

УДК 621.396.62

А.И. Стрелков¹, Е.И. Жилин¹, В.В. Карнаух², Д.П. Панасенко³¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков²СКБ радиотехнических устройств холдинговой компании «Топаз», Донецк³Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА АКУСТООПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СВЕРХРЕЛЕЕВСКОГО РАЗРЕШЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ

Рассмотрены вопросы оценки параметров радиосигналов на близких частотах в широком диапазоне их мощностей. Поставлена и решена задача разрешения сигналов в зависимости от динамического диапазона акустооптического анализатора спектра и соотношения амплитуд спектральных составляющих радиосигналов. Представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований разрешения оптических сигналов в акустооптическом анализаторе спектра в широком динамическом диапазоне входных воздействий (анализируемых радиосигналов).

Ключевые слова: акустооптический анализатор спектра, радиочастотный мониторинг, спектральный анализ радиосигналов, динамический диапазон, разрешение сигналов.

Введение

Постановка проблемы. На сегодняшний день принято рассматривать радиочастотный ресурс, как важный, быстроразвивающийся экономический сегмент государственной собственности в области предоставления коммерческих услуг. При этом эффективность использования радиочастотного ресурса государства является важным аспектом его экономической безопасности. По мнению зарубежных экспертов, неспособность наилучшим образом использовать радиочастотный ресурс может привести к серьезному экономическому ущербу, вплоть до потери конкурентоспособности на международной арене [1].

Наблюдаемое увеличение спроса на аренду радиочастот и спектральных диапазонов в совокупности с интенсивным развитием рынка и технических средств, требуют наряду с расширением доступа к частотному ресурсу введение мер по мониторингу и анализу эффективности его использования. Отсрочка в решении данного вопроса ведет к реальной опасности перегрузки частотных диапазонов, и как следствие к сдерживанию развития и замедлению внедрения новых технологий.

Наряду с регламентированием и другими административными мерами, важным инструментом в обеспечении эффективности использования радиочастотного ресурса является его мониторинг, качество проведения которого, в первую очередь определяется состоянием технических средств спектрального анализа радиосигналов (РС) и панорамного обзора [2]. Таким образом, обеспечение адекватности (соответствия) функциональных возможностей технических средств радиочастотного мониторинга современному состоянию радиочастотного ресурса является актуальной задачей на пути к созданию эффективной модели его использования.

Анализ вопроса. Современное состояние радиочастотного ресурса характеризуется сложной сигнально-помеховой обстановкой. Условия проведения мониторинга радиочастотного ресурса (частотных диапазонов) в большинстве случаев усложняются за счет: наличия помех высокой интенсивности от нелегализованных источников радиоизлучения, в том числе и паразитного излучения; перекрытия частотных спектров работы разнородных источников радиоизлучения; наличия в анализируемом спектральном диапазоне большого числа источников радиоизлучения (РС) разных по мощности; высокой пространственно-временной концентрации источников радиоизлучения; перекрытия спектров анализируемых РС; и т.д. [3, 4].

В классе радиотехнических устройств панорамного приема и спектрального анализа РС широкое распространение получили акустооптические анализаторы спектра (АОАС) РС. Широкое распространение АОАС РС для решения практических задач мониторинга радиочастотного ресурса обусловлено сочетанием в них уникальных свойств панорамных приемников с относительно высокой точностью оценки параметров анализируемых РС. Однако собственные АОАС РС недостатки не позволяют до конца реализовать их высокие потенциальные возможности панорамного приема и скорости проведения анализа. К числу существенных недостатков последних, можно отнести их низкую частотную точность и малый динамический диапазон [5 – 7].

