

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ СЕТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА

И. В. Филиппченко, А. Ю. Зализко, В. Э. Станкевич
Научно производственный центр, Военная академия Республики Беларусь
Минск, Республика Беларусь
E-mail: turbostok@tut.by

Рассмотрена методика проведения имитационного эксперимента на основе математической модели адаптивной сети широкополосного радиодоступа. Разработанная методика позволяет получить рациональный план распределения информационных потоков и определить оптимальную производительность транспортных узловых элементов с учетом воздействия внешних негативных факторов.

ВВЕДЕНИЕ

Адаптивные сети широкополосного радиодоступа (АСШРД) по сравнению с существующими сетями беспроводного абонентского доступа [1] обладают существенным достоинством – возможностью предоставления услуг абонентам сети с требуемым качеством в условиях воздействия внешних агрессивных (негативных) факторов. Оценить эффект от использования АСШРД возможно с использованием статистических данных об изменении плана распределения нагрузки в сети в зависимости от интенсивности (объема) передаваемых данных АУ. Однако полученная таким образом оценка не может в достаточной степени гарантировать преимущества предлагаемой структуры сети по сравнению с существующими. Кроме того, исследование разработанной и альтернативных сетей связи в реальных условиях должно осуществляться в течение длительного времени с привлечением значительных материальных средств. В этих условиях приемлемым решением является применение имитационного моделирования [2]. Цель имитационного моделирования АСШРД – получить рациональную структуру сети широкополосного радиодоступа (СШРД), которая обеспечивала бы обмен заданных объемов информации между соответствующими АУ с допустимыми временными задержками при определенной вероятности выведения из строя (поражения) элементов сети, зависящей от характера внешнего негативного воздействия (радиоподавления или физического уничтожения). Это достигается за счет применения структурно-параметрической адаптации [3]. Структуру АСШРД в общем целесообразно представить в виде совокупности взаимодействующих узловых элементов (локальных и магистральных) с определенными (оптимальными) техническими характеристиками средств связи, включенных в состав рассматриваемых элементов сети связи [4]. Рациональная структура АСШРД – оптимальное количество узловых элементов (УЭ) с их фактической производительностью (техническими характеристиками) [3]. Для обеспечения информационного об-

мена состав АСШРД может включать основные функциональные узлы [2]:

- абонентские устройства (АУ);
- локальные узлы (ЛУ);
- магистральные узлы (МУ).

В роли ЛУ и МУ рассматриваются подвижные средства широкополосной радио связи с учетом возможности автономного функционирования в течении определенного промежутка времени. В качестве конечных пользователей АСШРД необходимо рассматривать мобильных абонентов, зафиксированных в точках с заранее известными координатами в начальный момент времени проведения моделирования. В качестве конечных пользователей АСШРД необходимо рассматривать мобильных абонентов, зафиксированных в точках с заранее известными координатами в начальный момент времени проведения эксперимента. Для описания СШРД используется математическая модель [4] в классе агрегативных систем, позволяющая за счет объединения функций основных элементов сети получить адаптивную модель представляемой системы связи.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Имитационное моделирование АСШРД осуществляется с использованием методики синтеза адаптивной сети, представленной в [5], в среде Matlab Simulink [6]. Методика синтеза АСШРД позволяет получить рациональный план распределения информационных потоков с использованием методов комбинированной адаптации и определяет оптимальную производительность транспортных узловых элементов с учетом воздействия внешних негативных факторов. Исходные данные имитационного моделирования АСШРД возможно использовать следующие:

- размеры района (участка местности) функционирования АУ;
- количество и начальные координаты размещения АУ;
- технические характеристики АУ;
- максимальное количество выделенных МУ и ЛУ;

- счетное множество средств связи, входящих в состав МУ и ЛУ.

Результатами проведения имитационного моделирования являются:

- оптимальное количество и координаты размещения УЭ;
- оптимальная производительность (технические характеристики) УЭ.

Имитационное моделирование АСШРД производится в два этапа:

- на первом этапе имитационного моделирования осуществляется построение исходной структуры СШРД без учета негативного воздействия при возможности изменения количества АУ;
- на втором этапе имитационного моделирования СШРД исследуется с учетом сложной помеховой обстановки и огневого воздействия противника.

