

где r – протяженность трассы, $r = 13,8$ км, т.е. x – расстояние от точки излучения до минимального просвета на трассе, $x = 2,7$ км, λ – длина волны в см, $\lambda = c/f$, где c – скорость света, $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с, f – частота, $f = 900$ МГц = $9 \cdot 10^8$ Гц, $\lambda \approx 3 \cdot 10^8 / 9 \cdot 10^8 = 0,33$ м = 33 см

$$\Phi_{\min i} \approx 4,89 \text{ м},$$

т.е. данная трасса может обеспечить устойчивую радиосвязь.

Список использованных источников

1. Нефедов, В. И. Основы радиоэлектроники и связи / В.И. Нефедов, А.С. Сигов. – М.: Высш. шк., 2009. – 735 с.

2. Grishko A. K., Kochegarov I. I., Trusov V. A. Multiple factor criteria of controlling the network structure of radio monitoring in partial uncertainty conditions. 2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM). Saint Petersburg, Russia, May 24-26, 2017, pp. 207 – 209. DOI: 10.1109/SCM.2017.7970539.

3. Grishko A., Danilova E., Rybakov I., Lapshin E., Goryachev N. Multicriteria Selection of the Optimal Variant of a Complex System Based on the Interval Analysis of Fuzzy Input Data. 2018 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT), Moscow, Russia, 14-16 March 2018. pp. 1-7. DOI: 10.1109/MWENT.2018.8337237.

Гришко Алексей Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры». E-mail: alexey-grishko@rambler.ru.

Мазанов Артем Михайлович, магистрант кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры». E-mail: alexey-grishko@rambler.ru.

Бекболатов Нурлыбек Асылбекулы, магистрант кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры». E-mail: alexey-grishko@rambler.ru.

Аубакиров Азат Канатович, магистрант кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры». E-mail: alexey-grishko@rambler.ru.

Чан Минь Хай, аспирант кафедры «Конструирование и производство радиоаппаратуры». E-mail: alexey-grishko@rambler.ru.

УДК 519.8; 621.391

ВЛИЯНИЕ 5G В IOT НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКУ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

К.А. Шафеев, А.А. Рыжов

«Пензенский государственный университет», г. Пенза

Ключевые слова: проектирование, 5G, анализ, сети.

Быстрое развитие технологий беспроводной связи существенно повлияло на проектирование и разработку радиоэлектронного оборудования. Среди этих достижений — появление сетей 5G и других передовых технологий, которые изменили наше восприятие и подход к

радиоэлектронному оборудованию. Чтобы пролить свет на влияние 5G и других связанных с ним технологий на проектирование и разработку радиоэлектронного оборудования, нужно подчеркнуть проблемы и возможности, которые они представляют.

Сети 5G, характеризующиеся высокой скоростью, низкой задержкой и широкими возможностями подключения, произвели революцию в сфере беспроводной связи. В результате производители радиоэлектронного оборудования были вынуждены адаптироваться к новым требованиям, что привело к разработке современных компонентов и систем. Сети 5G работают в более высоких диапазонах частот по сравнению со своими предшественниками, что требует разработки новых антенн и радиочастотных компонентов, способных эффективно обрабатывать эти частоты.

Для поддержки растущего числа подключенных устройств сети 5G используется технология “несколько входов, несколько выходов” (англ. *Multiple-Input Multiple-Output, MIMO*), реализация которой привела к необходимости разработки перспективных антенных систем и технологий обработки сигналов в радиоэлектронной аппаратуре. Сети 5G поддерживают нарезку сети (англ. *network slicing*), что позволяет создавать несколько виртуальных сетей в одной физической инфраструктуре. Это привело к необходимости создания более гибкого и программируемого радиоэлектронного оборудования для поддержки разнообразных сетевых требований.

Помимо сетей 5G, на проектирование и разработку радиоэлектронного оборудования оказала влияние концепция «Интернет вещей» (англ. *internet of things, IoT*). Распространение устройств интернет вещей привело к резкому росту спроса на маломощные глобальные сети (англ. *Low-power Wide-area Network*). Это побудило к разработке специализированного радиоэлектронного оборудования, такого как устройства малой мощности *GPS* (англ. *LP-GPS*) и глобальной сети дальнего действия (англ. *Long Range Wide Area Network*), для обслуживания этого уникального производителя из *IoT* приложения.

Влияние 5G и *IoT* создает как проблемы, так и возможности для отрасли радиоэлектронного оборудования:

1. Проблемы:

1.1. Обеспечение обратной совместимости с существующим радиоэлектронным оборудованием при внедрении новых технологий и стандартов является серьезной проблемой.

1.2. Интеграция передовых функций и технологий в радиоэлектронное оборудование увеличивает сложность, что может привести к увеличению производственных затрат и потенциальным проблемам с надежностью.

1.3. Создание стандартизированных протоколов и интерфейсов для плавной интеграции различных технологий имеет решающее значение для роста и успеха отрасли радиоэлектронного оборудования.

2. *Возможности:*

2.1. Появление новых технологий открывает платформу для инноваций и разработки передового радиоэлектронного оборудования, способного удовлетворить разнообразные потребности в области связи.

2.2. Растущий спрос на передовые решения беспроводной связи открывает значительные возможности для роста индустрии радиоэлектронного оборудования.

2.3. Разработка и внедрение новых технологий требуют сотрудничества между различными заинтересованными сторонами, включая научные круги, промышленность и правительство, что способствует междисциплинарным исследованиям и разработкам.

Влияние 5G и *IoT* на проектирование и разработку радиоэлектронного оборудования неоспоримо. Поскольку отрасль продолжает развиваться, крайне важно решать проблемы, возникающие в результате этих достижений, одновременно используя возможности, которые они открывают. Поступая таким образом, производители радиоэлектронного оборудования могут внести свой вклад в создание более связанного, эффективного и интеллектуального мира.

Шафеев Кирилл Андреевич, магистрант каф. «Конструирование и производство радиоаппаратуры», shafeevstudent01@yandex.ru

Рыжов Александр Алексеевич, к.т.н., доцент каф. «Проектирование и технология электронных приборов радиотехники», rgufr@mail.ru.

УДК 621.396.1, 621.331, 681.518.2

ПЕРЕДАЮЩАЯ АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

С.А. Окладов, Е.Ю.Черезова

Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара

Ключевые слова: транспортная электроэнергетика, автоматизация энергообеспечения, передающие комплекты телемеханических систем.

В Самарском государственном университете путей сообщения студентами в рамках курса дисциплин «Теоретические основы автоматики и телемеханики» и «Автоматизация систем электроснабжения» для специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» были разработаны схемы для имитационного моделирования широко используемой на сети ОАО «Российские железные дороги» аппаратуры микроэлектронной системы телемеханики - МСТ- 95. (рис.1 а,б)