В то же время, из [9 – 14] известно несколько методов повышения частотной точности, в частности позволяющих реализовать в АОАС режим сверхрелеевого разрешения РС. В [9] рассмотрены вопросы синтеза и анализа качественных характеристик алгоритма совместного оценивания параметров пространственного положения изображений точечных источ-

ников в фокальной плоскости оптико-электронной системы (ОЭС) по группированной выборке наблюдений. Однако, принятое в работе [9] корпускулярное приближения для описания процесса формирования изображения точечного источника, с использованием модели нормального кругового распределения ошибок координат попадания фотонов в заданную область фокальной плоскости ОЭС, не может быть в полной мере использовано для описания аналогичных процессов в фотоприемниках с низкой чувствительностью, например ПЗС матрицах (линейках).

В работе [10] рассмотрен метод сверхрелеевского разрешения пачки радиосигналов, основанный на использовании алгебраических методов аппроксимации сигналов детерминированными функциями. Такой подход вполне оправдан при большом времени регистрации и высоком отношении сигнал/шум (с/ш). Наличие такого рода ограничений не позволяет применять данный метод при обработке сигналов с низким отношением с/ш и в условиях ограниченного времени регистрации оптических сигналов.

В серии работ [11 – 14] представлены результаты исследований авторов по применению методов сверхрелеевского разрешения РС в АОАС. Полученные частные решения задачи позволяют утверждать о наличии потенциальной возможности реализации сверхрелеевского разрешения в данном типе устройств. Однако, в результатах исследований [11 – 14] не в полной мере представлены вопросы разрешения сигналов с различным соотношением амплитуд в широком динамическом диапазоне АОАС.

Таким образом, является целесообразным более подробное рассмотрение задачи сверхрелеевского разрешения РС в АОАС с широким динамическим диапазоном входных воздействий.

Теоретические исследования

Проведенные теоретические исследования основываются на положениях теории акустооптической обработки РС, статистической теории радиотехники, математической статистике и теории построения ОЭС. Формально, постановка задачи исследований сводится к разрешению двух РС $s_1(t)$, $s_2(t)$ различной интенсивности S_1 , S_2 на близких частотах f_1 , f_2 , таких, что $\Delta f = |f_1 - f_2|$ мало по сравнению с релеевским критерием разрешения $\Delta f < \Delta f_p$.

С учетом режима дифракции Рамана-Натовского, при малых амплитудах РС, можно пренебречь нелинейностью амплитудной характеристики акустооптического взаимодействия, и представить задачу разрешения РС по частоте, как задачу пространственного разрешения их спектров. Покажем это в предположении, что условия регистрации электрических колебаний на входе анализатора допускают их представление в виде интеграла Фурье [15]

$$s(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \cdot e^{j\omega t} d\omega. \quad (1)$$

Тогда, электрический сигнал возбуждает в акустооптическом модуляторе (АОМ) плоскую бегущую акустическую волну вида

$$r(z)s(ut - z - 0,5D), \quad (2)$$

где D – линейные размеры акустического волновода; z – координаты продольной плоскости АОМ.

Плоская световая волна дифрагирует на этой акустической волне. С учетом введенного приближения слабого звука, т.е. при линейной зависимости амплитуды дифрагированной волны от амплитуды входного электрического сигнала можно ограничиться рассмотрением процесса формирования только первого дифракционного максимума описываемого в соответствии с [15] выражением

$$r(z)s(ut - z - 0,5D)e^{j(\omega_{\text{на}}t - k_{\text{на}}m + k_{\text{на}}x \operatorname{tg}\theta)}, \quad (3)$$

где $\omega_{\text{на}}$, $k_{\text{на}}$ – частота и волновое число световой волны; m – коэффициент пропорциональности; x – координаты в фокальной плоскости фотокатода; θ – угол падения световой волны на АОМ.

Распределение интенсивности световых колебаний в выходной плоскости анализатора (фокальная плоскость) с учетом свойств фокусирующей оптической системы определяется, как преобразование Фурье от распределения его распределения в плоскости АОМ, следовательно

$$I(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} I(z, t) \cdot \exp\left\{j\left(\frac{2\pi}{\lambda_{\text{св}}F}xz\right)\right\} dz, \quad (4)$$

где $\lambda_{\text{св}}$ – длина световой волны; F – фокусное расстояние фокусирующей линзы.

