підприємством N_c. Тоді задача управлінням інноваційним кліматом у регіоні чи державі запишеться у вигляді такої задачі на оптимізацію.

$$\bar{x}_{opt} = \arg\min_{\bar{x}} t_c\left[\alpha(\bar{x}), N(\bar{x})\right] \tag{7}$$

Негативний сторонній інформаційний вплив може бути ідентифікований як спроба використати такі показники управляючих параметрів $\bar{x}$, які відрізняються від x_{opt} .

Підкреслимо, що, оскільки вибір управляючих параметрів $\bar{x}$ здійснюється, як правило, політичним шляхом (наприклад, модифікацією регіонального чи державного законодавства), то негативний вплив найчастіше здійснюється саме із застосуванням інформаційних та інформаційно-психологічних технологій. Тому задачі протидії таким впливам відноситься саме до задач інформаційної безпеки людини, соціальної групи та держави.

V Висновки

1. Запропоновано новий метод визначення часу на створення інноваційного підприємства, який враховує необхідність створення команди супроводу інновації, що дозволило зв'язати відповідний час із специфічними властивостями комунікації людей із метою спільної діяльності.
2. Виявлено умови для функцій, які можуть використовуватися при обробці експериментальних даних.
3. Показано, що припущення, покладені в основу методу, відповідають як статистичним даним, так і сучасним результатам у сфері економіки та поведінки людини.
4. Обговорено особливості застосування методу в задачах інформаційної безпеки.

Список використаної літератури: ***1***. *Андреєв В. І., Козюра В. Д., Скачек Л. М., Хорошко В. О. Стратегія управління інформаційною безпекою. – К. : ДУІКТ, 2007. – 277 с.* ***2.*** *Шиян А. А. Методи та технології захисту людини від негативного інформаційно-психологічного впливу // Інформаційна безпека. – 2013. – №3(11). – С.98-104.* ***3.*** *Ілляшенко С. М. Інноваційний менеджмент. – Суми : ВТД – Університетська книга, 2010. – 334 с.* ***4.*** *Brehm S. Lundin N. University–industry linkages and absorptive capacity: an empirical analysis of China's manufacturing industry // Economics of Innovation and New Technology. – 2012. – V. 21, N. 8. – P. 837–852.* ***5.*** *Shiyan A. A., Nikiforova L. O. Why Do Inefficient Innovation Institutions Exist in Russia and Ukraine? Mechanisms for Correcting Them, // Innovation & Organizational Behavior eJournal. – 2012. – V. 1, Issue 40.– 31 p. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1981199.* ***6.*** *Acemoglu D. Introduction to Modern Economic Growth. – Princeton : Princeton University Press, 2009. – 1072 p.* ***7.*** *Jackson M. Social and Economic Networks. – Princeton : Princeton University Press, 2010. – 520 p.* ***8.*** *Mas-Collel A., Whinston M. D., Green J. R. Microeconomic Theory. – Oxford : Oxford University Press, 1995. – 977 p.* ***9.*** *Shiyan A. A. Technologies for HR-Managers: Typology for Person's Economic Behavior, Applications and Mechanism Design / A A. Shiyan // Labor: Personnel Economics eJournal. – 2011. – V.3, N70. – 373 p. Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1827706. – 373 p.*

Михаил Дивизинюк, Юрий Столярчук*, Александр Фаррахов

Государственное учреждение «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»,
**Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности*

УДК 53.087.4:534.2

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧСЕКОЙ МОДЕЛИ ВЫЯВЛЕНИЯ ТОНАЛЬНОГО СИГНАЛА В УСЛОВИЯХ ДОМИНИРУЮЩИХ ПОМЕХ

Аннотация: **Показано, что стабильный маломощный источник тонального сигнала может устойчиво обнаруживаться при узкополосном стробировании всей полосы принимаемых частот, вычисления в каждой узкой полосе корреляционной матрицы и последующего её сравнения с нормативной.**

Summary: **It is shown that the stable low-power source of the tone signal can be stably detected with narrowband gating with the entire band of received frequencies, calculation for each narrow band correlation matrix and its subsequent comparison with the standard.**

Ключевые слова: **Маломощный источник тонального сигнала, корреляционная матрица, узкополосное стробирование, фон флюктуирующих помех.**

Введение

Обнаружение полезного сигнала на фоне флуктуирующих помех было и остается одной из актуальных задач в области приема и обработки информации. Условия, когда уровень помех на входе приемного устройства превышает полезный сигнал, принято называть условиями доминирующих помех [1, 2].