На начальном этапе проведения имитационного эксперимента в интересах обеспечения требуемой статистической точности результатов необходимо определить число его реализаций. При определении числа реализаций эксперимента обычно учитывается вид показателей эффективности согласно предельной теореме теории вероятностей, отраженной в [7], и на основании таблицы в научной работе [8]. Число реализаций рассматриваемого имитационного эксперимента равно 140. Методика проведения имитационного эксперимента следующая:

1. На основании исходных данных об АУ определяются фактическое количество ЛУ и их координаты размещения способом разбиения абонентских устройств [5].
2. Сравнивается значение фактического количества ЛУ с максимальным. Если полученное значение ЛУ не превышает запланированного, то определяется количество и координаты МУ. В противном случае корректируются исходные данные по УЭ СШРД с использованием возможности изменения (выбора наилучших) характеристик оборудования.
3. На основании полученных промежуточных данных об ЛУ определяется количество и координаты МУ.
4. Сравнивается значение фактического количества МУ с максимальным. Если полученное значение МУ не превышает запланированного, то уточняется количественное значение УЭ. В противном случае корректируются исходные данные по УЭ СШРД с использованием возможности изменения (выбора наилучших) характеристик оборудования.
5. С учетом воздействия внешних негативных факторов на транспортную составляющую (связанную совокупность УЭ) уточняется количественное значение УЭ, определяющее подоптимальную структуру СШРД.

Если количество УЭ превышает максимальное, то их характеристики уточняются.

6. Уточняется производительность МУ и строится рациональная структура АСШРД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты имитационного эксперимента на основе агрегативной математической модели АСШРД:

- подтверждают эффективность методики синтеза адаптивной СШРД [5], в которой за счет сокращения ресурсных затрат (выбора оптимальных технических характеристик и количества узловых элементов сети связи) получается максимальная производительность исследуемой системы по суммарному количеству передаваемой информации;
- позволяют получить числовые значения по составу сети широкополосного радиодоступа в целях осуществления построения перспективных высокоскоростных цифровых систем связи в различных звеньях управления с учетом воздействия внешних негативных факторов.

1. Обоснование облика элементов системы вооружения с учетом особенностей сетцентрического подхода: промежуточный отчет о НИР / Воен. акад. Респ. Беларусь; рук. темы С. В. Кругликов. – Минск, 2012. – 152 с.
2. Булойчик, В. М. Военно-прикладные вопросы математического моделирования. Основы теории математического моделирования боя и боевых действий: учеб. пособие / В. М. Булойчик. – Минск: ВА РБ, 2005. – 248 с.
3. Зализко, А. Ю., Филипченко, И. В. Адаптация систем широкополосного абонентского радиодоступа военного назначения / Наука и воен. безопасность, 2013. – № 4. – С. 22–28.
4. Зализко, А. Ю. Математическая модель сети широкополосного радиодоступа военного назначения / материалы 31 ежегодной научно-технич. конф., Минск, 5-6 мая 2014 г. // ОАО «Агат-Систем – упр. компан. холдинга «Системы св. и упр-ия»; редкол.: Л. В. Разина [и др.]. – Минск, 2014. – С. 76–77.
5. Зализко, А. Ю. Теоретический подход к синтезу IP-сети широкополосного беспроводного доступа / Новые математические методы и компьютерные технологии в проектировании, производстве и научных исследованиях: материалы 17 Респуб. научн. конф. студентов и аспирантов, Гомель, 24-26 марта 2014 г. // УО Гомел. гос. ун-т им. Ф.Скорины; редкол.: О. М. Демиденко [и др.]. – Гомель, 2014. – С. 135–136.
6. Дьяконов, В. П. MATLAB 6.5 SP1/7+Simulink 5/6 в математике и моделировании / В. П. Дьяконов. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
7. Денисов, А. А. Теория больших систем управления: учеб. пособие для вузов / А. А. Денисов, Д. Н. Колесников. – Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 288 с.
8. Столлингс, В. Беспроводные линии связи и сети: пер. с англ. / В. Столлингс. – М.: Вильямс, 2003. – 640 с.