Таким образом, распределение световых колебаний в выходной плоскости АОАС пропорционально мгновенному спектру входного РС и с учетом (1 – 4) аналитически описывается выражением [15]

$$I(x, t) = e^{j\omega_{\text{на}}t} \times \int_{-\infty}^{\infty} r(z)s(ut - z - 0,5D) \cdot e^{jz\left(\frac{2\pi x}{\lambda_{\text{св}}F} + k_{\text{на}}\operatorname{tg}\theta\right)} dz, \quad (5)$$

а, задача разрешения РС с разной амплитудой и их спектров в АОАС при соблюдении граничных условий динамического диапазона тождественны.

Здесь необходимо отметить, что разрешающая способность АОАС зависит не только от его параметров, но и от соотношения амплитуд спектральных составляющих РС. При регистрации сигналов различной амплитуды разрешающая способность зависит от типа резонансной системы и количественно определяется шириной динамической характеристики на установленном уровне.

В большинстве публикаций по исследуемому вопросу разрешающая способность определяется по критерию Релея для двух спектральных линий, которые описываются откликом системы на воздействие двух монохроматических колебаний. При этом спектральные линии будут представлять собой, на выходе оптического приемника АОАС, электрические сигналы интенсивностью $I_{1,2}$ пропорциональные распределению интенсивности светового потока в фокальной плоскости (5). С учетом преоблада-

ния энергии в первых максимумах дифракционной картины запишем выражения для спектральных составляющих первого и второго РС

$$I_{1,2}(x) = I_{1,2} \cdot \exp\left(-\frac{(x - x_{1,2})^2}{\alpha^2}\right), \quad (6)$$

где α – коэффициент пропорциональности характеризующий свойства апертуры; $x_{1,2}$ – координаты центра изображений спектральных составляющих пропорциональные f_1 и f_2 (рис. 1).

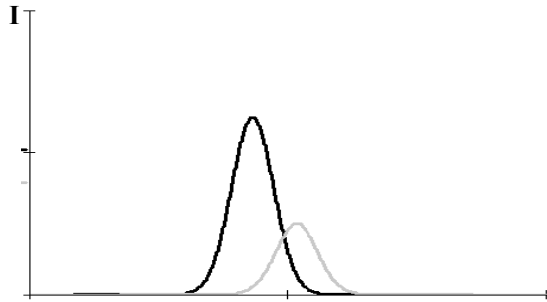


Рис. 1. Распределение освещенности
— «сильный» сигнал; — «слабый» сигнал

Для описания помеховой составляющей аддитивной смеси «сигнал + помеха» (рис. 2) используем модель квазибелого случайного процесса $g(x, t)$ со средним m_g , среднеквадратическим отклонением c_g и плотностью вероятности

$$P(g_{ik}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_g^2}} \cdot \exp\left(-\frac{(g_{ik} - m_g)^2}{2\sigma_g^2}\right), \quad (7)$$

где $g_{ik} = g(x_i, t_k)$ – реализация случайного процесса.

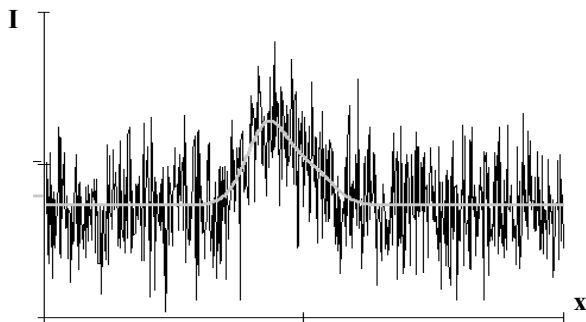


Рис. 2. Аддитивная смесь «сигнал + помеха»
— среднее значение;
— реализация

Правомочность использования такой модели основана на множественности взаимодействий светового потока случайного характера, в процессе его формирования, акустооптического преобразования, регистрации и обработки в АОАС РС.

