации от 28.10.2015. Финансирующие организации НТИ БРИКС: от РФ – Минобрнауки, РФФИ и Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере; от Бразилии – Национальный совет по научно-техническому развитию и Бразильское агентство инноваций; от КНР – Министерство науки и технологий и Национальный фонд естественных наук; от Индии – Департамент науки и технологий; от ЮАР – Национальный исследовательский фонд.

В год председательства КНР в БРИКС 25-27 мая 2022 г. на заседании Рабочей группы по сотрудничеству в области информационно-коммуникационных технологий (одно из 13 направлений сотрудничества, 7-я РГ ИКТ – 11.08.2021, Нью-Дели), Совета Института сетей будущего БРИКС (BIFN, создан в 2018 г.), на 4-м Форуме БРИКС по инновациям сетей будущего (1-й в 2019 г.) 5-6 июля 2022 г., на Цифровом форуме БРИКС 07.06.2022 в г. Шэньчжэнь, КНР, на XIV саммите БРИКС 23-24 июня 2022 г. в Пекине обсуждались направления деятельности Института сетей будущего БРИКС на 2022-2024 гг.: сотрудничество в НИОКР и координации стандартов сетей. Филиалы Института сетей будущего: Институт сетей будущего БРИКС в г. Шэньчжэнь, создан в 2019 г.; Центр НИОКР связи CPQD в г. Сан-Паулу, Бразилия, создан в 1976 г.

26-27 апреля 2022 г. на Форуме БРИКС по большим данным в Пекине в соответствии с целями Программы устойчивого развития ООН до 2030 г. обсуждалась роль больших данных в развитии цифровой экономики. На 14-м Академическом форуме БРИКС экспертов академического сообщества 20.05.2022 в Пекине обсуждалась цифровизация экономики БРИКС. 18.08.2011 на заседании Делового совета БРИКС «Укрепление делового сотрудничества БРИКС для устойчивого развития» отмечено, что разработка единых стандартов цифровых продуктов усиливает позиции БРИКС. В соответствии с Уфимской декларацией 09.07.2015 по итогам VII саммита БРИКС создана Рабочая группа по безопасности ИКТ, министрами ИКТ БРИКС подписан Меморандум о сотрудничестве в области науки и технологий. Развивается сотрудничество БРИКС в проектах «Цифровое партнерство БРИКС», «Партнерство БРИКС в новой промышленной революции» (BRICS Partnership on New Industrial Revolution, PartNIR, с 2018 г.) в сотрудничестве с ЮНИДО,



«Инновационная сеть БРИКС» (с 2018 г.) [55], «КиберБРИКС» [56] (с 2019 г.) в рамках Дорожной карты сотрудничества по безопасности ИКТ [57], образовательная платформа iBRICS с 2012 г.

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ расширяет сотрудничество с БРИКС в мобильной связи и ИКТ в рамках ежегодных заседаний Рабочей группы БРИКС по сотрудничеству в ИКТ и встреч министров связи БРИКС. В год председательства РФ в БРИКС на заседании Рабочей группы БРИКС по ИКТ 15-16 сентября 2020 г. и встрече министров связи БРИКС 17.09.2020 в Москве обсуждались роль ИКТ в борьбе с COVID-19, безопасность ИКТ, роль цифровой экономики в устойчивом развитии, и принята декларация министров связи БРИКС. На XIII Международном IT-Форуме с участием БРИКС и Шанхайской организации сотрудничества 06.06.22 в Ханты-Мансийске обсуждалось развитие технологий искусственного интеллекта и цифровизации экономики. В Международной конференции по информационной безопасности «Инфофорум – Югра» (1-я в 2017 г.) участвовали представители 70 стран – БРИКС, ШОС и ОДКБ в рамках Национального форума информационной безопасности «Инфофорум» (с 2001 г.) по инициативе Совета Безопасности и Комитета Госдумы РФ по безопасности при поддержке Минцифры, Минобрнауки, Торгово-промышленной палаты РФ, Ассамблеи народов Евразии и ЮНЕСКО. Международный центр инноваций в науке, технологиях и образовании действует с 15.04.2016 в качестве секретариата Российского совета по науке, технологиям и инновациям БРИКС от имени Минобрнауки РФ. Национальный комитет по исследованию БРИКС с 2011 г. действует в рамках договоренностей на саммите БРИКС в г. Санья, КНР.

Научно-технологическое сотрудничество стран БРИКС на основе мобильной связи обеспечивает функционирование отраслей экономики, экономической инфраструктуры, социальной инфраструктуры производства, науки, образования, здравоохранения, культуры и бытовой инфраструктуры.

**Межконтинентальный канал квантовой связи стран БРИКС.** На 1-м форуме IT-министров БРИКС в Москве 24.10.2015 в БРИКС предложено внедрить мобильные 5G-сети и мобильный Интернет. Единые стандарты сотовой связи и совместные разработки программ с открытым кодом создаются на основе НИОКР международного научного консорциума БРИКС. Кабельную линию связи протяженностью 10 тыс. км [58] прокладывают по дну Атлантического, Индийского и Тихого океанов через Владивосток, г. Шаньтоу (КНР), г. Ченнаи (Индия), г. Кейптаун (ЮАР) и г. Форталеза (Бразилия) на основе проекта «Кабель БРИКС» с 27.03.2013 протяженностью 34 тыс. км от г. Майями

(США) через города Форталеза, Кейптаун, Ченнаи, Сингапур, Шаньтоу до Владивостока за счет средств Нового банка развития, созданного в 2014 г. в БРИКС.

Совместно создается межконтинентальный канал квантовой связи БРИКС [59] университетов от Бразилии, через ЮАР, Индию, КНР до Владивостока для защиты на основе криптографических ключей шифрования. Специалисты РФ разрабатывают оптическое волокно, КНР отвечает за спутниковую квантовую связь, Индия – моделирование волоконно-оптической связи, ЮАР – создание волоконно-оптической связи. НИОКР «Спутниковая и волоконно-оптическая связь квантовых коммуникаций» выполняются Поволжским госуниверситетом телекоммуникаций и информатики, Казанским НИТУ им. А.Н. Туполева, НПО Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова по международному гранту БРИКС при поддержке РФФИ и госкорпорации «Ростех».

В России 1-я линия связи по магистральному квантовому каналу запущена 08.06.2021 между Москвой и Санкт-Петербургом протяженностью 700 км, самая длинная в Европе и 2-я мире. 09.09.2021 в Москве запущена 1-я открытая межвузовская квантовая сеть из пяти узлов с участием консорциума Центра компетенций Национальной технологической инициативы «Квантовые коммуникации» на базе НИТУ «МИСиС», Московского технического университета связи и информатики, ООО «КуРЭйт», ООО «Код Безопасности». Научно-технологический центр «Квантовая долина» в Нижегородской области создается в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2133 для НИОКР квантовых технологий при участии 50 компаний, включая ПАО «Сбербанк», госкорпораций «Росатом», «Ростех» и «РЖД».

**Международный рейтинг операторов мобильной связи стран БРИКС.** Операторы БРИКС входят в список крупнейших в мире 30 операторов мобильной связи: из КНР – China Mobile (966,39 млн абонентов в 2022 г., на 1-м месте), China Telecom (380,32 млн, 2022 г., 4-е) и China Unicom (317 млн, 2021 г., 6-е), из Индии – Bharti Airtel (491,26 млн, 2022 г., 2-е), Reliance Jio Infocomm (408,79 млн, 2022 г., 3-е), Vodafone Idea (258,45 млн, 2022 г., 11-е) и Bharat Sanchar Nigam (116,09 млн, 2022 г., 21-е), из ЮАР – MTN Group (272 млн, 2021 г., 9-е), из РФ – Mobile TeleSystems (MTS, 83,85 млн, 2021 г., 25-е) и MegaFon (70,5 млн, 2021 г., 29-е).

Количество абонентов мобильной связи БРИКС в 2020 г. по рейтингу в мире: на 1-м месте – КНР (1 718,41 млн), 2-е – Индия (1 153,71 млн), 6-е – РФ (238,73 млн), 7-е – Бразилия (205,83 млн), 18-е – ЮАР (95,96 млн). В БРИКС с 2000 г. многократно выросло количество абонентов мобильной связи на 1000 жителей [60] к 2020 г.: в России с 22 до

2100 (1050 раз), в КНР с 67 до 1139 (в 17 раз), в Индии с 2 до 849 (425 раз); и к 2019 г.: в ЮАР с 185 до 1656 (9 раз), в Бразилии с 140 до 988 абонентов (7 раз).

