

Современный подход к формированию сигналов для тестирования приёмных устройств радиолокационных систем с учётом предполагаемой электромагнитной обстановки

Николай Лемешко (nlem83@mail.ru),
Александр Патшин (Aleksandr.Patshin@rohde-schwarz.com)

В статье рассматривается вопрос о формировании комплексных сигналов, предназначенных для тестирования радиолокационных приёмников и включающих полезные и помеховые компоненты, дано представление об имитационной модели электромагнитной обстановки применительно к радиолокационным станциям (РЛС), показана сложность и нестационарность, которые существенно осложняют воспроизведение для целей тестирования. Рассмотрены типовые сценарии изменения электромагнитной обстановки в месте размещения РЛС, а также функциональные возможности программного обеспечения Pulse Sequencer в части создания названных комплексных сигналов с учётом особенностей конкретных практических задач.

Введение

В настоящее время пристальное внимание уделяется обеспечению функциональной безопасности технических средств (ТС) [1, 2]. Безопасность имеет особое значение для устройств специального назначения. В большинстве случаев оценка соответствия установленным требованиям проверяется путём лабораторного тестирования, проводимого в регламентированных для ТС заданных типа условиях. При этом методы проверки соответствия наиболее отработаны и унифицированы по классам для ТС гражданского назначения. Что касается ТС специального назначения, то для них обычно требуется проведение большого объёма специфических испытаний, которые отличаются высокой сложностью, в особенности если речь идёт о крупных радиотехнических системах. Среди них одними из самых распространённых классов являются радиолокационные станции (РЛС).

Как правило, РЛС функционируют совместно с другими ТС, тем или иным образом использующими радиочастотный ресурс. Кроме того, вблизи места размещения обычно находится и другое оборудование, формирующее промышленные радиопомехи. В результате этого в реальных условиях эксплуатации на вход радиолокационного приёмника (РЛП) вместе с полезным сигналом, сформированным путём приёма

отражённых электромагнитных волн от целей, поступают аддитивные помехи. Они могут иметь уровень, достаточный для заметного снижения качества формируемой РЛС координатной информации. В большей части случаев электромагнитная обстановка (ЭМО), в которой функционируют РЛС, является нестационарной, что связано с перемещением излучающих объектов, а в ряде случаев и носителя РЛС. Таким образом, реальные условия функционирования РЛП существенно отличаются от идеализированных, в результате чего при лабораторном тестировании могут быть получены завышенные оценки выходных параметров РЛС.

Практика показала, что при любых подходах к проведению испытаний РЛП необходимо одновременно имитировать:

- угловое перемещение максимума диаграммы направленности в азимутальной и угломестной плоскостях при обзоре пространства;
- наличие эхо-сигналов по крайней мере от одной цели;
- наличие источников помех в форме промышленного радиопомехи и излучений передающих устройств;
- подвижность носителя РЛС, изменяющую угловое положение источников помех и направления прихода эхо-сигналов.

Ещё одной проблемой является тестирование РЛП в совокупности с антенной

радиолокационной станции. Известно [3], что для активных фазированных антенных решёток (АФАР) область дальней зоны, характеризующаяся сформированной диаграммой направленности, начинается на расстоянии, значительно превосходящем линейные размеры антенны. Например, для АФАР с длиной полотна 6 м в сантиметровом диапазоне излучений дальняя зона излучения начинается на расстоянии порядка 5 км от антенны. В то же время соотношение помех и полезных сигналов в радиочастотном тракте РЛП, очевидно, проявляет прямую зависимость от пространственной избирательности антенны. Существующие методы оценки характеристик антенн по излучению ближней зоны всё же не позволяют обойтись без натуральных испытаний. Отсюда следует потребность в проведении полигонных испытаний, которые должны сопровождаться применением передающих устройств, размещаемых на подвижных платформах в целях имитации типовых условий эксплуатации РЛС.

Совокупность практически значимых проблем, сопровождающих тестирование РЛП, привела к необходимости развития подходов, позволяющих обойти их либо минимизировать вместе с материальными и временными затратами на проведение испытаний. Приемлемым решением является снижение объёма полигонных испытаний путём частичной замены на лабораторное тестирование, где источники помех и цели имитируются при помощи векторных генераторов. В рамках настоящей статьи речь пойдёт о векторных генераторах SMW200A компании Rohde&Schwarz, а также о необходимых для формирования таких комплексных сигналов опциях и программном обеспечении.

Имитационная модель ЭМО вблизи РЛС

Тестирование РЛП с учётом реальной ЭМО требует определения характеристик помеховых воздействий. Для это-

го может быть использована имитационная модель (ИМ) ЭМО [4, 5], которая применительно к задаче испытаний РЛП может быть охарактеризована двумя уровнями детальности.

Первый уровень предполагает моделирование целей и нескольких основных источников радиопомех с учётом их расположения относительно предполагаемой точки размещения РЛП. При необходимости учитывается перемещение таких источников в пространстве с течением времени.

Второй уровень моделирования ЭМО предполагает воспроизведение свойств большой совокупности разнородных источников радиоизлучений (ИРИ), не являющихся основными с точки зрения вклада в совокупную мощность радиоизлучения в месте размещения РЛП, но находящихся вблизи неё. Здесь вполне допустимо отказаться от детального воспроизведения свойств ИРИ, в том числе от точной расстановки в пространстве. Если ИРИ характеризуются нестационарными спектрально-энергетическими характеристиками, следует ориентироваться на максимальную энергетику и предельно возможную полосу частот. При этом наиболее упрощённый характер носит имитация ЭМО для существенно удалённых ИРИ, вклад которых в ЭМО по существу состоит в повышении уровня фонового широкополосного шума.

