

Кострова Т.Г.

*Муромский колледж радиоэлектронного приборостроения
602267 г. Муром, Владимирская обл., ул. Комсомольская, 55**E-mail: kostrovatg@yandex.ru***Обеспечение электромагнитной совместимости при совместной работе РЛС**

При разработке и проектировании информационного поля для наблюдения воздушного пространства и обнаружения объектов, находящихся в зоне ответственности поля, часто используются радиолокационные станции (РЛС), работающие в дежурном режиме. Такие РЛС создают радиолокационное поле и, как правило, работают в общей полосе частот. Сами РЛС могут быть как однотипными, так и различных типов, но в любом случае они не должны создавать друг другу недопустимых помех, т.е. работа всего распределенного комплекса связана с обеспечением электромагнитной совместимости (ЭМС) этих станций [1]. При решении задач ЭМС рассматриваются технические характеристики РЛС, определяющие уровень взаимных помех, с учетом организационных мер по снижению степени воздействия вредных помех на приемные устройства РЛС. К числу организационных мер можно отнести различные законодательные и рекомендательные акты, которые издаются международными и национальными организациями и которым должны удовлетворять технические характеристики РЛС. Типичным примером таких документов могут служить [2,3], которые помогают ослабить воздействие вредных помех, создаваемых нежелательными излучениями передатчиков РЛС при совпадении в пространстве главных лепестков диаграммы направленности антенн (ДНА). Вместе с тем, только организационными мерами всего разнообразия задач ЭМС не решить.

Целью данной работы является разработка критериев и технических мер для обеспечения ЭМС РЛС при их совместной работе для создания радиолокационного поля.

В качестве базовой модели использовалась РЛС обзорного типа, рассчитанная на работу в L-диапазоне с импульсной мощностью 1,2 кВт и дальностью действия 120 км. Для двух однотипных (РЛС-1 и РЛС-2) рассмотрены наиболее вероятные сценарии воздействия помех от РЛС-2 на приемник станции РЛС-1:

- зондирующие импульсы, излучаемые передатчиком РЛС-2, могут воздействовать, как по главному, так и по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны РЛС-1;
- время воздействия помех по боковым лепесткам ДНА может быть продолжительным;
- угол между направлением на цель и на мешающую РЛС может приближаться к нулю;
- расстояние между РЛС-1 и РЛС-2 может быть больше расстояния прямой видимости, поэтому РЛС будут находиться в зоне полутени.

Для анализа использовались упрощения в модели и параметрах взаимодействия РЛС. Так в качестве ширины ДНА Θ_{ant} при анализе ЭМС использовалась средняя ширина ДНА по

уровню минус 10 дБ от максимального уровня, а уровень боковых лепестков принимается постоянным и равным уровню максимального лепестка. Для описания ДНА рассматривается

только азимутальная плоскость $F_{ant}(\alpha, \beta) \equiv F_{ant}(\alpha)$, что дает наихудший случай

взаимодействия антенн. При анализе с учетом атмосферы использовались рекомендации [4].

Проведено исследование влияния асинхронного сканирования антенн, оценены вероятности возникновения типовых ситуаций взаимодействия антенн по главному и боковым лепесткам. Показано, что координационное расстояние в случае взаимодействия по основным направлениям при передаче и приеме большую часть времени (порядка 97...99% от общего времени работы) меньше, чем расстояние прямой видимости между станциями.

Если организовать работу станций на соседних частотах, то получим дополнительное ослабление мешающего сигнала и уменьшение координационного расстояния до границы прямой видимости, кроме режима работы на основных направлениях. При этом коэффициент помехоустойчивости повышается на 12...14 дБ, однако рассогласование принимаемого сигнала с опорным колебанием рабочей РЛС приводит к искажениям формы сигнала.

При решении прямой задачи ЭМС (расчет уровня взаимных помех в различных режимах работы рабочей и мешающей станций) возможность совместной работы РЛС оценивалась по коэффициенту помехоустойчивости, определяемому через отношение сигнал-помеха [5]. Для

решения обратной задачи ЭМС (расчет минимально допустимого рабочего расстояния между РЛС без создания взаимных помех) наиболее вероятные сценарии просчитывались дважды, а затем из полученных результатов выбиралось наибольшее координационное расстояние. Также для оценки ЭМС использовались статистические критерии, например, разработана методика расчета координационного расстояния по параметру вероятности обнаружения помехи.

По результатам расчетов для модели РЛС были сделаны следующие выводы.

1) При создании радиолокационного поля из однотипных РЛС для обеспечения ЭМС целесообразно применять специальные сложные сигналы с расширением спектра за счет использования различных методов кодирования зондирующего сигнала. Длительность зондирующих импульсов и база сигнала остаются для различных РЛС одинаковыми, однако сами сигналы должны обладать свойствами ортогональности или квазиортогональности. В частности, это достигается сменой направления закона ЛЧМ, поимпульсным кодированием фазы сигнала по псевдослучайному закону [6], дополнительным фазовым кодированием ЛЧМ сигнала, поимпульсной сменой фазовой и частотной модуляции и т.д.

2) Для снижения взаимных помех и ослепления по главным лепесткам антенн рабочей и мешающей станций целесообразно использовать бланкирование моментов такой работы, что приведет к потерям времени до 2%.

3) Для снижения вероятности встречи станций по главным лепесткам целесообразно ввести внешнюю синхронизацию режимов обзора и прогнозирование взаимного пространственного положения лучей.

4) Эффективным средством подавления синхронных импульсных помех является вобуляция (несколько дискрет по дальности) периода следования зондирующих импульсов с последующей селекцией временного положения эхо-сигналов [7].

5) Разнос станции по частоте позволяет существенно снизить координационное расстояние, в худшем случае взаимодействия станций по основным направлениям координационное расстояние в 1,3...1,5 раза превышает пределы прямой радиовидимости.

Таким образом, создание поля РЛС требует территориального, частотного, сигнального и других видов планирования, т.е. для обеспечения ЭМС требуется системный подход. Рассмотренная комбинация технических средств снижения взаимных помех, создаваемых РЛС, обладает определенными преимуществами: снижение координационного расстояния не приведет к снижению показателей качества обнаружения РЛС, что важно при организации дежурного режима работы; предложенные меры могут быть реализованы изменением соответствующего программного обеспечения, что не приводит к изменению аппаратной части и к увеличению массогабаритных характеристик РЛС.

Литература

1. Справочник по радиоэлектронным системам: В 2-х томах. Т. 2. / Под ред. Б.Х. Кривицкого. – М.: Энергия, 1979. – 368 с.
2. НОРМЫ 18-07 Радиопередающие устройства гражданского назначения. Требования на допустимые уровни побочных излучений. Методы контроля. // Приложение к решению ГКРЧ от 12.02.2007 № 07-19-07-001.
3. Рекомендация МСЭ-R SM.1541-4 (09/2011). Нежелательные излучения в области внеполосных излучений.
4. Рекомендация МСЭ-R P.530-13 (10/2009). Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости.
5. Сосулин Ю.Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации. – М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.
6. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации / Под ред. проф. В.Б. Пестрякова. – М.: Советское радио, 1973. – 424 с.
7. Патент РФ № 2386978. Устройство отображения информации о целях в импульсной обзорной РЛС с вобуляцией периода следования зондирующих сигналов // Беляков Е.С., Кострова Т.Г., Антуфьев Р.В., Костров В.В. / Класс МПК G 01 S 7/12. Приоритет от 16.06.2008. Оpubл. 20.04.2010. Бюл. №11.