В данной работе рассмотрим разностный метод, суть которого изложена в [14, 17]. Согласно с рассматриваемым методом, результатом разрешения двух сигналов разной амплитуды является выделение более слабого из них и измерение (оценка) параметров пространственного положения спектральных составляющих обоих сигналов в фокальной плоскости АОАС. В

этом случае, критерием разрешения выступает возможность измерения параметров спектральных составляющих двух РС, а показателем качества, соответственно, статистические характеристики полученных оценок. Отсюда, необходимым и достаточным условием разрешения является получения оценки энергетических и пространственных параметров «сильного» сигнала с заданным качеством, что позволяет, в свою очередь, вычислить разностную матрицу с последующим вычитанием из принятой реализации.

Для восстановления формы сигнала возможно применение алгоритма статистической интерполяции основанного на методе наименьших квадратов [16].

Вычисление разностной матрицы, в данном случае связано с определением параметров изображения спектральной составляющей «сильного» сигнала вида (7), а именно получении оценки координаты максимума \hat{x}_1 и оценки интенсивности \hat{I}_1 в точке x_1 . После получения статистических оценок интересующих параметров сигнала, выбираем ряд ближайших к его центру точек и, применяя условие наилучшего интерполирующего приближения, ищем минимум суммы квадратических отклонений

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i - \varphi(x_i))^2 \Rightarrow \min, \quad (8)$$

где N – количество точек интерполирующей функции; y_i – значение функции в заданных точках; $\varphi(x_i)$ – аналитическая интерполирующая функция.

С учетом введенных обозначений запишем для (7)

$$y(x) = a \cdot \exp\left(-\frac{(x - b)^2}{\alpha^2}\right). \quad (9)$$

Преобразовывая (9) к простой квадратичной зависимости получим:

$$\ln \frac{y(x)}{a} = -\frac{(x - b)^2}{\alpha^2}; \quad \ln y(x) = -\frac{(x - b)^2}{\alpha^2} + \ln a; \quad (10)$$

$$\ln y(x) = -\frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{2bx}{\alpha^2} - \frac{b^2}{\alpha^2} + \ln a.$$

Произведя в (10) соответствующие замены

$$Y = \ln y(x); \quad U = x;$$

$$A = -b^2/\alpha^2 + \ln a; \quad B = 2bx/\alpha^2; \quad C = 1/\alpha^2,$$

$$\text{получим:} \quad Y = A + BU + CU^2, \quad (11)$$

тогда, учитывая (11), выражение (8) примет вид

$$S = \sum_{n=1}^N \left(Y_n - (A + BU_n + CU_n^2) \right)^2 \Rightarrow \min. \quad (12)$$

Запишем условия достижения минимума среднеквадратических отклонений

$$\begin{cases} \frac{\partial(A, B, C)}{\partial(A)} = 0 \Rightarrow \sum_{n=1}^N (Y_n - A - BU_n - CU_n^2) = 0; \\ \frac{\partial(A, B, C)}{\partial(B)} = 0 \Rightarrow \sum_{n=1}^N (Y_n - A - BU_n - CU_n^2) U_n = 0; \\ \frac{\partial(A, B, C)}{\partial(C)} = 0 \Rightarrow \sum_{n=1}^N (Y_n - A - BU_n - CU_n^2) U_n^2 = 0. \end{cases}$$

Отсюда перейдем к системе уравнений

$$\begin{cases} A \sum_{n=1}^N 1 + B \sum_{n=1}^N U_n + C \sum_{n=1}^N U_n^2 = \sum_{n=1}^N Y_n; \\ A \sum_{n=1}^N U_n + B \sum_{n=1}^N U_n^2 + C \sum_{n=1}^N U_n^3 = \sum_{n=1}^N Y_n U_n; \\ A \sum_{n=1}^N U_n^2 + B \sum_{n=1}^N U_n^3 + C \sum_{n=1}^N U_n^4 = \sum_{n=1}^N Y_n U_n^2. \end{cases} \quad (13)$$

