

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СВЯЗИ В РЕСПУБЛИКЕ АНГОЛА

Т. М. Нзинга, А. Е. Кучерявый*

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

*Адрес для переписки: akouch@mail.ru

Аннотация—Предмет исследования. Статья посвящена анализу развития сетей связи в Республике Ангола и перспективам их развития. **Метод.** Системный анализ. **Основные результаты.** Определение перспективных направлений исследований в области развития сетей связи в условиях их создания в малонаселенных и труднодоступных районах. **Практическая значимость.** Результаты статьи могут быть использованы при модернизации сети связи Республики Ангола.

Ключевые слова—сети связи, труднодоступные и малонаселенные районы, наземно-спутниковые сети связи, сети связи пятого и последующих поколений.

Информация о статье

УДК 621.395

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 18.11.2020, принята к печати 23.12.2020.

Ссылка для цитирования: Нзинга Т. М., Кучерявый А. Е. Перспективы развития сетей связи в Республике Ангола // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. Том 8. № 4. С. 1–9. DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-4-1-9.

THE DEVELOPMENT OF TELECOMMUNICATION NETWORKS IN ANGOLA REPUBLIC

T. Nzinga, A. Koucheryavy*

The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications,
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

*Corresponding author: akouch@mail.ru

Abstract—Research subject. The article is devoted to the analysis of the development of telecommunication networks in the Republic of Angola and the prospects for their development. **Method.** System analysis. **Core results.** Determination of promising areas of research in the development of communication networks in terms of their creation in sparsely populated and hard-to-reach areas. **Practical relevance.** The results of the article can be used to modernize the telecommunication network of the Republic of Angola.

Keywords—telecommunication networks, hard-to-reach and sparsely populated areas, space-terrestrial telecommunication networks, telecommunication networks of the fifth and next generations.

Article info

Article in Russian.

Received 18.11.2020, accepted 23.12.2020.

For citation: Nzinga T., Koucheryavy A.: The Development of Telecommunication Networks in Angola Republic // Telecom IT. 2020. Vol. 8. Iss. 4. pp. 1–9 (in Russian). DOI 10.31854/2307-1303-2020-8-4-1-9.

Введение

Республика Ангола – государство в юго-западной Африке, которое граничит с Намибией на юге, Демократической Республикой Конго на северо-востоке и севере, Замбией на востоке, а также Республикой Конго. Территория страны состоит из 18 провинций. Западное побережье Анголы омывается водами Атлантического океана. Площадь страны 1246,7 км². Территория Анголы делится на 3 условных региона: большое внутреннее плато, переходная зона и прибрежная равнина. Две трети территории занимает Ангольское плато, которое расположено на востоке страны¹.

Население Анголы на 2020 год оценивается в 32 522 339 человек. Как следствие длительной гражданской войны основная часть населения сконцентрирована в прибрежных зонах и городах².

Городское население составляет 66,8 %, а сельское население – 33,2 %³.

Наиболее крупно населенными городами являются: Луанда (столица Анголы) 8,330 миллионов, Лубанго 828,000 тысяч и Кабинда 778,000 тысяч⁴.

В настоящее время развитие отрасли связи в Республике Ангола имеет высокую степень покрытия сетями связи в крупных городах, что связано с недостаточной инвестиционной привлекательностью строительства объектов связи в отдаленных районах, для которых характерны территории труднодоступные, обширные территориально и с низкой плотностью населения. Операторы мобильной, фиксированной, спутниковой связи развивают сети нового поколения в крупных городах из-за большой потенциально прибыльной клиентской базы и уделяют мало внимания менее населенным отдаленным районам из-за невозвратных инвестиций. Ситуация усугубляется дороговизной строительства сетей связи и отсутствием транспортной и энергетической инфраструктуры в отдаленных районах⁵.

