

15. Veselov G.E., Sklyarov A.A., Sklyarov S.A. Sinergeticheskiy podkhod k upravleniyu traek-tornym dvizheniem mobil'nykh robotov v srede s prepyatstviyami [A synergistic approach to the management of trajectory motion of mobile robots in environments with obstacles], Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie [Mechatronics, Automation, Control], 2013, No. 7, pp. 20-25.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор И.М. Першин.

Скляр Андрей Анатольевич – Южный федеральный университет, e-mail: s.andrey.88@mail.ru; 347900, г. Таганрог, ул. Чехова, 2, к. 403; тел.: +79612957403; кафедра СиПУ; ассистент

Скляр Сергей Анатольевич – e-mail: predator86@mail.ru; тел.: +79034026114; кафедра СиПУ; зав. лабораторией.

Sklyarov Andrey Anatolevich – Southern Federal University; e-mail: s.andrey.88@mail.ru; 2, Chehov street, ap. 403, Taganrog, 347900, Russia; phone: +79612957403; the department of SCP; assistant.

Sklyarov Sergey Anatolevich – e-mail: predator86@mail.ru; phone: +79034026114; the department of SCP; head of laboratory.

УДК 621.396.96

В.Н. Ткаченко, В.В. Коротков, Е.К. Поздняков

ИССЛЕДОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ЦЕЛЕЙ В ПАССИВНЫХ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМАХ ПРИ ПОМОЩИ ФУНКЦИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

Целью данной статьи является анализ исходных параметров на основе функций параметрической чувствительности в методе определения дальности цели пассивными комплексами. Приведен математический аппарат вычисления семейств коэффициентов чувствительности. Получены аналитические выражения и характерный вид семейств коэффициентов чувствительности для метода определения дальности источника радиоизлучения, на основе которых исследовано влияние погрешностей исходных параметров на итоговую погрешность определения дальности источника радиоизлучения. Таким образом, показано использование функций чувствительности для анализа исходных параметров метода. Даны численные примеры, наглядно демонстрирующие удобство используемого метода. Ранее подобный анализ в известных работах не проводился. Важным преимуществом данного метода является использование двухпозиционной пассивной системы вместо трехпозиционной. Статья может быть полезна специалистам при эскизном проектировании пассивной системы измерения дальности.

Радиолокационная станция; источник радиоизлучения; исходные параметры; функция чувствительности; погрешность определения дальности.

V.N. Tkachenko, V.V. Korotkov, E.K. Pozdnyakov

RESEARCH OF THE INPUT PARAMETERS FROM THE TARGET DISTANCE DETERMINATION METHOD IN THE PASSIVE MULTIPOSITION SYSTEM BY USING THE SENSIVITY FUNCTION

The main aim of this article is the analysis of the method's input parameters on basis of the parametric sensitivity functions for the target distance determination in passive location. In this work the mathematical apparatus of the computing of sensitivity coefficients' sets is shown. The analytical expression and the characteristic form of the sensitivity coefficients' sets for the target distance determination method were turned out, on their base the influence of the input parameters accuracy on the resulting accuracy in target distance determination was investigated. Thus there is also shown the using of the sensitivity functions for the method's input parameters analysis. Numerical examples demonstrating

usability of the method are given. There was no such analysis in public works before. Main advantage of this method is using of two-position system instead of three-position system. This article could be useful for specialists during schematic design of passive ranging system.

Radar station; radio emission source; input parameters; sensivity function; accuracy.

Введение. Точность определения положения цели в пространстве является важнейшим критерием качества работы пассивных многопозиционных комплексов (ПМК). В современных ПМК широко используются два основных метода измерения координат: триангуляционный метод (ТАМ) и разностно-дальномерный метод (РДМ) [1].

