

функция. Для обеспечения заданной безотказности в этих случаях применяют методы резервирования.

Данная информация была использована для изменения конструктивно-технологических вариантов и доработки бортовой РЭА, корректировки систем контроля и управления качеством в целом.

УДК 519.8; 621.391

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОТРАСС НАЗЕМНЫХ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

А.К. Гришко, А.М. Мазанов, Н.А. Бекболатов, А.К. Аубакиров,
Чан Минь Хай

Пензенский государственный университет, г. Пенза

Ключевые слова: канал связи, радиотрасса, антенна, рельеф местности.

Радиотрасса – это кратчайшее расстояние между пунктом приема и передачи сигнала. Выделяют два вида трасс: – открытая трасса – трасса, для которой выполняется условие прямой видимости между базовой и абонентской антеннами, и полуоткрытая – трасса, имеющая препятствия для распространения радиоволны. Форма встречаемых препятствий весьма многообразна и в настоящее время пока не создано надежных аналитических методов расчета радиотрасс [1]. При чрезвычайных ситуациях может возникнуть необходимость в организации временных, относительно недорогих каналов связи в удаленных малонаселенных уголках нашей страны [2,3].

Целью работы является моделирование радиотрасс наземных станций и предварительная оценка устойчивости радиосвязи с учетом рельефа местности.

В радиосвязи наибольшее распространение получили метровый, дециметровый, сантиметровый диапазоны длин волн, где максимальная дальность связи (без учета рельефа местности) ограничена прямой видимостью и равна:

$$r_{np} \approx \sqrt{2R}(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

где r_{np} – дальность связи в км, без учета атмосферной рефракции; R – радиус идеальной модели Земли (среднее значение – 6370 км); h_1 и h_2 – высоты подъема антенн.

Рассмотрим влияние рельефа на организацию радиосвязи на примере Лопатинского муниципального района Пензенской области (рисунок 1). Перепад высот в пределах рассматриваемой территории составляет 30–90 м, что осложняет устойчивость радиосвязи в отдельных частях района. Для

расчетов используем имеющуюся в районном центре Лопатино телевышку. Высота подъема (h_1) ненаправленной антенны 40 метров.

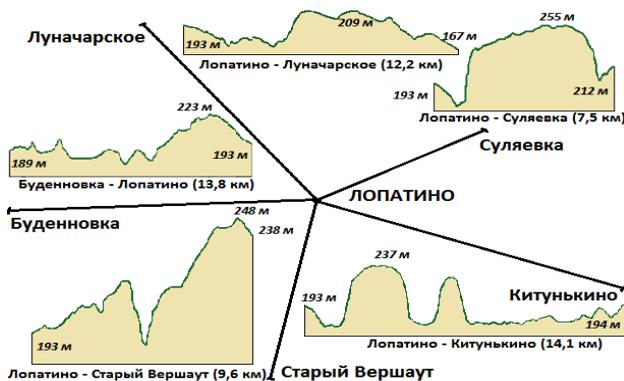


Рисунок 1 – Профили рельефа Лопатинского района

В селах высота подъема антенны приблизительно равна 10-ти метрам, т.е. это высота мачты, которая для своей установки не требует больших затрат и доступна для большинства сельских жителей. Для получения в точке приема напряженности поля такой же, как и в свободном пространстве, необходима некоторая свободная от затенения область пространства, существенная для распространения радиоволн, называемая просветом. Минимальная зона Френеля – зона, отраженные лучи от границ которой до точки приема приходят с разностью хода $\lambda/6$ по сравнению с направлением прямой видимости. Напряженность поля в точке приема при этом будет такой же, как и на трассе в свободном пространстве.

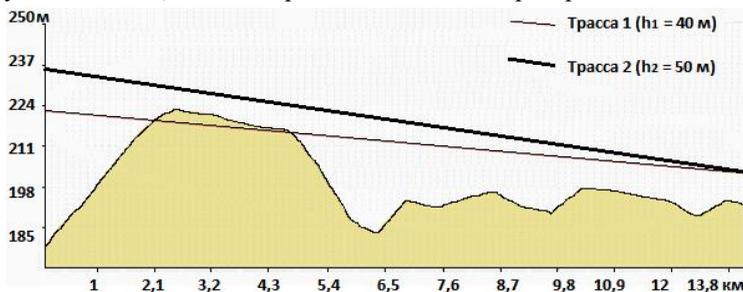


Рисунок 2 – Рельеф трассы Лопатино – Буденновка [выполнено с использованием Link Test Beta <http://www.linktest.ru/>]

Рассчитаем просвет, т.е. минимальную зону Френеля для радиотрассы (рисунок 2) с помощью следующего выражения:

$$\Phi_{\min i} = \sqrt{\frac{1}{3} r \lambda \frac{x}{r} (1 - x/r)},$$

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