¹ Instituto Nacional de Estatística, Projeção da População 2015-2050 – INE 2020, Accessed 10-September-2020. [Online]. Available: <https://www.ine.gov.ao/publicacoes/31-populacao-e-sociedade/324-projeccao-da-populacao-2015-2050>

² Там же.

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ Governo de Angola, Plano nacional de desenvolvimento 2018–2022 VOL.1, Abril 2018, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjct525hortAhWbXRUIHcuhAfgQFjACegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ucm.minfin.gov.ao%2Fcs%2Fgroups%2Fpublic%2Fdocuments%2Fdocument%2Fzmlu%2Fmdmz%2F~edisp%2Fminfin033826.pdf&usq=AOvVaw0SI6_e8GRmQoNaogtkmuEC

Все это требует разработки новых научно-обоснованных решений по развитию сетей связи в Республике Ангола.

Существующие сети связи в Республике Ангола и их основные характеристики (фиксированные, мобильные, спутниковые)

В настоящее время в Анголе существуют различные компании, предоставляющие услуги связи. Развитие телекоммуникаций является одним из приоритетных направлений развития Анголы в целом.

Фиксированная сеть

В Анголе в соответствии со статистическими данными INACOM (Институт связи Анголы) в 2019 году ANGOLA TELECOM занимала 40 % рынка фиксированной телефонной связи, MS TELECOM – 28 %, TV CABO – 31 % и STARTEL – 1 % (рис. 1)⁶.

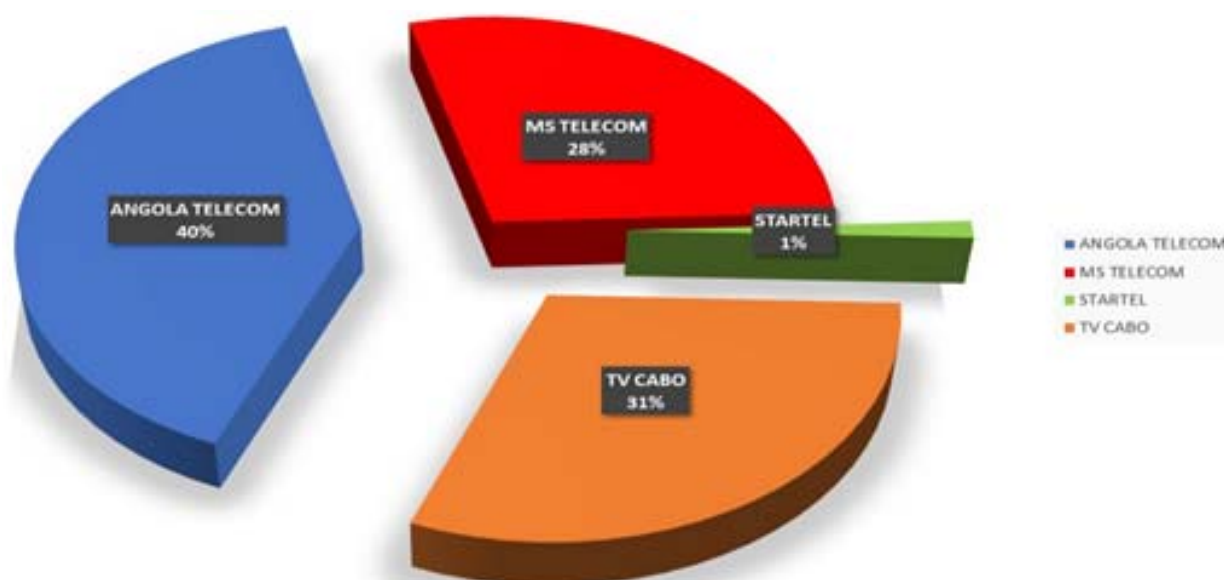


Рис. 1. Фиксированная связь в Республике Ангола

На рис. 2 показано число абонентов фиксированной телефонной связи⁷, а также проникновение фиксированной сети на 100 жителей за последние пять лет. Как видим, и без того небольшое число пользователей фиксированной связи имеет тенденцию к дальнейшему уменьшению, не успевая даже за ростом численности населения.