Решение этой задачи для конкретных условий в телекоммуникационных системах и радиолокационных системах показано в работах [3 – 5]. Здесь решается оптимизационная задача, повышающая вероятность правильного обнаружения и минимизирующая вероятность ложной тревоги.

Однако иногда возникают прикладные задачи, когда необходимо выявить тональный сигнал в условиях доминирующих помех, например для обнаружения сигнала аварийного буя при поиске потерпевших крушение в море людей; для выявления и фиксации пеленгационного маркера при использовании самонаводящегося оружия; для фиксации ядерного материала, замаскированного под естественный радиационный фон; для оптимизации работы систем экологического мониторинга и т. д.

Решение этих прикладных задач обеспечивается выявлением тонального сигнала в условиях доминирующих помех.

Постановка цели и задач научного исследования

Целью данной работы является разработка математической модели выявления тонального сигнала в условиях доминирующих помех.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи. Во-первых, рассмотреть математическое описание фона (электромагнитного, акустического, радиационного), формируемого двумя независимыми источниками. Во-вторых, решить задачу изменения случайного доминирующего фона систематическим тональным сигналом.

I Математическое описание доминирующего фона, формируемого двумя независимыми источниками

Пусть результатом измерений доминирующего фона (электромагнитного, акустического, радиационного) за определенный промежуток времени является случайная флюктуирующая величина X, а выполненное через определенный промежуток времени измерение доминирующего фона будет вторая случайная флюктуирующая величина Y. Систему из двух, трех …, n – случайных величин можно рассматривать как точку в n – мерном пространстве или n – мерным случайным вектором. Системы случайных величин могут быть непрерывными, дискретными и смешанными в зависимости от типа случайных величин, которые образуют систему. Полной вероятностной характеристикой многомерной случайной величины является закон распределения – соотношение, которое устанавливает связь между областями возможных значений многомерной случайной величины и вероятностями ее появления в этих областях.

Универсальной характеристикой многомерных случайных величин, пригодных для описания непрерывных, дискретных и смешанных случайных величин, есть функция распределения. В случае двумерной случайной величины функция распределения $F(x,y)$ есть вероятность одновременного выполнения двух неравенств $X<x,\ Y<y$, и рассматривается как функция переменных x,y, то есть

$$F(x,y)=P(X<x,\ Y<y). \qquad (1)$$

Вместо плотности вероятности для описания двумерной системы целесообразнее использовать двухмерную характеристическую функцию

$$\Theta_2(jv_1, jv_2) = M\left[e^{j(v_1x+v_2y)}\right] = \int\limits_{-\infty}^{+\infty}\int\limits_{-\infty}^{+\infty} e^{j(v_1x+v_2y)}P(x,y)dxdy\,. \qquad (2)$$

Если x и y – независимые случайные величины с характеристическими функциями $\Theta_1(jv_1)$ і $\Theta_1(jv_2)$, то

$$\Theta_2(jv_1, jv_2) = \Theta_1(jv_1)\ \Theta_1(jv_2).$$

Одномерные функции распределения и плотности вероятности будут выражаться через двухмерные характеристические функции.

$$
\begin{aligned}
&F_1(x) = F_2(x,\infty) = \int_{-\infty}^{x}\int_{-\infty}^{+\infty} P_2(x,y)dxdy, \\
&P_1(x) = \frac{\partial F_1(x)}{dx} = \int_{-\infty}^{+\infty} P_2(x,y)dy, \\
&F_1(y) = F_2(\infty,y) = \int_{-\infty}^{y}\int_{-\infty}^{+\infty} P_2(x,y)dxdy, \\
&P_1(x) = \frac{\partial F_1(y)}{dy} = \int_{-\infty}^{+\infty} P_2(x,y)dx.
\end{aligned} \tag{3}
$$

Закон распределения двух случайных величин X и Y определяется распределением каждой из величин, которые входят в систему, и зависимостью между ними. Степень зависимости случайных величин X и Y характеризуется законом распределения, под которым понимают закон распределения одной из случайных величин, найденной при условии, что вторая случайная величина приняла определенное значение. По теореме умножения законов распределения имеем

$$P_2(x,y) = P_1(x)P_1(y\,|\,x) = P_1(y)P_1(x\,|\,y) \tag{4}$$

где

$$P_1(y\,|\,x) = \frac{\partial F_1(y\,|\,x)}{\partial y}, \qquad P_1(x\,|\,y) = \frac{\partial F_1(x\,|\,y)}{\partial x}$$ – условные плотности вероятностей.