**Сотрудничество России и КНР в сфере мобильной связи** развивается на основе Договора о добрососедстве и сотрудничестве от 16.07.2001, Москва, а также соглашений: между министерствами связи РФ и КНР о сотрудничестве в связи, Пекин, 13.09.1993; между правительствами РФ и КНР о сотрудничестве в международной информационной безопасности, Москва, 08.05.2015; между «Почтой России» и «Почтой КНР» о сотрудничестве в онлайн-торговле, Пекин, 03.09.2015; между Роскомнадзором РФ и Госканцелярией КНР по интернет-информации, Санкт-Петербург, 17.09.2019; между администрациями связи РФ и КНР: по координации частотных присвоений станциям связи, Москва, июнь 2002 г., Пекин, декабрь 2004 г., Пекин, 01.07.2006, Москва, 08.06.2017, и г. Боао, 26.09.2018; 2) меморандумов: о почтовой безопасности между Госкомитетом РФ по связи и информатизации и Министерством информационной индустрии КНР, Пекин, 17.06.1998; о сотрудничестве между Госкомитетом РФ по телекоммуникациям и Государственным почтовым бюро КНР, Пекин, 10.09.1999; о снижения тарифов на услуги международной связи в роуминге между РФ и КНР, Пекин, 22.10.2013; между Минцифры РФ и Министерством промышленности и информатизации КНР о развитии цифровых технологий, Санкт-Петербург, 17.09.2019, и Совместного заявления РФ и КНР о международных отношениях и глобальном устойчивом развитии, Пекин, 04.02.2022.

Министерство промышленности и информационных технологий КНР – регулятор отрасли. Законы о мобильной связи, изданные МПИТ, «О лицензировании связи» от 03.07.2017, «О доступе к сетям связи» от 23.09.2014, «Об информации об абонентах» от 16.07.2013, «О доступе к терминалам связи» от 11.04.2013, «О лицензировании предприятий связи» от 03.07.2017, «О переносе мобильных номеров» от 11.11.2019; законы, изданные Госсоветом, «О международных подключениях к сетям» от 13.02.1998, «Об предприятиях связи с иностранным капиталом» от 07.04.2022, Регламент связи (Указ № 291 Госсовета от 25.09.2000, 2-я поправка от 29.07.2014). Основные 4 госоператора мобильной связи: China Mobile (945,50 млн абонентов), China Telecom (362,49 млн), China Unicom (310,45 млн) и China Broadnet; на Тайване: Chunghwa Telecom (10,67 млн), Taiwan Mobile (7,09 млн), FarEasTone (7,06 млн), TSTAR (2,67 млн) и GT (2,08 млн). В 2022 г. работают крупнейшие в мире оптоволоконные сети мобильной связи с 1,85 млн базовых станций 5G, 428 млн пользователей 5G-телефонов.

**Сотрудничество России и Индии в сфере мобильной связи.** 23-24 января 2020 г. в Москве на 6-м заседании Совместной рабочей группы по ИКТ Межправительственной российско-индийской комиссии по торгово-экономическому, научно-техническому и

культурному сотрудничеству обсуждалась реализация совместных проектов сетей связи 5G, электронного правительства, сетевой безопасности, подготовки кадров для цифровой экономики. Сотрудничество в мобильной связи развивается на основе Меморандума между Министерством связи и массовых коммуникаций РФ и Министерством связи и информационных технологий Индии о сотрудничестве в ИКТ, г. Нью-Дели, 21.12.2010, и Соглашения между правительствами России и Индии о сотрудничестве в обеспечении безопасности ИКТ, г. Гоа, 15.10.2016.

Мобильная связь в Индии развивается на основе законов: «О регулирующем органе электросвязи» от 28.03.1997 г. и № 20 от 17.07.2014. Постановления: № 2 Министерства юстиции от 24.01.2000 «О поправках в закон 1997 г.», «О мобильном банке» от 22.11.2016, «О временном приостановлении услуг связи (общественная безопасность)», включая мобильную связь и Интернет, от 08.08.2017. Функции Департамента связи Министерства связи: лицензирование, стандартизация, финансирование НИОКР, регулирование, законодательство, Центр развития телематики, международное сотрудничество, включая с Международным союзом электросвязи ИТУ, Международной организацией спутниковой связи INTELSAT, Международной организацией подвижной спутниковой связи INMARSAT, Азиатско-тихоокеанским сообществом связи АРТ. 5 основных операторов мобильной связи: Jio (40,88 млн), Airtel (36,22 млн), Vi (25,84 млн), BSNL (11,28 млн) и MTNL (3,24 млн).

**Сотрудничество России и Бразилии в сфере мобильной связи.** 12-14 августа 2019 г. в г. Бразилиа в год председательства Бразилии в БРИКС в рамках 5-й встречи министров связи состоялось 1-е заседание Совета Института сетей будущего БРИКС для сотрудничества в области технологий и инноваций. Сотрудничество между РФ и Бразилией в мобильной связи основано на Соглашении между правительствами РФ и Бразилии о сотрудничестве, г. Бразилиа, 21.11.1997, Меморандуме о сотрудничестве в электросвязи между Министерством информационных технологий и связи РФ и Национальным агентством связи Бразилии, г. Бразилиа, 22.11.2004, и Меморандуме между Министерством связи и массовых коммуникаций РФ и Национальным агентством связи Анател Бразилии о связи, Гвадалахара, октябрь 2010 г.

Среди 159 правовых актов о мобильной связи госагентства связи Министерства связи Anatel законы: «Общий закон о связи» № 9 472 от 16.07.1997, № 12 965 от 23.04.2014 «О правах в Интернете», № 13 116 от 22.04.2015 «Об антеннах», № 13 709 от 08.07.2018 «О защите данных», №13 879 от 03.10.2019 «О изменениях в Общий закон о связи» о лицензировании связи, № 9 998 от 17.08.2000 «Об Универсальном фонде услуг связи» для помощи операторам связи. Постановления: № 460 от 19.03.2007 о нумерации мобильной

связи, № 632 от 07.03.2014 о правах потребителей услуг связи, № 671 от 03.11.2016 об использовании радиочастот. Указы: № 2617 от 05.06.1998 об ограничениях иностранного владения средствами связи, № 7 175 от 12.05.2010 о Национальном плане доступа к Интернету и Wi-Fi, № 8 771 от 11.05.2016 о регулировании Интернета, № 10 222 от 05.02.2020 о Национальной стратегии кибербезопасности E-Ciber на 2020-2023 гг., № 10 402 от 17.07.2020 о спутниковой связи. Госпрограммы развития связи: 1) Бразильская цифровая библиотека диссертаций BNDES Prosoft Empresa – инвестиционная поддержка компаний IT-услуг с 2015 г.; 2) INOVA TELECOM – программа Управления финансированием проектов НИОКР связи при Министерстве науки и технологий FINEP с 1965 г.; 3) Национальный план широкополосной связи и Интернета для жителей удаленных населенных пунктов с 2010 г. В 2022 г. 5G-сети доступны в крупных городах. 6 основных операторов мобильной связи: Vivo (85,3 млн абонентов), Claro (71,8 млн), TIM (52,3 млн), Oi (42,0 млн), Algar Telecom (3,8 млн) и Sercomtel (0,05 млн).

**Сотрудничество России и ЮАР в сфере мобильной связи.** 06.03.2017 на 1-м заседании представителей Минцифры РФ и министерств информации, коммуникаций и почтовой связи ЮАР обсуждалось использование ИКТ, мобильных платформ и интернет-телевидения, развитие IT-сотрудничества, мобильных операторов для снижения тарифов на роуминг, кибербезопасность, разработка программ, производство компонентов, создание дата-центров.

Законы ЮАР о мобильной связи: № 103 от 15.11.1996 «О связи», № 13 от 01.05.2000 «О Независимом органе связи ЮАР», № 36 2005 г. «Об электронной связи». Постановления: № 964 от 30.09.2005 и № 370 от 01.10.2018 «О переносимости мобильных номеров», № 318 от 16.04.2010 «О мобильном телевидении», № 896 от 09.09.2015 «О стандартах средств связи», № 189 от 01.04.2016 «Об Уставе услуг абонентам», № 317 от 28.04.2017 «О E-диапазоне», № 748 от 10.12.2021 «О системе переносимости номеров». В 4G-LTE и 5G-сетях в 2022 г. работают 6 операторов мобильной связи: Vodacom Group (с 1994 г., 55 млн абонентов в 32 странах Африки), MTN Group (с 1994 г., работает в 20 странах), Rain Ltd (с 2019 г., 1500 вышек 5G), Telkom (с 1991 г., в 38 странах Африки, спутниковый Интернет), Cell C (с 2001 г.) и Liquid Telecom (с 2005 г., 100 000 км оптоволоконной сети в 2021 г.).