⁶ Rede Fixa: Número de subscritores telefonia fixa e Penetração fica por 100 Habitantes, INACOM 2020, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: <https://inacom.gov.ao/ao/rede-fixa/>

⁷ Там же.

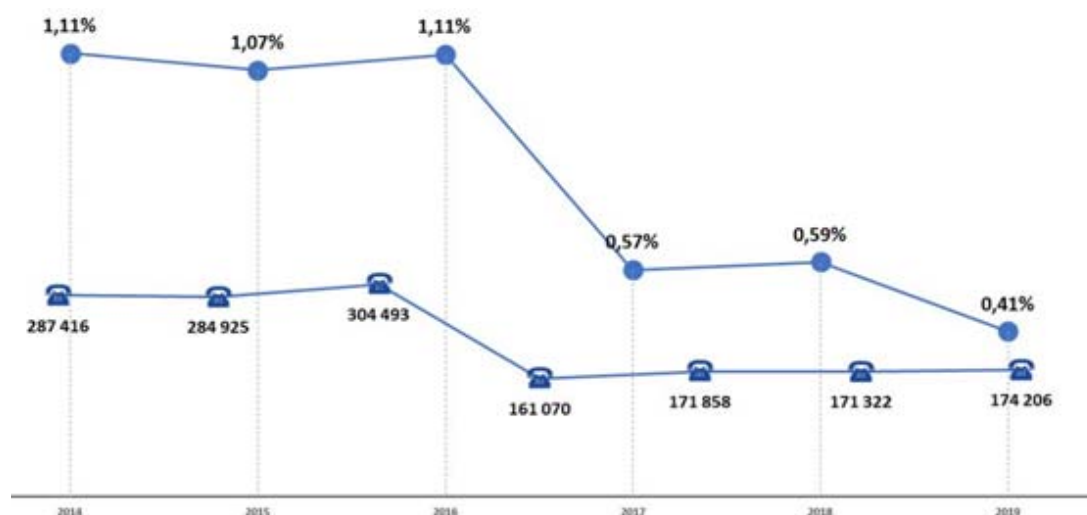


Рис. 2. Число пользователей фиксированной телефонной связи и проникновение на 100 жителей в Республике Ангола

Мобильная сеть

Несмотря на то, что существует 4 мобильных оператора (*Unitel, Movicel, Angola Telecom*) и новый оператор Africell (начало предоставления услуг в 2021 г.), на рынке доминирующие позиции занимают 86 % Unitel и 14 % Movicel (рис. 3)⁸.