Так, как С по условию известно, определим коэффициенты А и В. Решение системы уравнений (13) дает следующие результаты:

$$A = \sum_{n=1}^N Y_n + \sum_{n=1}^N \frac{Y_n}{U_n} - C \sum_{n=1}^N U_n; \quad (14)$$

$$B = -C \sum_{n=1}^N U_n - \sum_{n=1}^N \frac{Y_n}{U_n}. \quad (15)$$

Проведя в (14), (15) обратную замену переменных

$$\begin{aligned} A &= -\frac{b^2}{\alpha^2} + \ln a \Rightarrow \ln a = A + \frac{b^2}{\alpha^2}; \\ \ln a &= \sum_{n=1}^N y_n + \sum_{n=1}^N \frac{y_n}{x_n} - \frac{1}{\alpha^2} \sum_{n=1}^N x_n + \frac{b^2}{\alpha^2}; \\ B &= \frac{2b}{\alpha^2} \Rightarrow b = \frac{B\alpha^2}{2}, \end{aligned}$$

окончательно получим

$$a = e^{\sum_{n=1}^N y_n + \sum_{n=1}^N \frac{y_n}{x_n} - \frac{1}{\alpha^2} \sum_{n=1}^N x_n + \frac{b^2}{\alpha^2}}; \quad (16)$$

$$b = x_1 = \frac{\sum_{n=1}^N x_n - \alpha^2 \sum_{n=1}^N \frac{\ln y_n}{x_n}}{2}. \quad (17)$$

Экспериментальные исследования

Экспериментальные исследования эффективности рассмотренного метода разрешения проводились с использованием блока акустооптического анализа спектра РС «Ч-1». Методика эксперимента заключалась в получении оценки энергетических и пространственных параметров спектральных составляющих двух монохроматических высокочастотных колебаний и их статистических характеристик. Для обработки результатов использовались известные методы [18 – 20] статистического оценивания среднего и дисперсии случайной величины по ограниченной выборке.

Результаты эксперимента, характеризующие точность оценки интенсивности и пространственного положения «сильного» и «слабого» сигналов представлены на рис. 3. Графики представленные на данных рисунках носят качественный характер и получены по результатам обработки 500 статистически независимых измерений.

Анализ результатов экспериментальных исследований совпадает с эвристическими предположениями и основными положениями теории статистической радиотехники в части, касающейся синтеза

оптимальных алгоритмов оценивания в условиях параметрической априорной неопределенности.

Как видно из рис. 3, а увеличение дисперсии оценки интенсивности сигналов пропорционально росту дисперсии помеховой составляющей регистрируемой аддитивной смеси «сигнал + помеха». При этом скорость роста дисперсии оценки тем больше, чем меньше интенсивность самого сигнала. Подобная ситуация наблюдается и при анализе статистических характеристик оценки пространственного положения оптических сигналов в фокальной плоскости АОАС РС (рис. 3, б).

Полученные зависимости математического ожидания и дисперсии оценок интенсивности и пространственного положения сигналов, говорят в пользу их несмещенности, асимптотической эффективности и оптимальности в смысле выбранного критерия.