Специфика применения РЛС требует учёта в ИМ ЭМО направленных свойств как собственной антенны, так и антенн сторонних ИРИ. Для оценки интенсивности излучений в месте размещения РЛП используется представление о гарантированных диаграммах направленности (ДН) [6], которые имеют несложное математическое описание и при планировании радиосетей заменяют фактические ДН антенн.

Для средств радиолокации и радиосвязи с направленными антеннами дециметрового и сантиметрового диапазонов могут применяться несколько аппроксимаций ДН. Простейшей из них является прямоугольная аппроксимация, по которой зависимость излучённой ИРИ мощности в заданном направлении определяется уравнением вида:

$$P_p = P_u G_u g_u(\theta), \quad g_u(\theta) = \begin{cases} 1, & 0 \leq |\theta| \leq 0,5\theta_c \\ b^2, & 0,5\theta_c \leq |\theta| \leq \pi, \end{cases} \quad (1)$$

где P_u – излучаемая мощность; G_u – коэффициент направленного действия антенны ИРИ; $g_u(\theta)$ – функция, описы-

вающая ДН излучателя; θ – угол между некоторым направлением и направлением главного луча ДН; θ_c – ширина ДН в соответствующей плоскости сечения на уровне половинной мощности; b^2 – относительный уровень мощности бокового излучения ($b^2 \ll 1$). Следующая формула одновременно определяет связь между G_u , b^2 и θ_c для антенн с достаточно узкой («игольчатой») формой главного лепестка (значение θ_c выражено в радианах, G_u – в абсолютных единицах):

$$G_u \cong \frac{16}{\theta_c^2 (1 + 16b^2 / \theta_c^2)}. \quad (2)$$

Более сложной является предложенная в [7] аппроксимация диаграмм направленности узконаправленных антенн:

$$g_u(\theta) = \begin{cases} \exp(-2,78|\theta|/\theta_c), & |\theta| \leq \theta_c \\ 0,0625 / (|\theta|/\theta_c)^\mu, & \theta_c < |\theta| \leq \pi, \end{cases} \quad (3)$$

где $\mu = 1...2$ – коэффициент, зависящий от степени влияния посторонних предметов на форму ДН. Большое количество объектов вблизи места размещения источника радиоизлучений соответствует более высокому уровню боковых лепестков ДН.

Аппроксимации (1) и (3) определяют средний уровень мощности бокового излучения. Если же требуется учесть статистический характер бокового излучения, то мощность излучения может рассматриваться как случайная величина, распределённая по логарифмически нормальному закону относительно среднего значения $m_b = 20 \lg(b)$ с дисперсией порядка 3...7 дБ [7].

Важный способ оптимизации ИМ ЭМО связан с фактором энергодоступности ИРИ для конкретного вида приёмных устройств. Из совокупности всех имеющихся ИРИ изымаются те, для которых мощность сигналов в точке приёма не превышает заданного порогового уровня, частота излучаемых сигналов не попадает в заданные диапазоны или удаление от точки измерений более некоторого расстояния. При расчёте уровня мощности радиопомех на входе приёмника используется известное соотношение радиосвязи:

$$P_c = \frac{P_u G_u g_u(\theta) G_n g_n(\varphi) \lambda_u^2}{(4\pi R)^2} \eta \exp(-\alpha_s R), \quad (4)$$

где, в дополнение к ранее введённым обозначениям, G_n – коэффициент направленного действия приёмной антенны; $g_n(\varphi)$ – нормированная функция ДН антенны приёмника; φ –

угол между направлением ориентации максимума ДН приёмной антенны и направлением на ИРИ; λ_n – средняя длина волны излучаемого радиосигнала; η – коэффициент потерь при рассогласовании излучаемого сигнала и приёмного тракта по поляризации и другим характеристикам (обычно $\eta < 0,5$); R – расстояние от излучателя до приёмной антенны. Экспоненциальный множитель определяет затухание электромагнитных волн в атмосфере [8] с коэффициентом α_s , зависящим от диапазона частот. Соотношение (4) справедливо для условий распространения радиоволн в свободном пространстве без учёта отражения от подстилающей поверхности и интерференции прямого и отражённого радиоизлучения. Для учёта этих и более тонких эффектов функции $g_u(\theta)$ и $g_n(\varphi)$ могут быть дополнены интерференционными множителями.

В соответствии с формулой (4), при эффективной изотропной излучаемой мощности $\mathcal{E} = P_u G_u g_u \eta(\theta)$, равной 1 кВт, на частоте 3 ГГц (длина волны 10 см) и при пренебрежении затуханием мощность помехи на входе приёмника, снабжённого изотропной антенной, составит –79 дБм, если расстояние до ИРИ равно 50 км. Для РЛП, снабжённого антенной с коэффициентом направленного действия $G_n = 30$ дБ, уровень помехи на выходе составит –49 дБм, если ИРИ находится в главном лепестке диаграммы направленности и излучение согласовано по поляризации.

В сантиметровом диапазоне длин волн дифракционные эффекты выражены слабо, и в основном излучение распространяется прямолинейно. Расчёт дальности радиогоризонта, определяющей условия приёма прямого (без отражений и переотражений) излучения, определяется по формуле:

$$R_s [км] = 4,12 (\sqrt{h_u [м]} + \sqrt{h_n [м]}), \quad (5)$$

где h_u и h_n – высота подъёма антенны ИРИ и антенны РЛС. Тогда для отказа от учёта радиоизлучения конкретного ИРИ необходимо оценить выполнение условия $R \geq \min(R_s, R_3)$, где R_3 – максимальная дальность энергетической доступности, определяемая из (4) для минимального порогового значения мощности $P_c = P_{cmin}$ следующим образом:

$$R_3 = \sqrt{\frac{P_u G_u G_n \lambda_u^2 \eta}{16\pi^2 P_{cmin}}}. \quad (6)$$

Поскольку РЛП обычно имеют высокую чувствительность, то учиты-

вать ИРИ необходимо на значительном удалении от места базирования. Следовательно, критерий энергетической доступности даст значительное расстояние учёта излучений передатчиков. Перемещение носителя РЛС на значительные расстояния и цикличность работы ИРИ может приводить к изменению совокупности учитываемых источников сторонних радиоизлучений, что несколько усложняет модель и её использование. При строгом подходе необходимо учитывать поляризационную избирательность антенны РЛС и многие другие факторы [9].