Для независимых случайных X и Y

$$P_2(x,y) = P_1(x)P_1(y) \tag{5}$$

Условие (5) является необходимым и достаточным условием независимости двух случайных величин.

Выражения (2 – 5) позволяют получить соотношения, которые связывают между собой условные и безусловные плотности вероятностей, а также формулу полной вероятности и формулу Байеса для непрерывных случайных величин

$$
\begin{aligned}
&P_1(y\,|\,x) = \frac{P_2(x,y)}{P_1(x)} = \frac{P_2(x,y)}{\int_{-\infty}^{+\infty} P_2(x,y)dy}, \\
&P_1(x\,|\,y) = \frac{P_2(x,y)}{P_1(y)} = \frac{P_2(x,y)}{\int_{-\infty}^{+\infty} P(x,y)dx}.
\end{aligned} \tag{6}
$$

Моменты первого порядка – математические ожидания случайных величин X и Y, которые входят в систему и определяют координаты точки - центра рассеивания системы на плоскости

$$\left.\begin{aligned} m_{10} &= M(x^1y^0) = M(x) = m_x \\ m_{01} &= M(x^0y^1) = M(y) = m_y \end{aligned}\right\}. \tag{7}$$

Моменты второго порядка, дисперсия величин X и Y характеризуют рассеивание случайной точки в направлениях O_x и O_y.

$$\left.\begin{aligned} D_x &= m_{20}^0 = M\left[(X-m_x)^2(Y-m_y)^0\right] = M\left[(X-m_x)^2\right] \\ D_y &= m_{02}^0 = M\left[(X-m_x)^0(Y-m_y)^2\right] = M\left[(Y-m_x)^2\right] \end{aligned}\right\}. \tag{8}$$

Среди смешанных моментов особенную роль играет центральный смешанный момент второго порядка $m^0_{11} = k_{xy}$, который является корреляционным моментом случайных величин X и Y, то есть

$$m_{11}^0 = k_{xy} = M(X_0^1Y_0) = M\left[(X-m_x)(Y-m_y)\right] \tag{9}$$

Для дискретных случайных величин корреляционный момент будет определяться

$$k_{xy} = \sum_i\sum_j (x_i - m_x)(y_j - m_y)P_{ij}\ ,$$

где – $P_{ij} = P(X = x_i, Y = y_j)$, а для непрерывных

$$k_{xy} = \int\limits_{-\infty}^{+\infty}\int\limits_{-\infty}^{+\infty}(x - m_x)(y - m_x)P_2(x, y)dxdy .$$

Корреляционный момент кроме рассеивания величин X и Y также описывает связь между ними. Часто вместо него используют безразмерный коэффициент корреляции, который равняется

$$R_{xy} = \frac{k_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} \tag{10}$$

отношению корреляционного момента к произведению среднеквадратичных значений X и Y.

Коэффициент корреляции по абсолютной величине не превышает единицы и определяет линейно-вероятностную зависимость между случайными величинами. Если X и Y независимые, то их коэффициент корреляции равняется нулю, и они являются некоррелированными.

Отметим, что для условных моментов величины X относительно Y справедливые следующие выражения

$$M(x \mid y) = \int\limits_{-\infty}^{+\infty} xP_i(x \mid y)dx = \frac{\int\limits_{-\infty}^{+\infty} xP_2(x, y)dx}{\int\limits_{-\infty}^{+\infty} P_2(x, y)dx}, \tag{11}$$

$$D(x \mid y) = \int\limits_{-\infty}^{+\infty}\left[x - M(x \mid y)\right]^2 D_1(x \mid y)dx = \frac{\int\limits_{-\infty}^{+\infty}\left[x - M(x \mid y)\right]^2 P_2(x, y)dx}{\int\limits_{-\infty}^{+\infty} P_2(x, y)dx}. \tag{12}$$

Пусть, измеряя доминирующий фон, выполнено n измерений, то есть мы имеем систему из n случайных величин, которые будут характеризоваться математическим ожиданием $M(X_k)$, дисперсией

$$D(X_k) = M\left\{\left[X_k - M(X_k)\right]^2\right\}, k = 1,2,......,n ,$$

и корреляционным моментом

$$K_{x_i x_j} = \left\{\left[X_i - M(X_i)\right]\left[X_j - M(X_j)\right]\right\}, i \neq j$$

или коэффициентом корреляции

$$R_{x_i x_j} = K_{x_i x_j} \mid \sigma_{x_i x_j}, i \neq j .$$

Таким образом, математическое описание доминирующего фона, который формируется двумя или большим количеством независимых факторов, получаемым в ходе опытных непрерывных измерений, является системой из двух или большего числа случайных величин, которые полностью определяются начальными моментами первого и второго порядка (математическим ожиданием и дисперсией), а также смешанным (корреляционным) моментом.