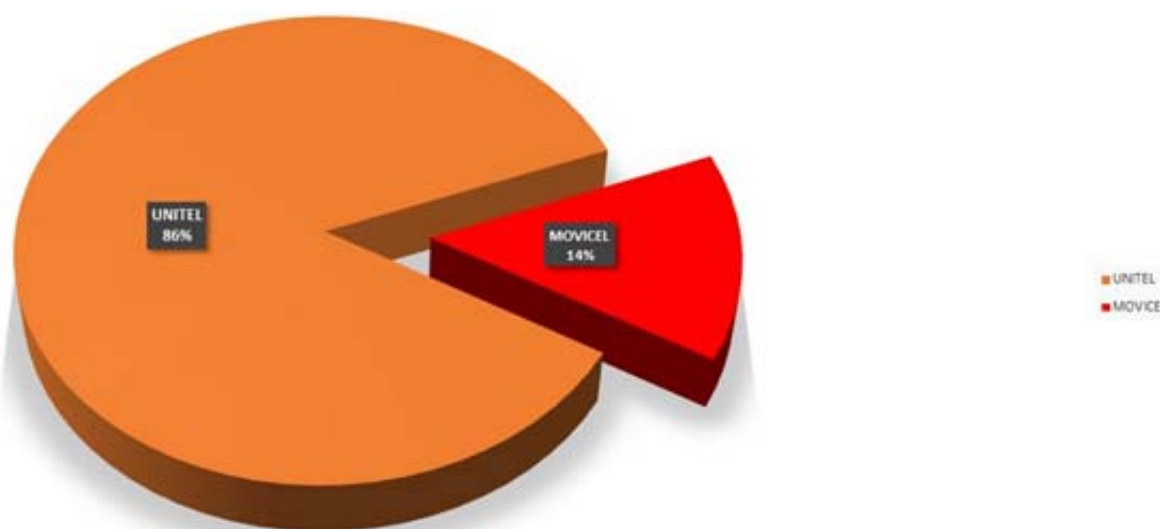


Рис. 3. Мобильная связь в Республике Ангола

На рис. 4 приведено число пользователей мобильной связи в Республике Ангола с момента создания сетей мобильной связи. Как видим, наблюдается устойчивая тенденция к росту числа пользователей мобильной связи⁹.

⁸ Móvel celular: Evolução do número de subscritor móvel celular, INACOM 2020, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: <https://inacom.gov.ao/ao/movel-celular/>

⁹ Там же.

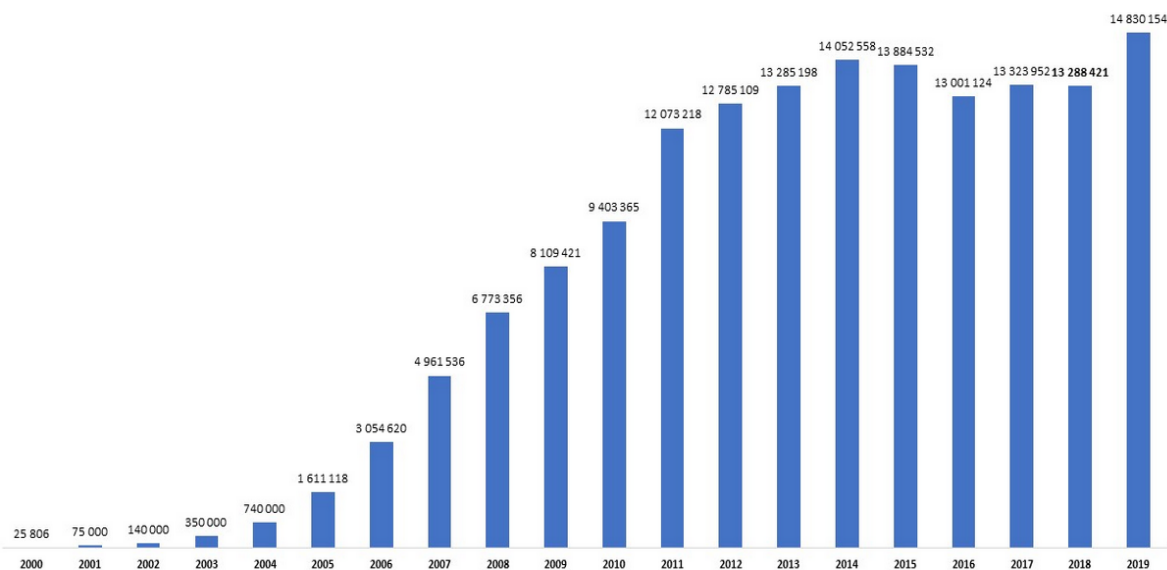


Рис. 4. Число пользователей мобильной связи в Республике Ангола

По данным Ангольского института связи число пользователей услугами Интернета также выросло по сравнению с прошлыми годами (рис. 5)¹⁰.