Для имитации целей необходимо оценивать мощность отражённых сигналов, а также доплеровский сдвиг частот, обусловленный радиальной составляющей скорости их движения. Для этого используется основная формула радиолокации, которая без учёта потерь в тракте и поглощения излучения в среде распространения имеет следующий вид:

$$P_n = \frac{P_u G^2 S_s \lambda^2}{(4\pi)^3 R^4}, \quad (7)$$

где P_u , P_n – мощность на выходе передатчика и входе приёмника, R – расстояние до цели, λ – длина волны, S_s – эффективная площадь поверхности цели, G – коэффициент усиления антенны на приём и передачу. Возвращаясь к рассмотренному ранее расчётному примеру, можно получить, что для той же частоты при $R = 50$ км, $G = 20$ дБ и $S_s = 1$ м² уровень сигнала на входе приёмного устройства составит порядка –131 дБм. Таким образом, мощность сформированного целями отражённого излучения окажется на порядок ниже, чем помех от ИРИ, и прямая обработка сигналов при наличии столь интенсивных помех станет невозможной. Но в радиоэлектронике разработаны и успешно применяются специальные методы [10], которые позволяют повысить отношение сигнал/шум до достаточных значений. Применительно к РЛС это согласованная фильтрация, корреляционная обработка и другие способы, в которых недостаточность энергетики компенсируется наличием априорной информации о сигнале. Важнейшим фактором снижения помех от ИРИ является пространственная избирательность антенн РЛС.

Как следует из изложенного, в рамках подготовки к тестированию необ-

ходимо установить наиболее значимые источники радиоизлучений, их размещение и подвижность относительно точки базирования РЛП. Источники сторонних радиоизлучений размещаются на подвижных и неподвижных носителях, имеют принципиальные отличия по назначению, принципам функционирования и типам используемых сигналов. Однако для каждого случая могут быть выделены типовые сценарии изменения ЭМО.

Типовые сценарии изменения ЭМО в месте размещения РЛП

Для РЛС военного назначения могут быть выделены примеры следующих сценариев:

1. Совместное функционирование РЛС и средств спутниковой радиосвязи. Пространственное разнесение может быть минимальным, а частотное определяется действующими планами использования радиочастотного ресурса. В некоторых случаях функционирование таких радиосистем разносится по времени за счёт использования рационально построенных циклограмм. ЭМО в целом стационарна за исключением изменений, вызванных сканированием пространства.

2. РЛС работает одновременно с аналогичными системами радиолокации, удалёнными на расстояние, превышающее нормативное значение. Частотное разнесение может отсутствовать вовсе или быть минимальным, в особенности для широкополосных РЛС. ЭМО будет в целом стационарной, она характеризуется сильными, согласованными по спектру помехами в секторе прямой видимости другой РЛС, а также возможностью приёма излучения от целей, сформированного зондированием со стороны другой РЛС, что будет восприниматься как мешающий сигнал. Имеется сектор, в котором запрещены излучение и приём.

3. РЛС функционирует совместно со средствами радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Частотное и пространственное разнесения обычно оптимизированы для исключения существенного воздействия на РЛП. Средства РЭБ характеризуются широкой полосой частот и высокой мощностью электромагнитного излучения, а также адаптивностью и оптимизацией спектрального распределения энергии при изменении задач применения. ЭМО отличается высокой нестационарностью, РЛС имеет сектор запрета приёма во избежание

перегрузки РЛП. Возможно снижение чувствительности и, соответственно, предельных дальностей обнаружения и сопровождения целей за счёт формирования внеполосных излучений средствами РЭБ.

4. На РЛС воздействуют имитационные помехи. Современный уровень развития радиоэлектроники позволяет записать сигнал, полученный из эфира, и применительно к радиолокации сформировать мешающее электромагнитное излучение со специальной структурой, которое воспринимается РЛС как групповая цель, включающая множество объектов с разными дальностями и скоростями. Стационарность ЭМО не определена, но она характеризуется наличием сектора, в котором блокируется получение информации о координатах и радиальных скоростях целей. В настоящее время существуют специальные алгоритмы [10], позволяющие осуществлять относительно эффективную селекцию таких помех за счёт сопоставления меток дальности и скорости.

Во всех рассмотренных случаях носитель РЛС может быть подвижным, что придаёт ЭМО дополнительную нестационарность. Из рассмотренного подхода к моделированию и приведённого описания типовой ЭМО следует необходимость учёта большого количества разнородных явлений при испытаниях РЛП, часть из которых, как это отмечалось ранее, трудно поддаётся приборной имитации даже в условиях достаточности информации. Использование типовых радиосигналов и принципов их индивидуального формирования не рационально, поскольку потребует создания сложных, дорогостоящих и, главное, плохо скоординированных с логикой реализации сценария изменений ЭМО комплексов для формирования испытательных сигналов, в составе которых должны использоваться генераторы в необходимом количестве. В этих условиях использование программного управления становится объективной необходимостью, но не решает проблему в широком понимании и существенно усложняет этап подготовки к испытаниям. Поэтому при использовании векторных генераторов R&S SMW200A применяется специальное программное обеспечение (ПО) Pulse Sequencer, предназначенное для формирования комплексных радиосигналов, в том числе для обеспечения тестирования РЛП.

Функциональные возможности ПО Pulse Sequencer

Работа с ПО Pulse Sequencer проводится на стадии подготовки к проведению испытаний РЛП и включает два этапа [11]:

1. пользователь формирует описание полезного сигнала,
2. если это необходимо, пользователь описывает сценарий изменения ЭМО.