II Решения задачи изменения случайного доминирующего фона тональным сигналом

В теории принятия и обработки сигналов, которые детектируются, считается, что при прямом детектировании выделить полезный сигнал на фоне помехи можно при условии, что полезный сигнал достаточно (как правило в 2 – 4 раза и больше) превышает помеху. В том случае, когда соотношение уровня сигнала и помехи колеблется от 1,2 до 1,8, прием сигнала считается не уверенным, а когда значение сигнала и помехи соизмеримые, то выделение сигнала на фоне шумов становится очень проблематичным. При условии, что сигнал меньше уровня помехи, в нашем случае ниже фона, выделить его возможно только используя статистические (или вероятностные) методы обработки сигналов.

Пусть проводится одноразовое измерение доминирующего фона в течение определенного промежутка времени T. Зафиксирована за это время флюктуирующая случайная величина будет полностью определяться моментом первого порядка – математическим ожиданием m_x, моментом второго порядка – дисперсией, моментом третьего порядка – коэффициентом асимметрии j_1 и моментом четвертого порядка – коэффициентом эксцесса j_2. Допустимо, что флуктуации значений, которые фиксируются, являются гаусовым шумом. Тогда плотность распределения вероятностей будет подчиняться нормальному закону распределения, а коэффициенты асимметрии и эксцесса будет равняться нулю. Другими словами статистическая картина будет отвечать нормальному закону распределения, как показано на рис. 1 (толстая линия). Математическое ожидание m_x численно отвечает измеренному истинному значению доминирующего фона.

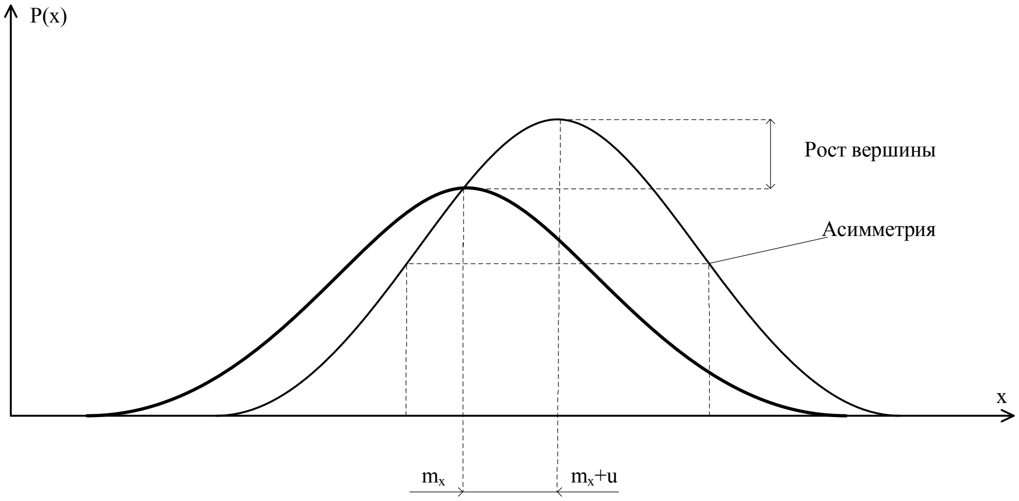

Рисунок 1 – Схема изменения статистической картины доминирующего фона

Теперь в локальное пространство, где происходит измерение доминирующего фона, добавляем источник тонального сигнала. Пусть, его излучение будет постоянным, без любых флуктуаций, а его интенсивность равняется U, причем U меньше m_x . Исходя из того, что дополнительный источник по условиям задания является константой, в соответствии с (7) момент первого порядка – математическое ожидание, общего случайного процесса m_{x+u} увеличится на величину U, а дисперсия на величину 0,16 U.

С изменениями моментов первого и второго порядка пройдут изменения в моментах третьего и четвертого порядка. Во-первых, момент третьего порядка начнет расти от шума и положительный коэффициент асимметрии будет свидетельствовать о смещении левого и правого склонов в сторону роста по оси x. Рост момента четвертого порядка и соответственно коэффициента эксцесса будут характеризовать подъем вершины распределения плотности вероятностей. Фиксируя четыре числовых характеристики и визуальное смещение статистической картины, которая показана на рис. 1, можно делать выводы о наличии (появлении) низкоинтенсивного источника тонального сигнала на локальном участке, где проводится измерение доминирующего фона.