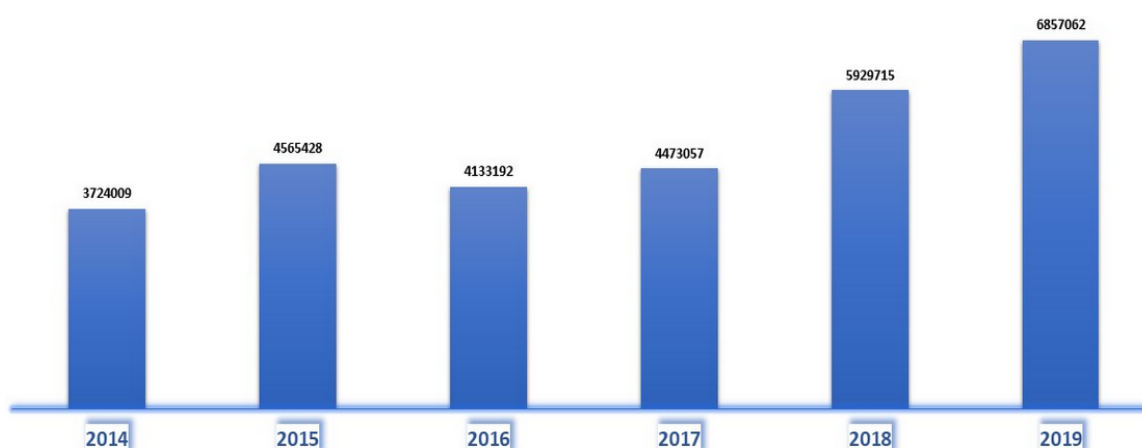


Рис. 5. Число пользователей услугами Интернета в Республике Ангола

Спутниковая связь

Существует несколько компаний, предоставляющих услуги спутниковой связи в Анголе: Infrasat, Multitel, ITA. Все они используют зарубежные спутники связи. После неудачного запуска первого ангольского спутника ANGOSAT1 (геостационарный) в 2017 году запуск нового спутника ANGOSAT2 (геостационарный) планируется в 2022 году.

С появлением собственного спутника Ангола надеется на развитие спутниковой связи, в том числе в труднодоступных районах и удешевление услуг.

На данный момент компании предоставляют услуги передачи данных и телевидение. В соответствии со статистическими данными Ангольского института

¹⁰ Internet: Evolução do número de subscritores de Internet, INACOM 2020, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: <https://inacom.gov.ao/ao/internet/>

связи в 2018 году в Анголе было 1,8 миллиона пользователей спутникового телевидения. Число пользователей за последние годы сокращается из-за больших расходов на этот вид связи.

В соответствии с национальным планом развития на 2018–2022 годы правительство Анголы намерено содействовать социально-экономическому развитию на национальном уровне с целью улучшения доступа людей к товарам и услугам первой необходимости. Из-за исторического прошлого распределение населения неравномерно, поэтому в крупнейших городах доступ к товарам и услугам первой необходимости лучше, чем в отдаленных районах. Обеспечение доступа к средствам связи в отдаленных районах может послужить стимулом для выполнения национального плана развития.

Строительство спутниковой сети стало альтернативным вариантом во многих странах для обеспечения связи в отдаленных районах. После неудачного запуска первого ангольского спутника ANGOSAT1 (геостационарный) в 2017 году с запуском нового спутника ANGOSAT2 (геостационарный) в 2022 году правительство Анголы намерено обеспечить расширение доступа к Интернету в сельских районах во всех уголках страны¹¹. Недавно также был запущен национальный план роуминга для обеспечения покрытия территорий страны, для которых отсутствуют возможности предоставления услуг связи¹². Этот план связан с проектом совместного использования инфраструктуры, который позволит гражданам, имеющим подключение к сети определенного оператора, общаться в районах, где нет покрытия их оператором, с помощью другого оператора¹³.