С целью уменьшения погрешности определения дальности, а также времени наблюдения за целью, был разработан метод определения дальности источника радиоизлучения (ИРИ) на основе измерения периода вращения антенно-фидерной системы радиолокационной станции (АФС РЛС) [2]. Преимуществом метода является меньшая погрешность в сравнении с триангуляционным методом, поскольку уменьшено влияние погрешности определения пеленга на итоговый результат. Вторым важным преимуществом в сравнении с РДМ является возможность определения дальности ИРИ при облучении только двух станций комплекса.

Постановка задачи. Вопрос оценки погрешности определения дальности целей системами пассивной локации достаточно полностью освещен в литературе [3]. Теория параметрической чувствительности, помимо оценки погрешности, позволяет получить зависимость влияния погрешности исходных параметров расчета (таких как разность времени прихода сигнала на станции комплекса, период сигнала, пеленг) на погрешность результата (дальность). Используя семейства функций чувствительности, можно сформулировать рекомендации касательно допустимой погрешности исходных параметров и определить принципиальную возможность применения метода в измерительной системе ПМК. Целью данной работы является исследование исходных параметров искомого метода определения дальности ИРИ с помощью коэффициентов параметрической чувствительности.

Сущность метода. Геометрия расположения двух станций комплекса и РЛС показана на рис. 1, где приняты следующие обозначения: О – положение левой станции комплекса; В – положение правой станции комплекса; А – положение РЛС; γ – угловое направление на РЛС из точки В; ζ – угловое направление на РЛС из точки О; L – расстояние между правой станцией и РЛС; S – расстояние между левой станцией и РЛС; $OB = d$ – расстояние (база) между станциями комплекса; β – угол, под которым видны станции комплекса из точки стояния РЛС; Е – центр окружности, которая является линией постоянного значения угла β ; r – радиус этой окружности; ν – угол под которым видна РЛС из центра окружности [2].

Из рис. 1 следует:

$$S = \frac{d}{\sin \beta} \cdot \sin \gamma = \frac{d}{\sin \beta} \cdot \sin(\zeta + \beta), \quad (1)$$

$$L = \frac{d}{\sin \beta} \cdot \sin \zeta = \frac{d}{\sin \beta} \cdot \sin(\gamma - \beta), \quad (2)$$

$$D = \frac{d \cdot \cos \beta}{\sin \beta}. \quad (3)$$

Выражения (1)–(3) позволяют в полярной системе координат при известных γ , ζ и β рассчитать дальность от станций комплекса до РЛС. Углы γ и ζ измеряются станциями комплекса. Значение угла β можно рассчитать, измерив, период вращения АФС РЛС (T_C) и разницу времени прихода сигнала на станции комплекса (Δt) за счет вращения АФС РЛС, по следующей формуле[2]:

$$\beta = \frac{\Delta t}{T_C} \cdot 2\pi. \quad (4)$$

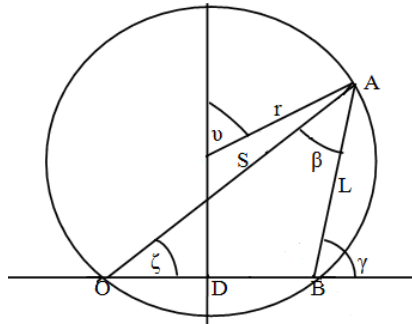


Рис. 1. Геометрия расположения станций комплекса и РЛС на местности

Очевидно, что для данного метода погрешность определения координат в значительной степени определяется погрешностью измерения угла β , которая связана с погрешностью временных параметров T_C и Δt .

Наиболее перспективным выглядит применение данного метода в комбинации с РДМ на небольших дальностях (до 200 км), а также его использование в условиях дальней тропосферной разведке (ДТР).

В условиях дальнего тропосферного распространения радиоволн точное измерение временных параметров T_C и Δt является достаточно сложной задачей. Сложность обусловлена существенными искажениями, которым подвергается сигнал в процессе прохождения через тропосферу. Искажениям подвергаются форма и длительность импульса, амплитуда и период повторения. Традиционно большую величину погрешности имеет значение угла пеленга.

Поэтому практический интерес представляет задача исследования влияния погрешностей исходных параметров на погрешность результата метода.