Следовательно, решение задачи выявления тонального сигнала заключается в периодическом, за время T, вычислении статистических характеристик первого, второго, третьего и четвертого моментов и стойкой фиксация наличия разницы, то есть

$$\begin{array}{ll} U=0 & \\ при & \Delta m=\Delta\sigma=\Delta j_1=\Delta j_2=0 \\ U=1 & \\ при & \Delta m\neq 0, \Delta\sigma\neq 0, \Delta j_1\neq 0, \Delta j_2\neq 0 \end{array} \qquad \begin{cases} m_{x+u}-m_x=\Delta m \\ \sigma_{x+u}-\sigma_u=\Delta\sigma \\ j_{1+u}-j_1=\Delta j_1 \\ j_{2+u}-j_2=\Delta j_2 \end{cases}. \quad (13)$$

Теперь пусть выполняется одно измерение доминирующего фона в течение определенного периода T и фиксируется флюктуирующая случайная величина X. Потом выполняется второе измерение в течение второго часового промежутка и фиксируется вторая флюктуирующая случайная величина Y. Этот двумерный случайный процесс будет описываться характеристической функцией (2), математическим ожиданием (7), дисперсией (8) и смещенным корреляционным моментом (9) или безразмерным коэффициентом корреляции (10).

Допустим, выполнено n измерений. Как было отмечено в п. I они будут характеризоваться математическим ожиданием $M(x_k)$, дисперсией $D(x_k)$, корреляционным моментом $K_{x_i x_j}$ и коэффициентом корреляции $R_{x_i x_j}$. Корреляционные моменты для удобства запишем в виде корреляционной матрицы

$$\begin{vmatrix} k_{x_1x_1} & k_{x_1x_2} & k_{x_1x_3} & .... & k_{x_1x_n} \\ & k_{x_2x_2} & k_{x_2x_3} & ... & k_{x_2x_n} \\ & & k_{x_3x_3} & ... & k_{x_3x_n} \\ & & ... & .... & ... \\ & & & & k_{x_nx_n} \end{vmatrix}, \tag{14}$$

а коэффициенты корреляции в виде нормированной корреляционной матрицы

$$\begin{vmatrix} 1 & R_{x_1x_2} & R_{x_1x_3} & .... & R_{x_1x_n} \\ & 1 & R_{x_2x_3} & ... & R_{x_2x_n} \\ & & 1 & ... & R_{x_3x_n} \\ & & ... & .... & ... \\ & & & & 1 \end{vmatrix}. \tag{15}$$

Если все случайные величины X_1, X_2 . X_n независимые (а они независимые по условиям задачи), то они тоже будут некоррелируемыми, собственно все корреляционные моменты будут равняться нулю, а матрицы константам.

Теперь на локальный участок пространства, где проводится измерение доминирующего фона, добавляется источник тонального сигнала, интенсивность которого равняется U, флюктуации отсутствуют. Если раньше корреляционный момент между X_1 и X_2 определялся как

$$k_{x_1x_2} = \{[x_1 - M(x_1)][x_2 - M(x_2)]\}, \tag{16}$$

то теперь он будет

$$k_{(x_1+u)(x_2+u)} = \{[(x_1+u) - M(x_1+u)][(x_2+u) - M(x_2+u)]\}. \tag{17}$$

Преобразуя (17), получаем

$$k_{(x_1+u)(x_2+u)} = k_{x_1x_2} + k_{uu}\ . \tag{18}$$

Теперь с учетом добавления систематического низкоинтенсивного источника в локальном пространстве, где происходит измерение, форма матрицы (14) приобретает вид

$$\begin{vmatrix} (k_{x_1x_1}+k_{uu}) & (k_{x_1x_2}+k_{uu}) & (k_{x_1x_3}+k_{uu}) & .... & (k_{x_1x_n}+k_{uu}) \\ & (k_{x_2x_2}+k_{uu}) & (k_{x_2x_3}+k_{uu}) & ... & (k_{x_2x_n}+k_{uu}) \\ & & (k_{x_3x_3}+k_{uu}) & ... & (k_{x_3x_n}+k_{uu}) \\ & & ... & .... & ... \\ & & & & (k_{x_nx_n}+k_{uu}) \end{vmatrix} \tag{19}$$