Новые технологии телекоммуникаций и выбор направления исследований

В последние годы основными направлениями развития новых технологий телекоммуникаций принято считать технологии сетей связи пятого и последующих поколений [1, 2, 3]. При этом новые сети характеризуются высокой плотностью [4, 5], ультрамалыми задержками [6, 7], сверхвысокой надежностью [8]. Достижение сетью таких характеристик позволяет предоставить пользователям целый ряд новых услуг, таких как услуги Интернета Вещей [9, 10], Тактильного Интернета [11, 12], виртуальной и дополненной реальности [13, 14] и т. д. Поскольку требования к сетям в части задержек существенно усложняются, для их обеспечения требуется интеграция ресурсов различных сетей. Примером такой интеграции является новое направление в развитии спутниковых сетей, а именно: создание наземно-спутниковых сетей [15, 16], в которых для обеспечения услугами связи, в том числе и новейшими, используются ресурсы не только спутников, но и низко летящих объектов на высотах 100 метров и менее. Речь идет о беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), использованием которых могут предоставляться разнообразные услуги связи [17, 18]. Следует отметить,

¹¹ Gabinete de Gestão do Programa Espacial Nacional, O Projeto Angosat, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: <https://www.ggpen.gov.ao/Projectos.php>

¹² Governo de Angola, Roaming estende telefonia móvel as zonas cinzentas, 30-July-2020, Accessed 17-November-2020. [Online]. Available: <https://governo.gov.ao/ao/noticias/roaming-estende-telefonia-movel-as-zonas-cinzentas/>

¹³ Там же.

что при использовании наземно-спутниковых сетей для труднодоступных и малонаселенных районов могут рассматриваться и варианты организации сетей, толерантных к задержкам DTN (*Delay Tolerant Networks*) [19], в которых услуги связи могут предоставляться по расписанию, например, в моменты нахождения БПЛА над труднодоступным поселением.

Как уже выше отмечалось, для Республики Ангола важнейшим направлением является обеспечение услугами связи, в том числе и самыми современными, пользователей в труднодоступных и малонаселенных районах, на которых может отсутствовать в ряде случаев и гарантированное электроснабжение.

Исходя из проведенного анализа, новые направления исследований, в том числе для Республики Ангола, можно определить следующим образом:

- разработка и исследование архитектуры и характеристик наземно-спутниковых сетей для труднодоступных и малонаселенных районов, в том числе для поселений, в которых отсутствует гарантированное энергоснабжение;
- разработка и исследование системных решений по использованию беспилотных летательных аппаратов для обеспечения услугами связи труднодоступных и малонаселенных районов в составе наземно-спутниковых сетей связи, в том числе для создания сетей, толерантных к задержкам;
- разработка близких к оптимальным решения для маршрутизации беспилотных летательных аппаратов и расписания в условиях использования принципов построения сетей, толерантных к задержкам.

Выводы

1. Анализ развития сетей связи в Республике Ангола показывает, что наиболее сложной проблемой является удовлетворение спроса на традиционные и новые услуги связи в труднодоступных и малонаселенных районах. Кроме того, в ряде поселений отсутствует гарантированное электроснабжение.

2. Для решения указанной задачи с учетом возможностей новых технологий предлагается использовать наземно-спутниковые сети связи, включающие в себя, в том числе, и беспилотные летательные аппараты, функционирующие на малых высотах.

3. Для эффективного использования возможностей БПЛА для обеспечения услугами связи пользователей в труднодоступных и малонаселенных районах целесообразна разработка близких к оптимальным решениям для маршрутизации беспилотных летательных аппаратов и расписания предоставления услуг в условиях использования принципов построения сетей, толерантных к задержкам.

Литература

1. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В., Маколкина М. А., Выборнова А. И., Пирмагомедов Р. Я. Перспективы научных исследований в области сетей связи на 2017–2020 годы // Информационные технологии и телекоммуникации. 2016. № 3. С. 1–14.
2. Кучерявый А. Е., Киричек Р. В., Маколкина М. А., Пармонов А. И., Дунайцев Р. А., Пирмагомедов Р. Я., Бородин А. С., Владыко А. Г., Мутханна А. С. А., Выборнова А. И., Владимиров С. С., Гришин И. В. Новые перспективы научных исследований в области сетей связи на 2021–2024 годы // Информационные технологии и телекоммуникации. 2020. № 3. С. 1–19.
3. Бородин А. С., Кучерявый А. Е. Сети связи пятого поколения как основа цифровой экономики // Электросвязь. 2017. № 5. С. 45–49.