**Отражение НИОКР мобильной связи стран БРИКС в базах данных.** В базе данных **ВИНИТИ РАН** [61], на 12.08.2022, отражено 893 документа о НИОКР мобильной связи БРИКС на русском языке, включая 852 статьи, 22 книги, 10 персоналий, 5 авторефератов и диссертаций, 2 конференции, 2 патента, а также 166 документов на английском языке, включая 160 статей, 5 персоналий, 1 книгу. В **Google Scholar**, на

12.08.2022, отражено 15 100 документов о НИОКР мобильной связи БРИКС за 2006-2022 гг., включая 100 патентов [62]. В БД **Scopus** [63] результаты НИОКР мобильной связи БРИКС, на 05.07.2022, отражены в 852 документах за 2006-2022 гг.: 514 статьи, 133 доклада конференций, 45 обзоров, 559 журналов, 309 книг, 95 сборников конференций.

По организациям: 36 документов – Национального фонда естественных наук КНР, 12 – Пекинского технологического института, 10 – Министерства образования КНР, по 9 – Фондов фундаментальных исследований центральных университетов КНР, Кейптаунского университета (ЮАР) и Университета Сан-Паулу (Бразилия), 8 – Университета Южной Африки, по 6 – Федерального университета Риу-Гранди-ду-Сул (Бразилия) и Городского университета Макао (КНР), по 5 – НИУ «ВШЭ», Шэньчжэньского университета, Университета Тунци (КНР), Технологического института Харагпура, Университета Амити (Индия) и Национального совета научно-технического развития (Бразилия), по 4 – МГУ им. М.В. Ломоносова, Национальной программы ключевых НИОКР КНР, Китайского университета Гонконга и Университета Квазулу-Натал (ЮАР), по 3 – РАНХ и ГС, Уральского федерального университета, Южно-Уральского госуниверситета, Пекинского научно-технического университета, Центрального южного университета, Даляньского технологического университета, Департамента науки и технологий провинции Чжэцзян, Сианьского университета Цзяотун, Оборонного научно-технического университета, Пекинского, Чжэцзянского, Нанькайского, Сидианского и Сянтанского университетов (КНР), Совета по научным и промышленным исследованиям, Национального технологического института Руркела (Индия), Капского технологического университета, Университета Претории (ЮАР), Федерального технологического университета Параны и Федерального университета Санта-Катарины (Бразилия), по 2 – Российского научного фонда, Казанского федерального университета, Китайской академии наук, Комиссии по науке и технологиям муниципалитета Шанхая, Китайского фонда докторантуры, Университета им. Сунь Ятсена, Фондов естественных наук провинций Гуандун, Сычуань и Чжэцзян (КНР), Министерства науки и технологий Бразилии, Национального исследовательского фонда Южной Африки и Технологического университета Тшване (ЮАР), по 1 – Совета по грантам Правительства РФ, Минобрнауки РФ, НИЯУ МИФИ, Госпрограммы фундаментальных исследований КНР, Национальных научно-технических проектов КНР, Департамента науки и технологий провинции Сычуань, Фондов фундаментальных исследований г. Чунцин, Фонда естественных наук провинции Фуцзянь, Национального научного совета Тайваня (КНР), Индийской национальной академии наук, Совета по научным и промышленным исследованиям, Министерства связи и информационных технологий (Индия), Фондов науки и технологий штатов Пернамбуку,

Сан-Паулу и Амазонас (Бразилия). В БД Scopus по странам БРИКС отражено 6650 документов о мобильной связи в России с 1972 г., 375 318 – КНР с 1972 г., 145 518 – Индии с 1970 г., 31 045 – Бразилии с 1973 г., 27 771 документ ЮАР с 1971 г.

Таким образом, мобильная связь 4G-5G и с использованием искусственного интеллекта обеспечивает многостороннее и двустороннее научно-технологическое сотрудничество стран БРИКС. Операторы мобильной связи, НИИ, университеты и госорганы БРИКС развивают сети мобильной связи, реализуют международные проекты сетей связи и ИКТ на основе 5G и 6G, Межконтинентальный канал квантовой связи БРИКС на основе проекта «Кабель БРИКС». Сопоставимое количество документов о НИОКР мобильных сетей БРИКС отражено в базах данных ВИНТИ РАН, Scopus и Google Scholar.

### **3. Глобальные сети связи для развития, сотрудничества и интеграции стран Большой Евразии**

Глобальные сети связи обеспечивают развитие, сотрудничество и интеграцию стран Большой Евразии по направлениям связи международных экономических, межгосударственных, научной-технических, образовательных и информационно-технологических организаций.

Первая глобальная сеть на основе телеграфа заработала с 1899 г., телефонная сеть стала глобальной в 1950-х гг., в 1989 г. создан Интернет, в 1990 г. – браузер WorldWideWeb и сервер протокола HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), в 1991 г. – глобальный стандарт цифровой мобильной сотовой связи GSM (Global System for Mobile Communications, сотовой подвижной связи, СПС-900). В 1957 г. СССР запустил первый спутник «Спутник-1», в 1962 г. запущен первый спутник связи Telstar-1 (США), в 1964 г. создан Международный консорциум спутниковой связи Intelsat, в 1965 г. в СССР введена в эксплуатацию система спутниковой связи «Молния-1», в 2021 г. на орбите Земли было 2224 спутника связи. Интернет с 5,07 млрд пользователей в 2022 г., сети мобильной связи GSM, обеспечивающие передачу речи, данных, сообщений по электронной почте, интернет-навигацию, с 8,6 млрд пользователей в 2021 г., и спутниковые глобальные сети образуют глобальные сети связи. В дорогостоящих глобальных сетях связи используются коммутационные и маршрутизирующие устройства, наземные и подводные оптоволоконные кабели, наземные станции, международные протоколы связи, согласовываются договоры, стандарты и законодательство.

Направления **глобализации интеграции электросвязи**: системная (электросетей, средств связи, информационных технологий), цифровая (данных), экономическая (предприятия, отраслей), корпоративная, региональная, транснациональная, межгосударственная, политическая, социальная, образовательная и экологическая

интеграция. Направления **глобализации связи**, влияющие на развитие интеграции связи: экономическая, финансовая, культурная, политическая и экологическая глобализация, глобальное управление, здравоохранение и образование, глобальная политика, глобализация торговли, рабочей силы и сетей связи.

В рамках проекта «Большая Евразия» (Greater Eurasia) [64] с 2015 г. интегрируются глобальные сети связи, обеспечивающие в Евразии развитие сетей связи международной экономической региональной интеграции, зон свободной торговли, таможенных союзов, общих рынков, экономических и валютных союзов, межблоковых торгово-экономических партнерств. Реализуются международные интеграционные проекты таких международных экономических и межгосударственных организаций, как Евразийский экономический союз (ЕАЭС, Eurasian Economic Union, EAEU, EEU, с 2014 г., на основе Евразийского экономического сообщества, ЕврАзЭС, с 2001 г., 5 членов – РФ, Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, 3 государства-наблюдателя) [65], БРИКС как межгосударственное объединение пяти стран – Бразилии, РФ, Индии, КНР, ЮАР (BRICS, с 2006 г., 3 кандидата, 11 желающих вступить) [66], Европейский союз (Евросоюз, ЕС, European Union, EU, с 1992 г., 27 членов, 7 кандидатов), Содружество Независимых Государств (СНГ, Commonwealth of Independent States, CIS, с 1991 г.; 9 членов – РФ, Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Таджикистан, Узбекистан, 1 ассоциированный, 1 наблюдатель) [67], Союзное государство России и Беларуси (с 2000 г.) [68], Шанхайская организация сотрудничества (ШОС, Shanghai Cooperation Organisation, SCO, с 1998г., 9 членов – РФ, Индия, Иран, Казахстан, Кыргызстан, КНР, Пакистан, Таджикистан, Узбекистан, 3 наблюдателя) [69], Организация Договора о коллективной безопасности (ОДКБ, Collective Security Treaty Organization, CSTO, с 1992 г., 5 членов – РФ, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан) [70], Ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН, Association of South East Asian Nations, ASEAN, с 1967 г., 10 членов – Бруней, Вьетнам, Индонезия, Камбоджа, Лаос, Малайзия, Мьянма, Сингапур, Таиланд, Филиппины), Организация международного сотрудничества «Шелковый путь» («Один пояс – один путь», «One Belt One Road», OBOR, «Belt and Road Initiative», BRI, с 2013 г., 149 стран-участниц, включая РФ) и ее проекты «Экономический пояс Шелкового пути» («Silk Road Economic Belt») и «Морской Шелковый путь XXI века» («21<sup>st</sup> Century Maritime Silk Road») [71], Организация экономического сотрудничества (ОЭС, Economic Cooperation Organization, ECO, с 1985 г., 10 членов – Афганистан, Азербайджан, Иран, Казахстан, Кыргызстан, Пакистан, Таджикистан, Турция, Туркменистан, Узбекистан), Южно-Азиатская ассоциация регионального сотрудничества (СААРК, South Asian Association for Regional Cooperation, SAARC, с 1985 г., 8 членов – Индия, Афганистан, Бангладеш, Бутан,