Для имитации радиолокационного сигнала, отражённого от цели, в ПО требуется ввести полное его описание. Чем совершеннее и точнее РЛС, тем более сложные сигналы используются для получения координатных определений. На выбор сигналов значимое влияние оказывает и необходимость решения вспомогательных задач, например режекции помех от подстилающей поверхности и борьба с многолучевостью. Для полноценной имитации полезный сигнал РЛС должен быть воспроизведён с учётом всех особенностей модуляции, что является неотъемлемой частью конфигурирования Pulse Sequencer. Для конфигурирования доступны все необходимые параметры импульса, включая формы фронтов, длительности и другие характеристики огибающей, такие как выбросы, спад и пульсации. Пользователем могут быть выбраны любые виды внутриимпульсной модуляции, включая самые распространённые – линейная частотная (ЛЧМ), амплитудная, частотная, фазовая или векторная [12].

Современные РЛС не строятся по моноимпульсным схемам, поэтому из отдельных импульсов могут быть построены последовательности с межимпульсной модуляцией для определения изменений на основе заданных правил. Межимпульсная модуляция влияет на все перестраиваемые параметры, такие как пауза между импульсами, смещение частоты от импульса к импульсу, индивидуальные уровни импульсов и т.д. Импульсные последовательности могут включать в себя вложенные циклы.

После определения параметров полезного импульсного сигнала можно приступать к настройке сценария тестирования РЛП. В ходе создания сценария пользователь должен определить характеристики источников мешающих радиоизлучений, включая источники информационного наполнения, задать диаграмму направленности антенны тестируемой РЛС, характер

сканирования и при необходимости подвижность источников радиоизлучений (опция R&S SMW-K304). Кроме того, пользователь должен определить направление и характер прихода сигналов, имитирующих отражение радиоизлучения от целей. Расстановка источников электромагнитного излучения отображается на карте (см. рис. 1), на которой в центре полярной системы координат располагается РЛП. Для каждого из источников рассчитываются мощность излучения в месте

размещения, частота, тип излучаемого сигнала, тип диаграммы направленности и тип сканирования антенны.

Одним из важнейших этапов подготовки сценария является описание направленных свойств антенны РЛС. Для этого в Pulse Sequencer вводится информация о ширине диаграммы направленности в азимутальной и угломестной плоскостях, а также о типе и скорости сканирования пространства. На рисунке 2 представлены варианты винтового и растрового