С учетом того, что X_1, X_2,...X_n независимые случайные величины (по условию задачи), то их корреляционные моменты будут равняться нулю. Тогда (19) приобретает вид

$$\begin{vmatrix} (k_{x_1x_1}+k_{uu}) & (k_{uu}) & (k_{uu}) & .... & (k_{uu}) \\ & (k_{x_2x_2}+k_{uu}) & (k_{uu}) & ... & (k_{uu}) \\ & & (k_{x_3x_3}+k_{uu}) & ... & (k_{uu}) \\ & & ... & .... & ... \\ & & & & (k_{x_nx_n}+k_{uu}) \end{vmatrix}. \tag{20}$$

Теперь с введением низкоинтенсивного источника значение корреляционной матрицы существенно растет, из-за того, что в каждом столбце и строке появляется дополнительный корреляционный момент, обусловленный тональным сигналом. Степень этого роста будет пропорционален числу измерений n.

Возникает внутреннее противоречие, чем больше измерений n, тем лучше будет выявление низкоинтенсивного источника, но тогда время измерения T соответственно увеличится и будет равняться nT.

Для решения этого противоречия весь диапазон измерений, который определяется крайними (концевыми) длинами волн, разобьем на L участков - поддиапазонов. Тогда решение задачи будет сводиться к стробированию узкополосного участка и вычислению матрицы корреляционных моментов по n измерениям, то есть

$$\begin{array}{ll} U=0 & \\ при & \Delta k_i=0 \\ U=1 & \\ при & \Delta k_i>>1 \end{array} \qquad \begin{cases} k_1^n-k_1^{n0}=\Delta k_1 \\ k_1^n-k_2^{n0}=\Delta k_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ k_L^n-k_L^{n0}=\Delta k_L \end{cases}. \qquad (21)$$

Таким образом, математической моделью выявления тонального сигнала в условиях доминирующих помех есть процесс узкополосного стробирования полосы измерений, вычисления в каждой полосе корреляционной матрицы по семейству реализаций, последующего сравнения вычисленной матрицы с нормативной и принятия решения о наличии источника излучения при значительном расхождении значений матриц.

III Выводы

Одномерная случайная величина, которая характеризует доминирующий фон на локальном участке пространства, полностью определяется моментами низкого порядка, а именно – математическим ожиданием (момент 1-го порядка), дисперсией (момент 2-го порядка), коэффициентом асимметрии (момент 3-го порядка), коэффициентом эксцесса (момент 4-го порядка), связанными с распределением плотности вероятности случайной величины и вычисляемых через характеристическую функцию с использованием преобразований Фурье.

Математическое описание доминирующего фона, который формируется двумя или большим количеством независимых факторов, которые получаем в ходе опытных непрерывных измерений, является системой из двух или большего числа случайных величин, которые полностью определяются начальным моментом первого и второго порядка (математическим ожиданием и дисперсией), а также смещенным (корреляционным) моментом.

Математической моделью нахождения тонального сигнала в условиях доминирующих помех является процесс узкополосного стробирования полосы измерений, вычисления в каждой полосе корреляционной матрицы по семейству реализаций, последующего сравнения вычисленной матрицы с нормативной и принятия решения о наличии источника сигнала при значительном расхождении значений матриц.

*Список использованной литературы: **1**. Ванштейн Л. А. Выделение сигналов на фоне случайных помех / Л. А. Ванштейн, В. Д. Зубаков – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 448 с. **2**. Гольдберг Л. М. Цифровая обработка сигналов. / Л. М. Гольдберг, Б. Д. Матюшкин, М. Н. Поляк – М.: Радиосвязь, 1990. – 256 с. **3**. Белецкий Ю. С. Методы и алгоритмы контрастного обнаружения сигналов на фоне помех с априори неизвестными характеристиками / Ю. С. Белецкий – М.: Радиотехника, 2011. – 436 с. **4.** Защита радиолокационных систем от помех. Состояние и тенденции развития / Под ред. В. И. Меркулова. – М.: Радиотехника, 2003. – 416 с. **5.** Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники / Б. Р. Левин. – М.: Радио и связь, 1989. – 656 с.*

Владимир Хорошко, Юлия Хохлачёва, Елена Скоробогатько, Николай Тимченко
Национальный авиационный университет

УДК 004.321.3:621.327.8

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Аннотация: **Рассматриваются особенности синтеза оптимальной топологии сети передачи данных. Определены показатели качества в виде совокупности вероятностно-временных характеристик**