Мальдивы, Непал, Пакистан, Шри-Ланка, 9 наблюдателей), Лига арабских государств (ЛАГ, League of Arab States, с 1945 г., 22 члена), Азиатско-Тихоокеанское экономическое сотрудничество (АТЭС, Asia-Pacific Economic Cooperation, АРЕС, с 1989 г., 21 член, РФ с 1998 г.), Организация стран-экспортеров нефти (ОПЕК, Organization of the Petroleum Exporting Countries; ОПЕК, создана в 1960 г., 13 членов), ОПЕК+ (с 2016 г., 11 членов – РФ, Азербайджан, Бахрейн, Бруней, Казахстан, Малайзия, Мексика, Оман, Судан, Филиппины, Южный Судан) [72], Совет сотрудничества арабских государств Персидского залива (ССАГПЗ; Cooperation Council for the Arab States of the Gulf, Gulf Cooperation Council, GCC, с 1981 г., 6 членов – Бахрейн, Катар, Кувейт, ОАЭ, Оман, Саудовская Аравия), Транстихоокеанское партнерство (ТПП, Trans-Pacific Partnership, TPP, с 2016 г., 11 членов – Австралия, Бруней, Вьетнам, Канада, Малайзия, Мексика, Новая Зеландия, Перу, Сингапур, Чили, Япония), Ганзейский союз Нового времени (Neue Hanse, с 1980 г., объединены 195 городов 16 европейских государств, включая РФ) [73].

**Экономические ассоциации и зоны свободной торговли:** Всемирная торговая организация (ВТО, World Trade Organization, WTO, с 1995 г., 164 государств-членов, РФ с 2012 г.), Зона свободной торговли СНГ (ЗСТ, Commonwealth of Independent States Free Trade Area, CISFTA, с 2012 г., 9 членов, включая РФ) [74], Центрально-европейская ассоциация свободной торговли (ЦЕАСТ, Central European Free Trade Agreement, CEFTA, с 1992 г., 7 членов – Албания, Босния и Герцеговина, Молдова, Северная Македония, Сербия, Черногория, УНМИК в Косово), Европейская ассоциация свободной торговли (ЕАСТ, European Free Trade Association, ЕФТА, с 1960 г., 4 члена – Исландия, Лихтенштейн, Норвегия, Швейцария), Ассоциация торговли зерном и кормами (Grain and Feed Trade Association, GAFTA, с 1871 г., 100 стран-членов, включая РФ) [75], Южноазиатская зона свободной торговли (САФТА, South Asian Free Trade Area, SAFTA, с 2004 г., 8 членов – Афганистан, Бангладеш, Бутан, Индия, Мальдивы, Непал, Пакистан, Шри-Ланка), Форум тихоокеанских островов (ФТО, Pacific Islands Forum, PIF, с 1971 г., 17 стран-членов), Организация черноморского экономического сотрудничества (ОЧЭС, Organization of the Black Sea Economic Cooperation, BSEC, с 1992 г., 12 членов, включая РФ) [76], Арктический экономический совет (Arctic Economic Council, АЕС, с 2014 г., 16 членов – 14 государств, включая РФ, Европейская комиссия и Европейский парламент) [77], Всестороннее региональное экономическое партнерство (ВРЭП, Regional Comprehensive Economic Partnership, RCEP, с 2012 г., 15 членов – Япония, КНР, Республика Корея, Австралия, Новая Зеландия, Бруней, Камбоджа, Индонезия, Лаос, Малайзия, Мьянма, Филиппины, Сингапур, Таиланд, Вьетнам), Федерация евро-азиатских фондовых бирж (Federation of Euro-Asian Stock Exchanges, FEAS, с 1995 г., 37 членов из 20 стран, штаб-квартира в Ереване).

**Таможенные союзы:** Таможенный союз Европейского союза (European Union Customs Union, с 1968 г., члены – 27 стран ЕС и 5 с двусторонними соглашениями), Таможенный союз Евразийского экономического союза (ТС ЕАЭС, с 1995 г., 5 членов – РФ, Казахстан, Беларусь, Армения, Кыргызстан) [78].

**Отраслевые организации информационного обеспечения:** Евразийская патентная организация (ЕАПО, Eurasian Patent Organization, ЕАРО, с 1994 г., 8 членов – РФ, Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, штаб-квартира в Москве) [79], Евро-Азиатское сотрудничество государственных метрологических учреждений (КООМЕТ, Euro-Asian Cooperation of National Metrological Institutions, СООМЕТ, с 1991 г., члены – государственные метрологические учреждения 21 страны – РФ, Азербайджана, Армении, Беларуси, Болгарии, Боснии и Герцеговины, Германии, Грузии, Казахстана, КНР, КНДР, Кубы, Кыргызстана, Литвы, Молдовы, Румынии, Словакии, Таджикистана, Турции, Узбекистана, Украины) [80], Азиатско-Тихоокеанский форум по законодательной метрологии (АТФЗМ, Asia-Pacific Legal Metrology Forum, APLMF, с 1994 г., 27 членов, включая РФ) [81], Азиатско-Тихоокеанская организация по аккредитации лабораторий (АПЛАК, Asia Pacific Laboratory Accreditation Cooperation, APLAC, с 1992 г., 38 членов, включая РФ) [82], Международная организация по законодательной метрологии (МОЗМ, International Organization of Legal Metrology, OIML, с 1955 г., 63 члена, включая РФ) [83].

Среди **глобальных сетей электросвязи в Евразии** выделяются сети 1) **наземные:** трансконтинентальные, в Азии, в Европе; 2) **подводные:** Азия – Европа – Африка, Азия – Австралия, Европа – США, Азия – США.

**Основные стандарты структурированных кабельных систем связи:**  
1) международные стандарты ISO/IEC 11801 Information technology – Generic cabling for customer premises [84];

2) европейские стандарты CENELEC EN 50173-1-2011 IT – Generic cabling systems [85]; ISO 11801, EN 50174, ISO 18010, ISO/IEC 24764, EN 50310, EN 50173, ANSI/TIA-568-C, ANSI/TIA-606-A, ANSI/TIA-942, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3an, IEEE 802.3ba, IEEE 802.11; Construction Products Regulation (CPR) [86];

3) стандарты США: TIA/EIA-568-B Commercial Building Telecommunications Wiring Standard; ANSI/TIA-568, ANSI/TIA-568-C Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises, 2009 [87], ANSI /TIA-570-C:2012, ANSI /TIA-606-B:2012, ANSI/TIA-607-B:2012, ANSI/TIA-607-B-1:2013, ANSI/TIA-942-A:2012, ANSI/TIA-1005-A:2012, ISO/IEC 11801.

**Стандарты кабельных систем связи России:** ГОСТ Р 53245-2008 Информационные технологии (ИТ). СКС. Монтаж основных узлов системы [88]; ГОСТ

Р 53246-2008 ИТ. СКС. Проектирование узлов системы; ГОСТ Р 54623-2011 ИКТ в образовании. Системы зданий образовательного назначения. Термины и определения; ГОСТ Р 54818-2011 ИКТ в образовании. Системы ИКТ зданий. Общие положения; ГОСТ Р 55060-2012 Системы управления зданий и сооружений автоматизированные; ГОСТ Р 56602-2015 Слаботочные системы (СС). Кабельные системы (КС). Термины; ГОСТ Р 56556-2015 СС. КС. Функциональные элементы и компоненты СКС; ГОСТ Р 56571-2015 СС. КС. Основные положения; ГОСТ Р 58238-2018 СС. КС. Порядок проектирования; ГОСТ Р 58239-2018 СС. КС. Телекоммуникационные трассы; ГОСТ Р 58240-2018 СС. КС. Горизонтальная подсистема СКС; ГОСТ Р 58241-2018 СС. КС. Магистральная подсистема СКС [89]; ГОСТ Р 58242-2018 СС. КС. Телекоммуникационные пространства и помещения. На территории РФ действуют российские стандарты ГОСТ Р и международные ISO/IEC, приоритет – российским ГОСТ Р.