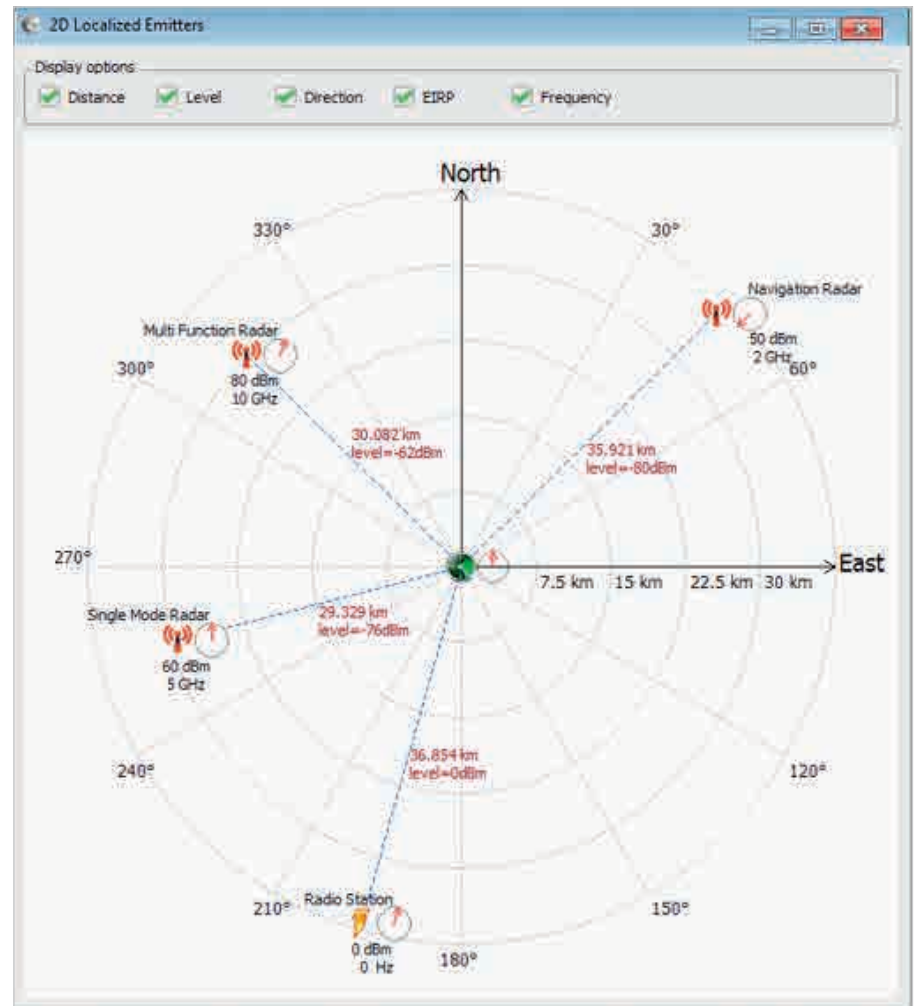


Рис. 1. Отображение сценария в полярной системе

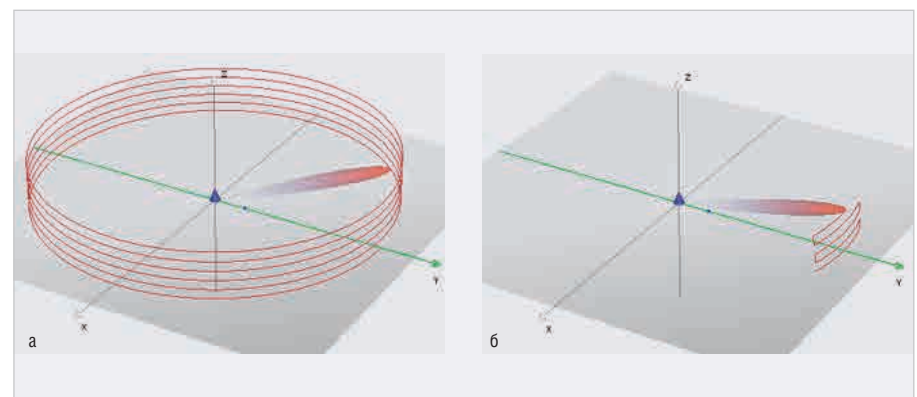


Рис. 2. Примеры типов сканирования пространства в ПО Pulse Sequencer: а) винтовое; б) растровое

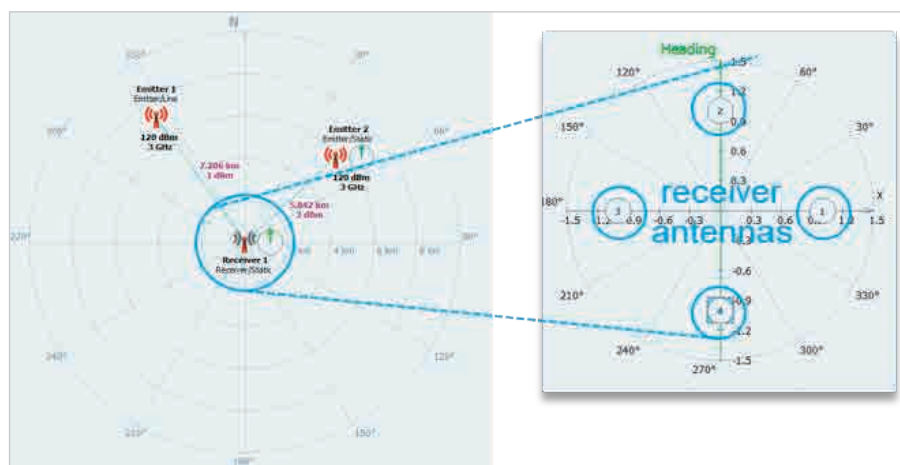


Рис. 3. Задание расположения антенн для многоканальных РЛП

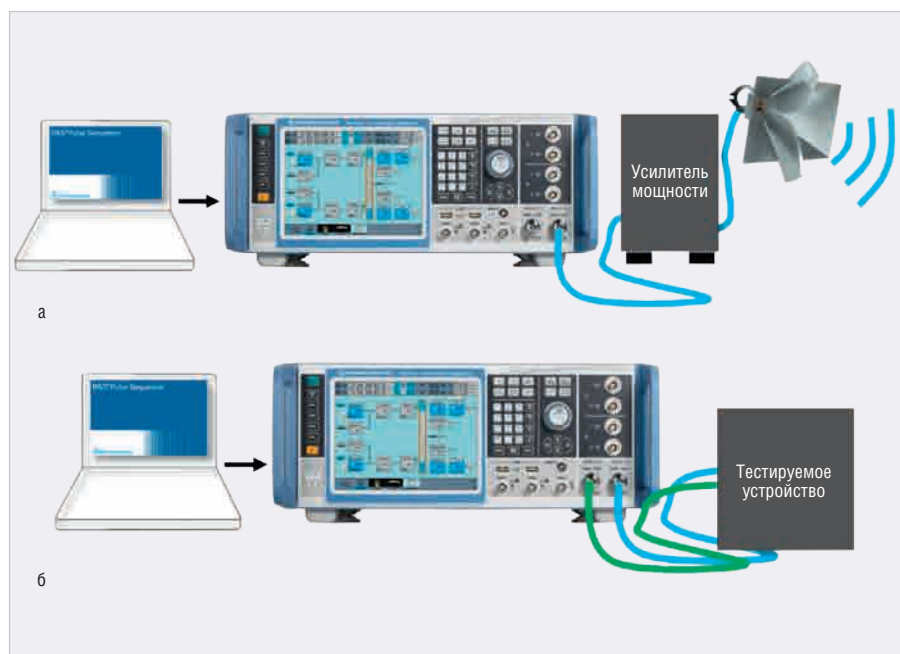


Рис. 4. Примеры схем измерений при использовании ПО Pulse Sequencer: а) с одним каналом и излучением в эфир; б) с двумя каналами и непосредственным подключением к тестируемому устройству

сканирования, типичные для РЛС кругового обзора.

Для РЛП, имеющих несколько радиовходов, ПО Pulse Sequencer также позволяет имитировать направление прихода излучения. Для этого необходимо задать относительное расположение антенн, и тогда в результате многоканальной синхронизированной генерации будут реализованы условия разнесённого приёма. При этом размещение приёмных антенн должно быть привязано к ориентации РЛП относительно источников полезных и мешающих радиоизлучений (см. рис. 3). Такой подход может применяться и для тестирования систем радиопеленгации, например в составе станций радиоконтроля [5]. Если для этого используются два и более векторных генераторов R&S

SMW200A, то для обеспечения фазовой когерентности их гетеродинов включается опция R&S SMW-B90.