4. Galinina O., Pyattaev A., Andreev S., Dohler M., Koucheryavy Y. 5G Multi-RAT LTE-WiFi Ultra-Dense Small Cells: Performance, Dynamics, Architecture, and Trends // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, March 2015, pp. 1224–1240.
5. Muthanna, A.; Mašek, P.; Hošek, J.; Fajdiak, R.; Hussein, O.; Paramonov, A.; Koucheryavy, A. Analytical Evaluation of D2D Connectivity Potential in 5G Wireless Systems // *Lecture Notes in Computer Science*, 2016, Vol. 9870, pp. 395–403.
6. Кучерявый А. Е. Сети связи с ультрамалыми задержками // *Труды НИИР*. 2019. № 1. С. 69–74.
7. Z. Li, M. Uusitalo, H. Shariatmadari, B. Singh. 5G URLLC: Design Challenges and System Concepts // *15th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)*, October 8–9. Tokyo, Japan, 2018, 6 p.
8. P. Popovski and all. Wireless Access for Ultra-Reliable Low Latency Communications // *IEEE Network*, v.32, issue 2. March–April 2018, pp. 16–23.
9. Кучерявый А. Е., Прокопьев А. В., Кучерявый Е. А. Самоорганизующиеся сети. СПб.: Любавич, 2011. 312 с.
10. Кучерявый А. Е. Интернет Вещей // *Электросвязь*. 2013. № 1. С. 21–24.
11. Кучерявый А. Е., Маколкина М. А., Киричек Р. В. Тактильный Интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками // *Электросвязь*. 2016. № 1. С. 44–46.
12. Атея А. А., Выборнова А. И., Кучерявый А. Е. Многоуровневая облачная архитектура для услуг Тактильного Интернета // *Электросвязь*. 2017. № 2. С. 26–30.
13. Маколкина М. А., Парамонов А. И., Гоголь А. А., Кучерявый А. Е. Распределение ресурсов при предоставлении услуги дополненной реальности // *Электросвязь*. 2018. № 8. С. 23–30.
14. Маколкина М. А., Парамонов А. И., Кучерявый А. Е. Моделирование движения пользователя услуги дополненной реальности // *Электросвязь*. 2019. № 4. С. 32–40.
15. Кучерявый А. Е., Бородин А. С., Киричек Р. В. Сети связи 2030 // *Электросвязь*. 2018. № 11. С. 52–56.
16. Yastrebova A., Kirichek R., Koucheryavy Y., Borodin A., Koucheryavy A. Future Networks 2030: Architecture and Requirements // *The 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (ICUMT)*, November 2018, Moscow. Proceedings, 2018.
17. Кучерявый А. Е., Владыко А. Г., Киричек Р. В., Парамонов А. И., Прокопьев А. В., Богданов И. А., Дорт-Гольц А. А. Летающие сенсорные сети // *Электросвязь*. 2014. № 9. С. 2–5.
18. Футахи А., Парамонов А. И. Беспроводные сенсорные сети с мобильными временными головными узлами // *Электросвязь*. 2016. № 9. С. 48–54.
19. Киричек Р. В., Парамонов А. И. Беспилотный летательный аппарат как система массового обслуживания // *Электросвязь*. 2015. № 7. С. 16–19.