### **Наземные кабельные сети связи в Евразии.**

1) **Магистральные внутренние сети связи в России** развивают крупнейшие федеральные провайдеры: ПАО «Ростелеком» – 500 тыс. км магистральных сетей, ПАО «МТС» – 248 тыс. км, ПАО «ВымпелКом» (Билайн) – 190,8 тыс. км, «МегаФон» – 146,5 тыс. км, АО «ТрансТелеКом» – 78,3 тыс. км магистралей в 2021 г. Магистральная сеть связи ПАО «Ростелеком» [90] включает магистральные линии связи, соединенные через транзитные междугородные и международные узлы связи с сетями национальных и зарубежных операторов, используются технологии SDH (синхронная цифровая иерархия) и DWDM (плотное мультиплексирование с разделением по длине волны), 350 точек доступа в РФ и за рубежом, участие в 17 международных кабельных системах, стыки с 190 сетями в 70 странах, договоры с 2300 операторами связи.

2) Наземная кабельная сеть **TEA NEXT** (Next Generation Transit Europe – Asia Connectivity), Транзит Европа – Азия через территорию РФ создается с 2020 г., заработает в 2023 г., российский сегмент работает в сети DWDM ПАО «Ростелеком», в КНР через трансграничные соединения между ПАО «Ростелеком», China Telecom и China Unicom (КНР), в Японии – по российско-японской подводной кабельной сети RJCN, построенной ПАО «Ростелеком» и KDDI (Япония), между РФ и Казахстаном с выходом в страны Средней Азии, сегменты ВОЛС от границ РФ до Франкфурта и Стокгольма и подводная транспортная система от г. Находка до г. Пусан (Ю. Корея), Токио (Япония) и г. Гонконг (КНР) с подключением в Юго-Восточной Азии.

3) Наземная кабельная сеть **TEA** (Transit Europe-Asia) Транзит Европа – Азия через РФ, российский сегмент работает в сети DWDM ПАО «Ростелеком», в КНР – через соединения ПАО «Ростелеком», China Telecom и China Unicom, в Японии – через

российско-японскую подводную кабельную сеть RJCN, построенную ПАО «Ростелеком» и KDDI, наземный кабель между РФ и Казахстаном с выходом в Среднюю Азию.

4) Наземная кабельная система **ТЕА-2** – модернизированная кабельная система ТЕА, соединяет Европу с Гонконгом, Пекином по территории РФ через систему ПАО «Ростелеком», подключается к сетям China Unicom и China Telecom на китайско-российской границе в г. Хэйхэ (близ Благовещенска), обеспечивает Интернет.

5) Наземная кабельная система **ТЕА-3** проходит по территории РФ через магистраль ПАО «Ростелеком» и подключена к сетям китайских операторов на китайско-российской границе в Маньчжурии.

6) Наземная кабельная система **ТЕА-4** ПАО «Ростелеком» включает ТЕА, ТЕА-2, ТЕА-3 и ТЕА-4, соединяет Европу, РФ, Монголию и КНР через китайско-монгольскую границу у г. Эрэн-Хото (Внутренняя Монголия, КНР).

7) Наземная кабельная система **Европа – Россия – Япония ERJ** (Europe-Russia-Japan) включает наземную магистральную сеть АО «ТрансТелеКом» (ТТК, РФ) через РФ в Европу и кабельную систему Хоккайдо – Сахалин **HSCS** (Hokkaido-Sakhalin Cable System) между РФ и Японией, построенную АО «ТТК» и Nippon Telegraph and Telephone Corp. (Япония), с 2018 г. в HSCS используется технология DWDM 200 Гбит/с, передача данных 5,4 Тбит/с.

8) Наземная трансграничная кабельная система **Европа – Россия – Азия ERA** соединяет Европу с КНР через территорию РФ, построена АО «ТТК» и госкорпорацией China Unicom (КНР) в Маньчжурии (КНР) через пос. Забайкальск (РФ), обеспечивает DWDM 100 Гбит/с, низкую задержку по маршруту Гонконг – Франкфурт 156 мс.

9) Наземная кабельная система **Европа – Россия – Монголия – Китай ERMС** (Europe-Russia-Mongolia-China) от Франкфурта до Гонконга под управлением АО «ТТК» и China Unicom с участием госкомпании «Монгольские железные дороги», провайдер Gemnet (Монголия), через г. Эрэн-Хото (КНР) на китайско-монгольской границе, обеспечивает DWDM 100 Гбит/с. В Монголии два оптических кабеля ERMС протяженностью 1000 км вдоль железной дороги соединяют южную и северную границы Монголии по маршруту г. Сухэ-Батор – г. Дархан – столица Улан-Батор – г. Чор – г. Замын-Уудэ.

10) Наземная кабельная система **Транзит – Монголия ТМР** (Transit-Mongolia) от Гонконга (КНР) до Франкфурта через Монголию и РФ эксплуатируется China Telecom Global и его партнерами в Монголии и РФ через китайско-монгольскую границу в г. Эрэн-Хото (КНР) по маршруту, аналогичному наземному кабелю Европа – Россия – Монголия – Азия ERMС, обеспечивает сверхнизкую задержку Гонконг – Франкфурт 169 мс.

11) Наземная кабельная система **DREAM** (Diverse Route for European and Asian Markets, диверсифицированный маршрут рынков Европы и Азии) протяженностью 8700 км соединяет Германию, Австрию, Словакию, Украину, РФ, Казахстан и КНР с продолжением от казахстанско-китайской границы (с. Хоргос, Казахстан) до Гонконга (КНР), работает с 2013 г. под управлением ПАО «МегаФон» (РФ) в партнерстве с АО «Казахтелеком» (Казахстан), Deutsche Telekom (Германия), China Unicom и Interoute (Великобритания). Северный сегмент подключен к кабелю Балтийского шоссе (Baltic Highway Cable) протяженностью 3000 км по маршруту г. Хельсинки (Финляндия) – г. Таллинн (Эстония) – г. Рига (Латвия) – г. Вильнюс – г. Варняй (Литва) – г. Варшава (Польша) – г. Франкфурт-на-Майне – г. Берлин (Германия). Обеспечивает низкую задержку Гонконг – Франкфурт 154 мс, соединяется с сетью Юго-Западной Азии **SWAN**, связывающей РФ с регионом Кавказа и Турцией.

12) **Сеть Юго-Западной Азии SWAN** (South-West Asia Network) с 2015 г. через магистраль ПАО «МегаФон» связывает РФ с регионом Кавказа и Турцией с пропускной способностью 100 Гбит/с, партнерство с оператором SilkNet (Грузия).

13) Наземная кабельная система **Супер Транзит Шелковый путь (Super TSR, Transit Silk Road)** через КНР и Казахстан (с. Хоргос) работает с 2016 г. под управлением China Telecom Global в партнерстве с казахстанским оператором, трансграничные системы передачи КНР – РФ, КНР – Монголия – РФ и КНР – Казахстан – РФ, сверхнизкая задержка Гонконг – Франкфурт 159 мс.

14) Наземная кабельная система **TRANSKZ** протяженностью 15 тыс. км от Франкфурта до Гонконга между Европой и КНР запущена в 2016 г. в сотрудничестве АО «РетнНет» (РФ) и ООО «Транстелеком» (РФ), система DWDM с задержкой 146,5 мс.

15) Наземная кабельная система **Ближний Восток – Европа MEETS** (Middle East-Europe terrestrial system) протяженностью 1400 км соединяет страны Совета сотрудничества арабских государств Персидского залива (Gulf Cooperation Council States) и Евразию вдоль электросети Совета сотрудничества стран Персидского залива (Gulf Cooperation Council Interconnection Authority, GCCIA), в консорциум **GCCIA Cable System** входят операторы Vodafone Qatar (Катар), du (Emirates Integrated Telecommunications Co., ОАЭ), Zain (Саудовская Аравия) и Zajil (Бахрейн, Кувейт). Технологии оптической транспортной сети OTN 100G обеспечивают передачу данных 2,3 Тбит/с, доступы в г. Кувейт (Кувейт), пос. Гуан (Саудовская Аравия), пос. Аль-Джасра (Бахрейн), г. Дубай (ОАЭ), г. Доха (Катар).