Результат формирования сценария представляется в виде файла, в котором содержится информация, достаточная для воспроизведения созданного пользователем комплексного сигнала векторным генератором. После его формирования пользователь может переходить к тестированию РЛП. Типовые схемы соединения оборудования при использовании одного или двух выходов векторного генератора R&S SMW200A представлены на рисунке 4 (для воспроизведения комплексного сигнала требуется опция R&S SMW-K306). Благодаря этому возможности генерации фактически не ограничены сложностью имитируе-

мых видов модуляции. Немодулированные прямоугольные импульсные сигналы, импульсы с ЛЧМ и модуляцией на основе кодов Баркера рассчитываются в генераторе R&S® SMW200A в реальном времени за счёт применения технологии Pulse Description Words. Эта технология позволяет создавать наиболее популярные сигналы. Уникальные пользовательские сигналы можно загружать заранее и проигрывать в эфире в любой момент времени и любой последовательности. Предельная длительность воспроизведения уникальных сигналов произвольной формы при классическом подходе составляет всего несколько секунд, что недостаточно для многих радарных применений. Рассмотренное решение на основе технологии PDW обеспечивает воспроизведение импульсных последовательностей с частотой до 4 млн импульсов в секунду, что даёт возможность тестировать РЛП, защищённые от постановки имитационных помех, и формировать сценарии тестирования неограниченной длительности.

В большинстве случаев рекомендуется использование закрытых трактов передачи радиосигналов. Облучение антенн, подключённых к РЛП, следует считать исключительной мерой, так как такие испытания требуют соблюдения условий использования радиочастотного спектра и должны сопровождаться соответствующими организационно-техническими мероприятиями [6].

При тестировании РЛП иногда требуется проверить динамический диапазон приёмника, скорость работы схем временной автоматической регулировки усиления, способность отстраиваться от преднамеренных помех. При имитации помеховой обстановки для получения сигналов, отличающихся по мощности на десятки децибел, может потребоваться несколько генераторов – вплоть до количества передатчиков, предусмотренного сценарием испытаний. В представленном ранее примере при удалении цели на 50 км уровень сигнала на входе РЛП составляет –131 дБм. Если цель с теми же характеристиками будет находиться на расстоянии 2 км, то мощность увеличится на 56 дБ и составит –75 дБм. С учётом существующих ограничений по динамическому диапазону один IQ-модулятор не в состоянии сгенерировать сигналы со столь различны-

ми мощностями, поэтому здесь требуется второй векторный генератор с независимым IQ-модулятором. Для реализации тестирования такого рода требуется опция R&S SMW-K350. Фазовая когерентность гетеродинов задействованных векторных генераторов обеспечивается использованием опции R&S SMW-B90.

Следует отметить, что ПО Pulse Sequencer может быть использовано и для тестирования элементов передающего тракта РЛС, в том числе на этапе оценки качества функционирования его узлов. В этом случае в составе тестовых схем используются анализаторы спектра, например серии R&S FSW с опцией импульсного анализа. Если речь идёт об одновременном совместном тестировании приёмной и передающей части РЛС, то для этой задачи можно рекомендовать опцию R&S SMW-K78, обеспечивающую работу как с подключением в высокочастотный тракт, так и через эфир. Векторный генератор R&S SMW-200A с такой опцией вместе с анализатором спектра R&S FSW позволяет имитировать цели с заданными параметрами движения и эффективной площадью поверхности для испытываемого радара. Такой комплекс позволяет существенно уменьшить объём полигонных испытаний и сократить сроки разработки. Названные приборы могут использоваться и для решения многих других измерительных задач.

Для создания тестовых сигналов может использоваться среда MatLAB, как альтернатива применению ПО Pulse Sequencer. При этом резко возрастают требования к квалификации оператора, увеличивается вероятность ошибок при программировании – всё это приводит к необходимости верификации сигналов.

Заключение

Таким образом, сложность условий эксплуатации РЛС весьма затрудняет использование технических средств отдельного формирования сигналов для имитации динамики изменения ЭМО. Даже при наличии единого контура программного управления объём подготовительных работ для обеспечения соответствия желаемому сценарию во многих случаях оказывается неприемлемо большим.

Если ЭМО и сценарий её изменения определены, то наиболее простой способ её высокоточной транс-

формации в комплексный сигнал, не предъявляющий чрезмерных требований к квалификации пользователей, состоит в использовании специального программного обеспечения Pulse Sequencer с практически неограниченной сложностью формируемых сигналов. Его применение имеет ещё одно существенное преимущество, состоящее в исключении ошибок при создании сигналов в «ручном» режиме, поиск которых может оказаться сложнее, чем подготовка соответствующих программ.

Литература

1. Бурутин А. Г., Балюк Н. В., Кечиев Л. Н. Электромагнитные эффекты среды и функциональная безопасность радиоэлектронных систем вооружения. Технология ЭМС. Технология. М. 2010. № 1. С. 3–27.
2. Кечиев Л. Н., Балюк Н. В. Зарубежные военные стандарты в области ЭМС. Грифон. М. 2014.
3. Братчиков А. Н., Васин В. И., Василенко О. О. и др. Активные фазированные антенные решётки. Под ред. Воскресенского Д. И., Канащенкова А. И. Радиотехника. М. 2004.
4. Радзиевский В. Г., Сирота А. А. Теоретические основы радиоэлектронной разведки. Радиотехника. М. 2004.
5. Слободянюк П. В., Благодарный В. Г. Справочник для инженеров по радиомониторингу. Киев. 2012.
6. Бузов А. Л., Быховский М. А., Васехо Н. В. и др. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. Под ред. Быховского М. А. Эко-трендз. М. 2006.
7. Мельников Ю. П. Методы оценки эффективности воздушной радиотехнической разведки. Издательство МО РФ. 1996.
8. Гришин Ю. П., Ипатов В. П., Казаринов Ю. М. и др. Радиотехнические системы. Под ред. Казаринова Ю. М. Высшая школа. М. 1990.
9. Лемешко Н. В. Методы обеспечения межсистемной ЭМС. Курс повышения квалификации. Новая инженерная школа. М. 2016.
10. Ширман Я. Д., Багдасарян С. Т., Малярченко А. С. и др. Радиоэлектронные системы. Основы построения и теории. Под ред. Ширмана Я. Д. Радиотехника. М. 2007.
11. Simplifying Radar Waveform Generation using R&S Pulse Sequencer Software. Application Note. 2017.
12. R&S® Pulse Sequencer Software Options for Rohde & Schwarz signal generators. Specifications. Data Sheet. Version 07.00. ©