References

1. Koucheryavy A., Vladyko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A., Vybornova A., Pirmagomedov R.: The prospects for research in the field of communications networks on the 2017–2020 years // *Telecom IT*. 2016. Vol. 4. Iss. 3. pp. 1–14 (in Russian).
2. Koucheryavy A., Vladyko A., Kirichek R., Makolkina M., Paramonov A., Vybornova A., Pirmagomedov R.: The prospects for research in the field of communications networks on the 2017–2020 years // *Telecom IT*. 2016. Vol. 4. Iss. 3. pp. 1–14 (in Russian).
3. Borodin A. S., Koucheryavy A. E. Fifth generation networks as a base to the digital economy // *Electrosvyaz'*. 2017. No 5. pp. 45–49.
4. Galinina O., Pyattaev A., Andreev S., Dohler M., Koucheryavy Y. 5G Multi-RAT LTE-WiFi Ultra-Dense Small Cells: Performance, Dynamics, Architecture, and Trends // *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, March 2015, pp. 1224–1240.
5. Muthanna, A.; Mašek, P.; Hošek, J.; Fajdiak, R.; Hussein, O.; Paramonov, A.; Koucheryavy, A. Analytical Evaluation of D2D Connectivity Potential in 5G Wireless Systems // *Lecture Notes in Computer Science*, 2016, Vol. 9870, pp. 395–403.
6. Kucheryavyj A. E. Seti svyazi s ul'tra malymi zaderzhkami // *Trudy NIIR*. 2019. № 1. С. 69–74.
7. Z. Li, M. Uusitalo, H. Shariatmadari, B. Singh. 5G URLLC: Design Challenges and System Concepts // *15th International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)*, October 8–9. Tokyo, Japan, 2018, 6 p.

8. P. Popovski and all. Wireless Access for Ultra-Reliable Low Latency Communications // IEEE Network, v. 32, issue 2. March–April 2018, pp. 16–23.
9. Kucheryavyj A. E., Prokop'ev A. V., Kucheryavyj E. A. Samoorganizuyushchiesya seti. SPb.: Lyubavich, 2011. 312 s.
10. Kucheryavyj A. E. Internet Veshchej // Electrosvyaz'. 2013. No 1. PP. 21–24.
11. Koucheryavy, A., Makolkina, M., Kirichek, R. Tactile Internet. Ultra-Low Latency Networks // Electrosvyaz'. 2016. No. 1. pp. 44–46.
12. Ateya A. A., Vybornova A. I., Koucheryavy A. Eu. Multilevel cloud architecture for tactile internet applications // Electrosvyaz'. 2017. No 2. pp. 26–30.
13. Makolkina M. A., Paramonov A. I., Gogol A. A., Koucheryavy A. Eu. Resources distribution for the augmented reality service provisioning // Electrosvyaz'. 2018. No 8. pp. 23–30.
14. Makolkina M. A., Paramonov A. I., Koucheryavy A. E. Augmented reality service user motion modeling // Electrosvyaz'. 2019. No 4. pp. 32–40.
15. Koucheryavy A. Eu., Borodin A. S., Kirichek R. V. Network 2030 // Electrosvyaz'. 2018. No 11. pp. 52–56.
16. Yastrebova A., Kirichek R., Koucheryavy Y., Borodin A., Koucheryavy A. Future Networks 2030: Architecture and Requirements // The 10th International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems (ICUMT), November 2018, Moscow. Proceedings, 2018.
17. Koucheryavy, A. E., Vladyko, A. G., Kirichek, R. V., Paramonov, A. I., Prokopiev, A. V., Bogdanov, I. A., Dort-Goltz, A. A. Flying Sensor Networks // Electrosvyaz'. 2014. No. 9. pp. 2–5.
18. Futahi A., Paramonov A. I. Wireless sensor networks with temporary mobile head nodes // Electrosvyaz'. 2016. No 9. pp. 48–54.
19. Kirichek R. V., Paramonov A. I. The unmanned aerial vehicles as a queuing system // Electrosvyaz'. 2015. No 7. pp. 16–19.

Нзинга Тимур Мануэль – аспирант Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, timour.manuel@gmail.com

Nzinga Timour – Postgraduate student, The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, timour.manuel@gmail.com

Кучерявый Андрей Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, akouch@mail.ru

Koucheryavy Andrey – Doctor of Engineering Sciences, Full Professor, Head of the Department, The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications, akouch@mail.ru