16) Наземная кабельная система в Турции EWTC (Vodafone East West Turkey Connect Fiber Cable System) обеспечивает связь между ее восточной и западной границами, Европой, Ближним Востоком и Азией с малой круговой задержкой.

**Подводные кабельные системы связи в Евразии.** 1) **Межконтинентальный канал квантовой связи БРИКС** протяженностью 10 тыс. км [91] проложен с 2015 г. по дну Атлантического, Индийского и Тихого океанов через Владивосток, г. Шанью (КНР), г. Ченнаи (Индия), г. Кейптаун (ЮАР) и г. Форталеза (Бразилия) по проекту «**Кабель БРИКС**» с 27.03.2013 протяженностью 34 тыс. км от г. Майями (США) через города Форталеза, Кейптаун, Ченнаи, Сингапур, Шанью до Владивостока. Совместно создается межконтинентальный канал квантовой связи БРИКС университетов от Бразилии, через ЮАР, Индию, Китай до Владивостока для защиты на основе криптографических ключей шифрования. Специалисты РФ разрабатывают оптическое волокно, КНР – спутниковую квантовую связь, Индия – моделирование волоконно-оптической связи, ЮАР – создание волоконно-оптической связи.

2) Первая **трансарктическая кабельная линия связи от Хельсинки до Токио** протяженностью 10 тыс. км с 2019 г. по дну Северного Ледовитого океана вдоль арктического побережья России создается ПАО «МегаФон» и финским оператором Cinia.

3) Трансарктическая магистральная подводная оптоволоконная линия связи «**Полярный экспресс**» протяженностью 12 650 км соединяет **Мурманск и Владивосток** [92], пропускная способность 52-104 Тб/с, прокладка с 2021 г., реализация в 2026 г., подсоединения в пос. Амдерма (Ненецкий АО), пос. Диксон (Красноярский край), пос. Тикси (Республика Саха), г. Певек (Чукотский АО), г. Анадырь (Чукотский АО), г. Петропавловск-Камчатский, г. Южно-Сахалинск, г. Находка. Заказчики – Министерство транспорта РФ, Федеральное агентство морского и речного транспорта и ФГУП «Росморпорт», генподрядчик – АО «Управление перспективных технологий», оператор линии – ФГУП «Морсвязьспутник».

4) **Российско-японская подводная кабельная сеть RJCN** (Russia-Japan Cable Network) протяженностью 1800 км работает с 2008 г. с пропускной способностью 640 Гбит/с, соединена с наземным кабелем Transit Europe Asia (TEA), обеспечивает между Токио и Лондоном задержку 196 мс и передачу данных 10 Гбит/с.

5) Подводная кабельная система **Хоккайдо – Сахалин HSCS** (Hokkaido-Sakhalin Cable System) протяженностью 500 км между г. Исикари (Хоккайдо, Япония) и г. Невельск (Сахалин) работает с 2008 г., построена АО «Компания ТрансТелеКом» (РФ), Nippon Telegraph and Telephone Corp. (Япония) и Nippon Electric Corp. (Япония), пропускная способность 640 Гбит/с., соединена с линией Европа – Россия – Азия ERA.

6) Подводная волоконно-оптическая кабельная система **Италия – Турция – Украина – Россия ITUR** (Italy-Turkey-Ukraine-Russia) по дну Средиземного и Черного морей работает с 1996 г., подсоединения в г. Палермо (Сицилия, Италия), г. Стамбул, г. Одесса и г. Новороссийск. Совладельцы – 36 компаний, основные – Telecom Italia Sparkle, Türk Telekom (Турция), Ukrtelecom (Украина) и ПАО «Ростелеком».

7) Подводная волоконно-оптическая кабельная система **KAFOS** (Karadeniz Fiber Optik Sistemi, Black Sea Fibre Optic System) протяженностью 504 км по дну **Черного моря** с 1997 г. обеспечивает связь Турции, Болгарии и Румынии, подсоединения в г. Стамбул, г. Варна (Болгария) и г. Мангалия (Румыния), скорость передачи данных – 622 Мбит/с.

8) Транстихоокеанская подводная волоконно-оптическая кабельная система **Unity** протяженностью 10 тыс. км между побережьем **США** (Лос-Анджелес) и **Японии** (г. Чикура близ Токио) работает с 2010 г., скорость передачи 7,68 Тбит/с., 6 совладельцев, включая корпорации Google и NEC (Япония).

9) Транстихоокеанская подводная кабельная система связи **FASTER** протяженностью 11 629 км **США – Япония – Тайвань** работает с 2016 г., скорость передачи 60 Тбит/с, в проекте участвуют корпорации Google, KDDI (Япония), SingTel (Сингапур), China Telecom Global, China Mobile International, Global Transit Communications (Малайзия), подсоединения в г. Бандон (штат Орегон, США), г. Чикура (Япония), г. Сима (преф. Миэ, Япония), г. Тамсуи (Нью-Тайбэй, Тайвань).

10) Подводная кабельная система **Юго-Восточная Азия – Япония SJC** (Southeast Asia Japan Cable) протяженностью 8900 км работает с 2013 г., подсоединения в г. Чикура (Япония), р-н Чунхамкок г. Гонконг (КНР), г. Насугбу (провинция Батангас, Филиппины), г. Шаньтоу (провинция Гуандун, КНР), г. Телисай (Бруней), р-н Туас (Сингапур). Собственники: Google, Globe Telecom (Филиппины), KDDI (Япония), Telkom Indonesia, Singtel (Сингапур), China Telecom, China Mobile, TOT (Таиланд), Chunghwa Telecom (Тайвань) и Brunei International Gateway (Бруней). Кабельная система **SJC 2** работает с 2021 г. с участием Facebook Inc.

11) Подводной кабель г. **Аден (Йемен)** – г. **Джибути** (столица и страна в Африке) работает с 1997 г. протяженностью 269 км, по нему проходят транзитные сети в Южную Азию и Европу, инвесторы Djibouti Telecom и TeleYemen, пропускная способность 100 Гбит/с.

#### **Отражение НИОКР глобальной связи в базах данных.**

В Электронном каталоге **БД ВИНТИ РАН** [93], на 14.11.2022, отражен 20 001 документ о НИОКР связи на русском языке, включая 16 820 статей, 1069 выпусков серийных изданий, 997 патентов, 625 книг, 273 автореферата и диссертации,

103 депонированных рукописи, 40 конференций, а также 20 002 документа на английском языке, включая 19 853 статьи, 114 сериальных изданий, 21 конференцию. В **Google Scholar** [94], на 12.11.2022, отражено 1 320 000 документов о НИОКР глобальной связи за 1953-2022 гг., включая 375 000 патентов.

В БД **Scopus** [95] НИОКР глобальной связи, на 01.11.2022, отражены в 1 112 538 документах за 1955-2022 гг., в том числе 140 183 – за 2022, 117 527 – за 2020, 29 766 – за 2010, 3574 – за 2000, 568 – за 1990, 67 – за 1980, 5 – за 1970, 1 – за 1955 г., а также 1 290 235 патентов за 1953-2022 гг. В частности, по странам: 277 559 документов США, 261 918 – КНР, 100 800 – Великобритании, 80 460 – Индии, 69 295 – Германии, 57 286 – Канады, 52 538 – Австралии, 48 825 – Италии, 47 455 – Франции, 42 026 – Испании, 36 566 – Японии, 33 016 – Ю. Кореи, 20 604 – Бразилии, 15 578 – Финляндии, 14 129 – РФ. По языкам: 1 089 821 документ на английском, 13 557 – на китайском, 3282 – на испанском, 1561 – на французском, 1150 – на португальском, 1094 – на немецком, 1018 – на русском языках. По типам документов: 637 403 статьи, 265 366 докладов конференций, 111 182 обзора. По типам источников: 753 532 журнала, 78 311 книга, 228 005 сборников конференций.

По организациям: Национальный фонд естественных наук КНР – 100 442 документа, Национальный научный фонд (США) – 39 023, Национальные институты здоровья (США) – 28 637, Китайская академия наук – 18 702, Национальные ключевые программы НИОКР КНР – 17 112, Министерство образования КНР – 15 221, Фонды фундаментальных исследований Центрального Китая – 14 351, Национальный центр научных исследований (Франция) – 13 730, Европейская комиссия – 12 473, Немецкое научно-исследовательское общество – 11 996, Японское общество содействия науке – 9815, Национальный исследовательский фонд Кореи – 9368, Университет Цинхуа (КНР) – 9277, Совет по естественным наукам и инженерным исследованиям Канады – 8949, Пекинский университет почты и связи – 8795, Европейский исследовательский совет – 8547, Университет Китайской академии наук – 8332, Университет Торонто – 7644, Массачусетский технологический институт – 6651, Национальный совет по научно-техническому развитию (Бразилия) – 6499, Оксфордский университет – 6446, Научный совет Австралии – 5913, Кембриджский университет – 5867, Калифорнийский университет (Сан-Диего) – 5810, Мельбурнский университет – 5756, Министерство энергетики США – 5743, Национальный университет Сингапура – 5634, Китайский университет электроники и технологий – 5628, Стэнфордский университет – 5379, Федеральный институт технологии (Цюрих) – 5329, Федеральное министерство образования и научных исследований



Германии – 5018, Российский фонд фундаментальных исследований – 2279, Российский научный фонд – 1500, Минобрнауки РФ – 936 документов.