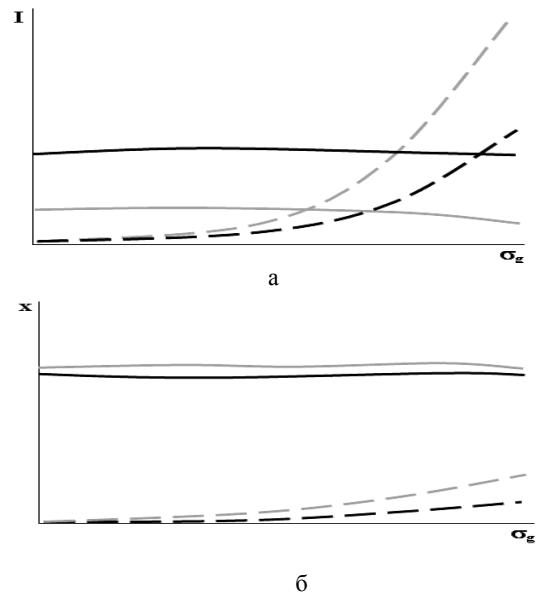


Рис. 3. Оценка энергетических (а) и пространственных (б) параметров: математическое ожидание (сплошная линия) и дисперсия (пунктирная линия); — — «сильный» сигнал; — — «слабый» сигнал

Наблюдаемые отклонения результатов экспериментальных исследований от теоретических составляют в максимуме единицы процентов и могут быть отнесены к статистическим погрешностям эксперимента обусловленных ограниченностью размеров выборки реализации исследуемых процессов.

Выводы

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод об оптимальности (асимптотической) предложенного метода сверхрелеевого разрешения сигналов разной интенсивности, а так же о его технической реализуемости.

Из результатов экспериментальных исследований видно, что увеличение интенсивности помехи, а так же увеличение разности амплитуд сигналов приводит к ухудшению качества получаемых оценок их параметров, и как следствие к ухудшению разрешающей способности АОАС РС по частоте.

В то же время, применение методов разрешения сигналов основанных на качественных критериях оценки их параметров, в отличие от критерия Релея, позволяет осуществлять операцию разрешения сигналов без ограничений в разности их частот. Платой за увеличение разрешающей способности, в этом случае, является потеря в качестве оценок энергетических и пространственных параметров сигналов.

Таким образом, возможно увеличение динамического диапазона АОАС РС за счет применения методов сверхрелеевского разрешения его сигналов.

Список литературы

1. "Mobile telecommunication International", №3 – 2000.
2. Закон Украины от 1.06.2000 г. № 1770 – III «Про радиочастотный ресурс Украины» с последними изменениями и дополнениями, внесенными Законом Украины от 25.03.2005 г. № 2505 – IV.
3. Центр «Укрчастотнагляд» [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.ucrf.dov.ua/uk/press.
4. Барсов В.И. Анализ электромагнитной обстановки на техногенных объектах сложной пространственной структуры / В.И. Барсов, Т.А. Стрелкова, Е.И. Жилин, А.С. Калмыков // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2006. – Вып. 8(57). – С. 93-95.
5. Мартынов В.А. Панорамные приемники и анализаторы спектра / В.А. Мартынов, Ю.И. Селихов; под ред. Заварина Г.Д. – М.: Сов. радио, 1980. – 352 с.
6. Магдич Л.М. Акустооптические устройства и их применение / Л.М. Магдич, В.Я. Молчанов. – М.: Сов. радио, 1978. – 112 с.
7. Кулаков С.В. Акустооптические устройства спектрального и корреляционного анализа сигналов / С.В. Кулаков. – Л.: Наука, 1978. – 144 с.
8. Стрелков А.И. Угловое разрешение близкорасположенных изображений космических объектов в астрономических оптико-электронных системах / А.И. Стрелков, Т.А. Стрелкова, А.П. Лытюга, Е.И. Жилин // Радиотехника. – 2005. – Вып. 143. – С. 58-64.
9. Саваневич В.Е. Определение координат статистически зависимых объектов на дискретном изображении / В.Е. Саваневич // Радиотехника. – 1999. – № 1. – С. 4-8.

10. Слюсар В.И. Сверхрелеевское разрешение узкополосных импульсов по времени задержки / В.И. Слюсар // Известия ВУЗов., Радиоэлектроника. – 1999. – Т. 42. – №3. – С. 55-62.

11. Стрелков О.И. Підвищення частотної точності акустооптичних засобів спектрального і радіочастотного аналізу / О.И. Стрелков, Є.І. Жилін, Т.О. Стрелкова, В.І. Барсов, В.В. Марченко // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУ ПС. – 2006. – № 4(8). – С. 20-25.