Построение и анализ функций чувствительности. После преобразования (1)-(4) окончательно получаем следующее соотношение:

$$L = \frac{d}{\sin(2\pi \cdot \frac{\Delta t}{T})} \cdot \sin(\gamma - 2\pi \cdot \frac{\Delta t}{T}). \quad (5)$$

Таким образом, погрешность определения дальности L зависит от погрешности измерения четырех исходных параметров: d , γ , Δt , T . Запишем вектор параметров p в общем виде[4]:

$$p^T = \{d, \gamma, \Delta t, T\}.$$

Пусть известна σ_i погрешность (с.к.о.) измерения параметров $p_i, i = 1, 4$ сигнала от ИРИ.

Дальность до ИРИ вычисляется по формуле (5). При условии точного измерения всех параметров вектора p_0 получим точное значение дальности L_0 . Необходимо оценить погрешность определения положения ИРИ при ошибочных величинах компонентов вектора p . С этой целью разложим величину L в ряд Тейлора в окрестности точного значения дальности ИРИ L_0 , ограничиваясь его линейной частью. В общем случае дальность до ИРИ L получит соответствующее приращение в связи с ошибками измерения параметров, а именно[5]:

$$L(p_0 + \Delta p) = L(p_0) + \sum_{j=1}^4 \frac{\partial L}{\partial p_j} \Delta p_j.$$

Величина смещения значения дальности ИРИ ΔL , обусловленная изменением компонентов вектора параметров p с некоторой погрешностью Δ , определяется через коэффициенты чувствительности следующими соотношениями:

$$\Delta L(d_0 + \Delta d) = \left. \frac{\partial L}{\partial d} \right|_{d=d_0} \cdot (\Delta d), \quad (6)$$

$$\Delta L(\gamma_0 + \Delta\gamma) = \left. \frac{\partial L}{\partial \gamma} \right|_{\gamma=\gamma_0} \cdot (\Delta\gamma), \quad (7)$$

$$\Delta L(\Delta t_0 + \Delta t_\Delta) = \left. \frac{\partial L}{\partial \Delta t} \right|_{\Delta t=\Delta t_0} \cdot (\Delta t_\Delta), \quad (8)$$

$$\Delta L(T_0 + \Delta T) = \left. \frac{\partial L}{\partial T} \right|_{T=T_0} \cdot (\Delta T). \quad (9)$$

Соотношения (6)–(9) содержат величины ошибок определения дальности до ИРИ, которые пропорциональны величине ошибок измерений соответствующих параметров, входящих в вектор p . Коэффициентами пропорциональности являются значения функции чувствительности дальности L к изменению компонентов вектора p , представляющие собой частные производные [5]. Исследование свойств функций параметрической чувствительности в задаче определения дальности ИРИ в воздушном пространстве, контролируемом станциями пассивной локации, представляет интерес для определения таких оптимальных значений исходных параметров, при которых влияние параметрической погрешности на итоговую погрешность определения дальности будет минимальным. Важно также определить суммарную погрешность конечного результата метода.

Дифференцируя соотношение (5) по компонентам вектора параметров p , получим аналитические выражения для вычисления значений коэффициентов чувствительности в виде функции других параметров:

$$\left. \frac{\partial L}{\partial d} \right|_{d=d_0} = \frac{\sin(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{\sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}, \quad (10)$$

$$\left. \frac{\partial L}{\partial \gamma} \right|_{\gamma=\gamma_0} = d \cdot \frac{\cos(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{\sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}, \quad (11)$$

$$\left. \frac{\partial L}{\partial \Delta t} \right|_{\Delta t=\Delta t_0} = -\frac{2\pi \cdot d \cdot \cos(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{T \cdot \sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})} - \frac{2\pi \cdot d \cdot \cos(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T}) \cdot \sin(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{T \cdot \sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})^2}, \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial L}{\partial T} \right|_{T=T_0} &= \frac{2\pi \cdot d \cdot \Delta t \cdot \cos(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{T^2 \cdot \sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})} + \\ &+ \frac{2\pi \cdot d \cdot \Delta t \cdot \cos(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T}) \cdot \sin(\gamma - \frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})}{T^2 \cdot \sin(\frac{2\pi \cdot \Delta t}{T})^2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Соотношения (10)–(13) позволяют исследовать изменения коэффициентов чувствительности от разных исходных параметров метода, определить области значений компонентов вектора p , где коэффициенты чувствительности минимальны.