Таким образом, глобальные сети связи с участием РФ обеспечивают развитие, сотрудничество и интеграцию стран Большой Евразии по направлениям интеграции и глобализации связи международных экономических, межгосударственных и информационно-технологических организаций. В проекте «Большая Евразия» с участием РФ интегрируются глобальные сети связи, обеспечивающие в Евразии развитие международной экономической интеграции, зон свободной торговли, таможенных союзов, экономических и валютных союзов, торгово-экономических партнерств, согласовываются договоры, стандарты и законодательство.

Развитие сетей электросвязи как информационно-технологической инфраструктуры обеспечивает инновационное развитие и технологическую модернизацию России на трех уровнях информационно-технологической инфраструктуры 1) регионов России, 2) научно-технологического сотрудничества стран БРИКС в научных исследованиях и развитии мобильной связи, 3) инфраструктуры электросвязи России для развития, сотрудничества и интеграции стран Большой Евразии в системе глобальных сетей связи в Евразии. Сопоставимое количество документов о НИОКР глобальных сетей связи отражено в базах данных ВИНТИ РАН, Scopus и Google Scholar.

#### **Список использованной литературы:**

1. Котельников В.А. О пропускной способности «эфира» и проволоки в электросвязи. – М.: Управление связи РККА, 1933. – С. 1–19. – URL: [http://www.vakotelnikov.com/Napravlenie\\_trudov/Sampling\\_teorem/010\\_050\\_o\\_propusknoy\\_sposobnosti\\_efira\\_i\\_provoloiki\\_1933.pdf](http://www.vakotelnikov.com/Napravlenie_trudov/Sampling_teorem/010_050_o_propusknoy_sposobnosti_efira_i_provoloiki_1933.pdf) (дата обращения: 21.04.2022).

2. Росстат представляет оценку ВВП за 2021 г. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/154254#> (дата обращения: 21.04.2022).

3. Операторы набрали абонентов. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5143454> (дата обращения: 21.04.2022).

4. Федеральный закон от 30.12.2021 № 465-ФЗ «О внесении изменений в статьи 46 и 51 Федерального закона «О связи». – URL: <https://rg.ru/2022/01/11/izmeneniya-v-zakon-o-svjazi-dok.html> (дата обращения: 01.05.2022).

5. Анонимные SIM-карты вне закона. – URL: <https://www.comnews.ru/content/217718/2021-12-01/2021-w48/anonimnye-sim-karty-vne-zakona> (дата обращения: 21.04.2022).

6. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_61798/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/) (дата обращения: 01.05.2022).
7. Федеральный закон от 07.07.2003 № 126-ФЗ «О связи». – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/19708> (дата обращения: 01.05.2022).
8. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании». – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102079587> (дата обращения: 01.05.2022).
9. Роскомнадзор. На деятельность по телерадиовещанию. – URL: <https://rkn.gov.ru/mass-communications/license/p156/#1> (дата обращения: 30.04.2022).
10. Роскомнадзор. – URL: <https://rkn.gov.ru/> (дата обращения: 30.04.2022).
11. Wi-Fi Alliance. – URL: <https://www.wi-fi.org/> (дата обращения: 30.04.2022).
12. О координирующих операторах сетей стандарта GSM-900. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901936808> (дата обращения: 30.04.2022).
13. Сотовые операторы России. – URL: <http://indexmain.ru/mobile/ru> (дата обращения: 16.05.2022).
14. «Билайн», МТС, «Мегафон» и «Ростелеком»: кто и сколько заработал в 2020 г. – URL: [https://www.cnews.ru/news/top/2021-04-08\\_bilajnmtsmegafon\\_i](https://www.cnews.ru/news/top/2021-04-08_bilajnmtsmegafon_i) (дата обращения: 24.04.2022).
15. МТС. – URL: <https://balashiha.mts.ru/personal> (дата обращения: 30.04.2022).
16. МегаФон. – URL: <https://moscow.megafon.ru/> (дата обращения: 30.04.2022).
17. Билайн. – URL: <https://odintsovo.beeline.ru/customers/products/> (дата обращения: 30.04.2022).
18. Tele2. – URL: <https://www.tele2.com/> (дата обращения: 30.04.2022).
19. Смартс. – URL: <https://www.smarts.ru/ru/> (дата обращения: 30.04.2022).
20. Совет операторов электросвязи и инфокоммуникаций РСС. – URL: <https://www.rcc.org.ru/o-rss/rabochie-organy-rss/sovet-operatorov-elektrosvyazi-i-infokommunikatsiy-rss/> (дата обращения: 30.04.2022).
21. Pacific Telecommunications Council. – URL: <https://www.ptc.org/> (дата обращения: 30.04.2022).
22. Ростелеком. – URL: [https://www.company.rt.ru/about/international\\_co-operation/](https://www.company.rt.ru/about/international_co-operation/) (дата обращения: 30.04.2022).
23. Национальный координационный центр по компьютерным инцидентам. – URL: <https://cert.gov.ru/> (дата обращения: 30.04.2022).
24. Threat Hunting. – URL: <https://rt-solar.ru/products/jsoc/cert/> (дата обращения: 30.04.2022).

25. Forum of Incident Response and Security Teams, Inc. – URL: <https://www.first.org/> (дата обращения: 30.04.2022).
26. Все операторы сотовой связи в регионе Курская область. – URL: [https://www.spravportal.ru/Services/PhoneCodes/Region/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C](https://www.spravportal.ru/Services/PhoneCodes/Region/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C) (дата обращения: 23.05.2022).
27. Операторы: Республика Дагестан. – URL: <https://www.kodtelefona.ru/regionru72> (дата обращения: 23.05.2022).
28. Операторы: Кемеровская область. – URL: <https://www.kodtelefona.ru/regionru137> (дата обращения: 23.05.2022).
29. Распределение полос радиочастот на территории РФ. – URL: [https://gsm-repiteri.ru/files/2019/12/prilozhenie-2-k-resheniyu-gkrch-\\_16\\_37\\_03.pdf](https://gsm-repiteri.ru/files/2019/12/prilozhenie-2-k-resheniyu-gkrch-_16_37_03.pdf) (дата обращения: 24.04.2022).
30. Самые популярные сайты России и Украины в 2021 г. – URL: <https://ru.weblium.com/blog/samyepopulyarnyesajtyvrossii-iukraine/> (дата обращения: 21.04.2022).
31. Куприянович Л.И. Радиотелефон // Наука и жизнь. – 1957. – № 8. – С. 49.
32. Куприянович Л.И. Устройства вызова и коммутации каналов радиотелефонной связи // База патентов СССР. – URL: <https://patents.su/7-115494-ustrojstva-vyzova-i-kommutacii-kanalov-radiotelefonnoj-svyazi.html> (дата обращения: 24.04.2022).
33. Tele2. – URL: <https://msk.tele2.ru/?pageParams=askForRegion%3Dtrue> (дата обращения: 24.04.2022).
34. Skylink. – URL: <https://new-msk.skylink.ru/?pageParams=askForRegion%3Dtrue> (дата обращения: 24.04.2022).
35. Белова А. Новая инфраструктура становится стимулом для развития экономики. – URL: <https://rg.ru/2020/06/19/novaia-infrastruktura-stanovitsia-stimulom-dlia-razvitiia-ekonomiki.html> (дата обращения: 21.04.2022).
36. Паспорт дорожной карты развития высокотехнологичной области «Мобильные сети связи пятого поколения» на период до 2024 г.». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_384673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_384673/) (дата обращения: 01.05.2022).
37. Паспорт федерального проекта «Цифровые технологии». – URL: [https://files.data-economy.ru/Docs/FP\\_Cifrovyetechnologii\\_pdf](https://files.data-economy.ru/Docs/FP_Cifrovyetechnologii_pdf) (дата обращения: 01.05.2022).
38. Федеральный проект «Информационная инфраструктура». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_319432/327b7598f85cc37043ab8ea68b5d77cec15ebf79/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319432/327b7598f85cc37043ab8ea68b5d77cec15ebf79/) (дата обращения: 01.05.2022).
39. Ростех. – URL: <https://rostec.ru/> (дата обращения: 01.05.2022).