12. Стрелков А.И. Частотное разрешение импульсных сигналов в некогерентных акустооптических спектроанализаторах / А.И. Стрелков, О.М. Стадник, В.В. Марченко // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ, 2002. – Вып. 4(20). – С. 33-40.

13. Стрелков А.И. Пространственное разрешение оптических сигналов акустооптического преобразователя при анализе спектров радиосигналов на близких частотах / О.И. Стрелков, Т.О. Стрелкова, Є.І. Жилін, В.В. Марченко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2005. – Вып. 5(45). – С. 144-151.

14. Стрелков А.И. Имитационное моделирование метода разрешения изображений близкорасположенных объектов неравноценных по яркости / А.И. Стрелков, Т.А. Стрелкова, Д.П. Панасенко // Системы обработки информации. – Х.: ХУ ПС, 2008. – Вып. 6. – С. 123-128.

15. Гусев О.Е. Оптическая обработка радиосигналов в реальном времени / О.Е. Гусев, С.В. Кулаков, Б.П. Разживин, Д.В. Тимин. – М.: Радио и связь, 1989. – 136 с.

16. Мазманишвили А.С. Численные методы / А.С. Мазманишвили. – Х.: НТУ «ХПИ», 2004. – 275 с.

17. Стрелков А.И. Анализ метода разрешения изображений близко расположенных объектов, не равноценных по яркости, при наличии помех / А.И. Стрелков, Т.А. Стрелкова, Д.П. Панасенко // Системы управления, навигации и связи. – К.: ЦНИИИИУ, 2008. – Вып. 4 (8). – С. 27-31.

18. Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Наука, 1991. – 384 с.

19. Уилкис С. Математическая статистика: пер. с англ. / Под ред. Ю.В. Линника. – М.: Наука, 1967. – 528 с.

20. Рабинович С.Я. Погрешности измерений. – М.: Связь, 1964. – 314 с.

Поступила в редколлегию 12.03.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Карпенко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНОГО ДІАПАЗОНУ АКУСТООПТИЧНОГО АНАЛІЗАТОРУ СПЕКТРУ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ СВЕРХРЕЛІВСЬКОГО РОЗРІЗНЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ

О.И. Стрелков, Є.І. Жилін, В.В. Карнаух, Д.П. Панасенко

Розглянуто питання оцінки параметрів радіосигналів на близьких частотах у широкому діапазоні їх потужності. Поставлена та знайдено рішення задачі розрізнення сигналів в залежності від динамічного діапазону акустооптичного аналізатору спектра і співвідношення амплітуд спектральних складових радіосигналів. Представлено результати теоретичних та експериментальних досліджень розрізнення оптичних сигналів в акустооптичному аналізаторі спектру в широкому динамічному діапазоні вхідних радіосигналів.

Ключові слова: акустооптичний аналізатор спектру, радіочастотний моніторинг, спектральний аналіз радіосигналів, динамічний діапазон, розрізнення сигналів.

RISE OF DYNAMIC RANGE OF ACOUSTIC-OPTICAL ANALYZER OF SPECTRUM DUE TO APPLICATION OF METHODS OVER-RELEY PERMISSIONS OF RADIO SIGNALS

A.I. Strelkov, E.I. Zhilin, V.V. Karnauh, D.P. Panasenko

Questions of estimation of parameters of radio of signals are considered on the near frequencies in the wide range of their powers. Is put and decided task of permission of signals depending on the dynamic range of acoustic-optical analyzer of spectrum and correlation of amplitudes of spectral making radio of signals. Results of theoretical and experimental researches of permission of visual signals in the acoustic-optical analyzer of spectrum in the wide dynamic range of entrance influences are presented (analysed radio of signals).

Keywords: acoustic-optical analyzer of spectrum, radio frequency monitoring, spectral analysis of radio of signals, dynamic range, permission of signals.