Компактные высоковольтные преобразователи напряжения



ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ И СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ

Технические параметры

- Входное напряжение 5,12, 24 В
- Выходные напряжения от 2 до 10 кВ
- Мощность от 2 мВт до 15 Вт
- Диапазон температур от -55 до +70°C
- Длительный ресурс

Применение

- Медицинская диагностика
- Научное оборудование
- Авиационно-космическая техника

PROSOFT®



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636 • INFO@PROSOFT.RU • WWW.PROSOFT.RU

НОВОСТИ МИРА

Российская микроэлектроника требует 800 миллиардов

На развитие российской микроэлектроники потребуется 798 млрд руб. до 2024 г., следует из проекта дорожной карты по развитию отрасли, которую представила госкорпорация «Ростех».

Как сообщает газета «Ведомости», документ под названием «Новые поколения микроэлектроники и создание электронной компонентной базы» госкорпорация направила на рассмотрение в Минпромторг, Минкомсвязи, Минфин и Минэкономразвития. План, в частности, включает разработку чипов с топологическими нормами 65 (55) нм, 28 нм, 14 нм и твердотельных накопителей данных с топологической нормой 25–30 нм.

Эксперты считают, что озвученные планы и технологии, возможно, вовсе устареют к 2024 г.: в современных условиях невозможно освоить такие технологии без международной кооперации, тогда как в дорожной карте ставка делается на внутренний рынок микроэлектроники.

Государство вложит в мероприятия по развитию микроэлектроники около 615 млрд руб., остальные инвестиции составят 102,6 млрд руб., в их числе 30 млрд руб. придётся на долю «Ростеха». Согласно плану, к 2024 г. объём экспорта российской микроэлектроники нового поколения достигнет 20,4 млрд руб., а к 2030 г. – 48,8 млрд руб. Внутренний рынок к 2024 г. может составить 466 млрд руб. «Ростех» планирует развивать эти технологии самостоятельно на мощностях дочерних предприятий.

Соглашение о намерениях между Правительством и госкорпорацией «Ростех» в целях развития в России высокотехнологичной области «Новые поколения микроэлектроники и создание электронной компонентной базы» было подписано в ноябре 2019 г. Основным механизмом реализации Соглашения является разработка и реализация «дорожной карты».

В феврале 2020 г. куратором высокотехнологичной области «Новые поколения микроэлектроники и создание электронной компонентной базы» был назначен вице-премьер Юрий Борисов, профильным совещательным органом – коллегия Военно-промышленной комиссии, ответственными ведомствами – Минпромторг, Минэкономразвития, Минфин и Минобрнауки.

Дорожная карта проекта предусматривает целевые показатели технологического развития, включая объём производства и продаж на внутреннем и внешнем рынках продукции (товаров, работ, услуг), основывающейся в том числе на соответствующих отечествен-

ных технологиях; количественные характеристики созданных результатов интеллектуальной деятельности и научных исследований; обеспеченность кадрами с необходимым уровнем квалификации; обеспеченность и качество научно-технологической и производственной инфраструктуры; иные показатели. Кроме того, дорожная карта включает подробный план мероприятий, в том числе: назначение должностных лиц федеральных органов исполнительной власти, компании и иных заинтересованных организаций, сроки реализации отдельных задач и мероприятий, контрольные точки и ожидаемые результаты, необходимое финансовое обеспечение, включая средства бюджетной системы России и внебюджетных источников, принципы и подходы взаимодействия Сторон и иных привлекаемых заинтересованных лиц.

В соответствии с Соглашением о намерениях Правительство отвечает за координацию взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, организаций и иных заинтересованных лиц, вовлечённых в достижение целевых показателей и задач, предусмотренных дорожной картой.

Также власти должны создать комфортную регуляторную среду для развития высоких технологий, включая устранение административных барьеров, совершенствование стандартизации и технического регулирования, установление экспериментальных правовых режимов, в том числе для расширения возможностей осуществлять рискованные инвестиции. Правительство должно предоставить меры налогового стимулирования, финансовой поддержки, в том числе при необходимости в форме бюджетных инвестиций, и иных инструментов государственной поддержки. Не менее важно обеспечить применение норм федеральных законов «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц» в интересах стимулирования спроса на отечественную высокотехнологичную продукцию. Создать необходимые условия для подготовки соответствующих кадров, а также привлечь научных, научно-исследовательских и образовательных организаций для реализации настоящего Соглашения.