40. 5G в российских городах-миллионниках. – URL: <https://3dnews.ru/1044709/5g-v-rossiyskih-gorodahmillionnikah-poyavyatsya-tolko-cherez-tri-goda> (дата обращения: 01.05.2022).
41. Global System for Mobile Communications. – URL: <https://www.gsma.com/> (дата обращения: 01.05.2022).
42. ITU towards “IMT for 2020 and beyond”. – URL: <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx> (дата обращения: 01.05.2022).
43. Global TD-LTE Initiative. – URL: <https://www.gtigroup.org/> (дата обращения: 01.05.2022).
44. НИИ Радио. – URL: <https://niir.ru/> (дата обращения: 23.04.2022).
45. Skoltech Research – URL: <https://www.skoltech.ru/research/en> (дата обращения: 23.04.2022).
46. Паспорт «Дорожной карты развития высокотехнологичной области «Мобильные сети связи пятого поколения» на период до 2024 г.». – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_384673/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_384673/) (дата обращения: 23.04.2022).
47. О мерах государственной поддержки предприятий радиоэлектронной промышленности. – URL: <http://government.ru/docs/21893/> (дата обращения: 23.04.2022).
48. Стратегия развития электронной промышленности РФ на период до 2030 г. – URL: <http://government.ru/docs/38795/> (дата обращения: 23.04.2022).
49. Государственная программа «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности». – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/837/events/> (дата обращения: 23.04.2022).
50. Борьба патентов за 5G и 6G – Результаты совместного исследования «Ростелекома» и ФИПС. – URL: <https://www1.fips.ru/news/project-office-fips-5g-6g-web/> (дата обращения: 23.04.2022).
51. Tele2. – URL: <https://www.tele2.com/> (дата обращения: 23.04.2022).
52. Google Scholar. – URL: <https://scholar.google.com/> (дата обращения: 15.05.2022).
53. ВИНТИ РАН. – URL: <http://www.viniti.ru/resources-nti/elektronnyj-katalog-ntl> (дата обращения: 15.05.2022).
54. Scopus. – URL: <https://www.scopus.com/> (дата обращения: 20.04.2022).
55. Innovation BRICS Network, iBRICS Network. – URL: <https://anprotec.org.br/site/projetos/ibrics-network/> (дата обращения: 17.08.2022).
56. CyberBRICS – URL: <https://cyberbrics.info/> (дата обращения: 17.08.2022).
57. Belli L. Data Protection in the BRICS Countries: Enhanced Cooperation and Convergence Towards Legal Interoperability. – URL: <https://cyberbrics.info/data-protection-in->

the-brics-countries-enhanced-cooperation-and-convergence-towards-legal-interoperability/ (дата обращения: 17.08.2022).

58. BRICS International Quantum Communications Research Underway. – URL: <https://africanews.space/brics-international-quantum-communications-research-underway/> (дата обращения: 21.08.2022).

59. BRICS International Quantum Communications Project announced by Russia's Rostec State Corporation. – URL: <https://www.insidequantumtechnology.com/news-archive/brics-international-quantum-communications-project-announced-by-russias-rostec-state-corporation/> (дата обращения: 12.08.2022).

60. BRICS joint statistical publication 2021. – P. 132. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/BRICS%20Joint%20Statistical%20Publication\\_2021\(3\).pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/BRICS%20Joint%20Statistical%20Publication_2021(3).pdf) (дата обращения: 15.08.2022).

61. База данных ВИНТИ РАН. – URL: [http://bd.viniti.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=236&Itemid=101](http://bd.viniti.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=236&Itemid=101) (дата обращения: 16.08.2022).

62. Google Scholar. – URL: <https://scholar.google.com/> (дата обращения: 15.05.2022).

63. Scopus. – URL: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> (дата обращения: 16.08.2022).

64. Greater Eurasia – Большая Евразия – URL: <https://gea.site/about/> (дата обращения: 05.11.2022).

65. Eurasian Economic Union. – URL: <http://www.eaeunion.org/?lang=en> (дата обращения: 05.11.2022).

66. BRICS information portal. – URL: <https://infobrics.org/> (дата обращения: 05.11.2022).

67. Интернет-портал СНГ. – URL: <https://e-cis.info/> (дата обращения: 07.11.2022).

68. Информационно-аналитический портал Союзного государства. – URL: <https://soyuz.by/> (дата обращения: 07.11.2022).

69. Shanghai Cooperation Organisation. – URL: <http://rus.sectsco.org/> (дата обращения: 05.11.2022).

70. Организация Договора о коллективной безопасности. – URL: <http://www.odkb-csto.org/> (дата обращения: 05.11.2022).

71. Belt and Road Portal. – URL: <https://eng.yidaiyilu.gov.cn/> (дата обращения: 05.11.2022).

72. ОПЕС. – URL: [https://www.opec.org/opec\\_web/en/](https://www.opec.org/opec_web/en/) (дата обращения: 07.11.2022).

73. The Hansa. – URL: <https://www.hanse.org/en> (дата обращения: 07.11.2022).

74. Free trade agreement between Azerbaijan, Armenia, Belarus, Georgia, Moldova, Kazakhstan, the Russian Federation, Ukraine, Uzbekistan, Tajikistan and the Kyrgyz Republic. – URL: <https://wits.worldbank.org/GPTAD/PDF/archive/CIS.pdf> (дата обращения: 07.11.2022).
75. GAFTA. – URL: <https://www.gafta.com/> (дата обращения: 07.11.2022).
76. BSEC. – URL: <http://www.bsec-organization.org/> (дата обращения: 07.11.2022).
77. АЕС. – URL: <https://arcticeconomiccouncil.com/> (дата обращения: 07.11.2022).
78. Таможенный кодекс ЕАЭС вступил в силу. – URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/01-01-2018-1.aspx> (дата обращения: 11.11.2022).
79. Евразийская патентная организация. – URL: <https://www.eapo.org/ru/> (дата обращения: 07.11.2022).
80. Euro-Asian cooperation of national metrological institutions. – URL: <http://www.coomet.org/> (дата обращения: 09.11.2022).
81. APLMF. – URL: <https://www.aplmf.org/> (дата обращения: 09.11.2022).
82. APLAC. – URL: <https://www.aplac.org/> (дата обращения: 09.11.2022).
83. OIML. – URL: <https://www.oiml.org/en> (дата обращения: 09.11.2022).
84. ISO/IEC 11801-1:2017 Information technology – Generic cabling. – URL: <https://www.iso.org/ru/standard/66182.%20html> (дата обращения: 11.11.2022).
85. CENELEC - EN 50173-1 Information technology - Generic cabling systems – Part 1: General requirements. – URL: <https://standards.globalspec.com/std/10393136/EN%2050173-1> (дата обращения: 11.11.2022).
86. Construction Products Regulation. – URL: [https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/%20construction-products-regulation-cpr\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/construction/%20construction-products-regulation-cpr_en) (дата обращения: 11.11.2022).
87. TIA-568-C. – URL: <https://innovave.com/wp-content/uploads/2016/01/TIA-568-C.0.pdf> (дата обращения: 11.11.2022).
88. ГОСТ Р 53245-2008. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200071894> (дата обращения: 14.11.2022).
89. ГОСТ Р 58241-2018. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200160848> (дата обращения: 14.11.2022).
90. Магистральная сеть связи ПАО «Ростелеком» – URL: <https://www.company.rt.ru/about/net/magistr/> (дата обращения: 12.11.2022).
91. BRICS International Quantum Communications Research Underway. – URL: <https://africanews.space/brics-international-quantum-communications-research-underway/> (дата обращения: 21.08.2022).

92. «Полярный экспресс». – URL: <https://xn--e1ahdckegffejda6k5a1a.xn--p1ai/> (дата обращения: 10.11.2022).

93. База данных ВИНТИ РАН. – URL: [http://bd.viniti.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&%20id=236&Itemid=101](http://bd.viniti.ru/index.php?option=com_content&task=view&%20id=236&Itemid=101) (дата обращения: 14.11.2022).

94. Google Scholar. – URL: <https://scholar.google.com/> (дата обращения: 13.11.2022).

95. Scopus. – URL: <https://www.elsevier.com/solutions/scopus> (дата обращения: 01.11.2022).