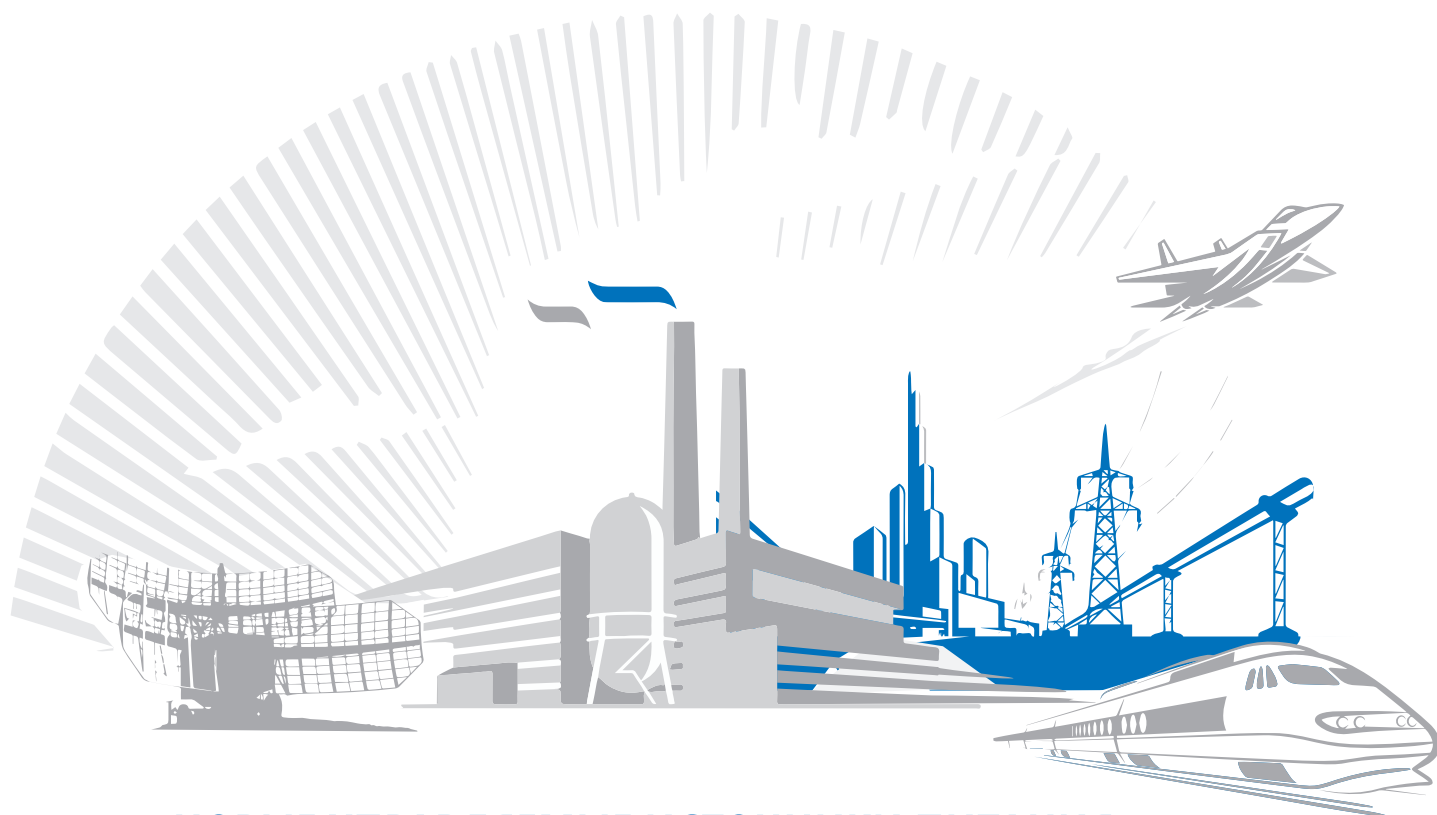
«Ростех» обеспечивает разработку и реализацию «дорожной карты», в том числе в части исследований и разработок в целях формирования научно-технических заделов, создания и коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности; осуществления собственных инвестиций и при-

влечения инвестиций иных заинтересованных организаций; привлечения международных специалистов; производства и продвижения продукции (товаров, работ, услуг) мирового уровня, в том числе на базе соответствующих отечественных технологий; создания одного или нескольких центров компетенций; организации и (или) участия в деятельности объединений организаций; реализации механизмов поддержки развития малых предприятий и осуществления венчурных инвестиций в высокотехнологичные стартапы; создания механизма привлечения партнёров и иных заинтересованных лиц, координации взаимодействия между ними и представления их интересов во взаимодействии с Правительством.

Ранее в Минпромторге решили поддержать идею избавить российских производителей радиоэлектроники от уплаты налога на добавленную стоимость (НДС), тем самым заняв противоположную по отношению к Правительству позицию. Идея обнуления НДС принадлежит члену Совета Федерации Алексею Дмитриенко. Своё предложение на рассмотрение в Госдуму он внёс 3 марта 2020 г. В пояснительной записке к документу говорилось, что он затрагивает статью 164 налогового кодекса нашей страны: «Для идентификации российской радиоэлектронной продукции будет создан «сводный реестр российской радиоэлектронной продукции», порядок формирования и ведения которого будут определяться в соответствии с федеральным законом от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в РФ». Снижение ставки НДС до 0% при производстве российской радиоэлектронной продукции будет существенной мерой поддержки российским производителям».

Правительство, а также другие участники рынка такую идею не поддержали. Чуть позже, в июне 2020 г., в адрес Правительства направила свои предложения Ассоциация разработчиков и производителей электроники. В числе других мер поддержки предлагалось совместно с другими отраслевыми ассоциациями организовать ежеквартальный мониторинг закупок электронного оборудования, а также конкурсной документации по 44-ФЗ и 223-ФЗ на соответствие задачам по импортозамещению и снижению технологической зависимости от зарубежных производителей. АРПЭ также просила установить персональную ответственность руководителей компаний-заказчиков за сокращение доли импортной продукции в закупках, а также за выявленные факты недобросовестности намерений в технической политике и закупках.

CNews со ссылкой на Ведомости



НОВЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Серия GXE

- Входное напряжение 85–265 В AC или 120–370 В DC
- Выходная мощность 600 Вт
- Выходные напряжения 24 или 48 В DC
- КПД до 95%
- Высота 1U
- Запуск при -40°C
- Гарантия 7 лет



- Конвективное охлаждение
- Режим стабилизации напряжения или стабилизация тока
- Аналоговый порт: сигналы on/off, DC-OK, AC-Fail, Power-Fail, 0–100% выходной ток, 20–120% выходное напряжение
- Цифровой порт (Modbus RTU, на RS-485): установки выходных параметров + регулировка фронта нарастания, настройки защит. Считывание температуры, времени наработки прибора
- Варианты исполнения: в кожухе или без, с конформным покрытием платы или без