Таким образом, коэффициент чувствительности – это коэффициент влияния погрешности исходного параметра метода (d , γ , Δt или T) на погрешность результата вычисления (дальность L). Очевидно, что чем меньше коэффициент чувствительности, тем меньше итоговая погрешность при одинаковой погрешности исходных параметров.

Покажем некоторые характерные семейства коэффициентов чувствительности, полученные после моделирования при разных значениях исходных параметров.

На рис. 2 приведено семейство по параметру T зависимостей коэффициента $\frac{\partial L}{\partial d}$ при изменении угла γ .

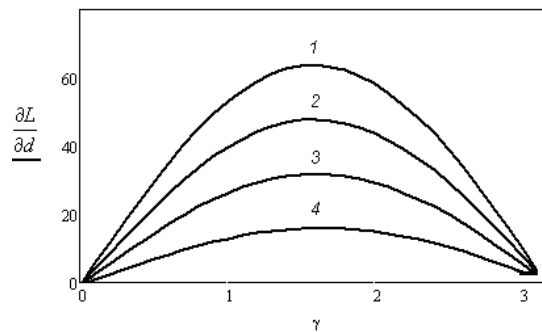


Рис. 2. Семейство по параметру T зависимостей коэффициентов чувствительности дальности L к базе d при изменении угла пеленга γ (1 - при $T=20$, 2 - при $T=15$, 3 - при $T=10$, 4 - при $T=5$)

На рис. 2 показана зависимость коэффициент чувствительности $\frac{\partial L}{\partial d}$ от исходных параметров (T и γ). Очевидно, что согласно (10), данные зависимости изменяются по синусоидальному закону и достигают максимума при значениях $\gamma=\pi/2$. Увеличение периода T также ведет к увеличению коэффициента чувствительности.

На рис. 3 приведено семейство по параметру T зависимостей коэффициента $\frac{\partial L}{\partial \Delta t}$ при изменении времени задержки Δt .

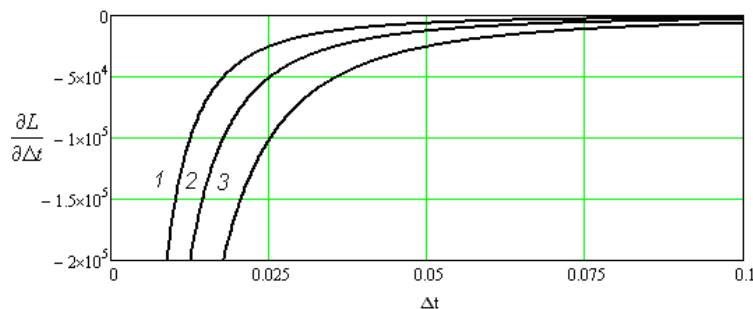


Рис. 3. Семейство по параметру T зависимостей коэффициента чувствительности дальности L к Δt при изменении времени задержки Δt (1 - при $T=5$, 2 - при $T=10$, 3 - при $T=20$)

На рис. 3 показана зависимость коэффициент чувствительности $\frac{\partial L}{\partial \Delta t}$ от исходных параметров (Δt и γ) при постоянном значении $d=20$ км. Как видно из рис. 3, при увеличении значений Δt , зависимость стремительно затухает, образуя область значений Δt , в которой погрешность определения временной задержки не окажет серьезного влияния на погрешность определения дальности ИРИ.

На рис. 4 приведено семейство по параметру γ характерных зависимостей коэффициентов чувствительности $\frac{\partial L}{\partial T}$ при вариации значений базы d .

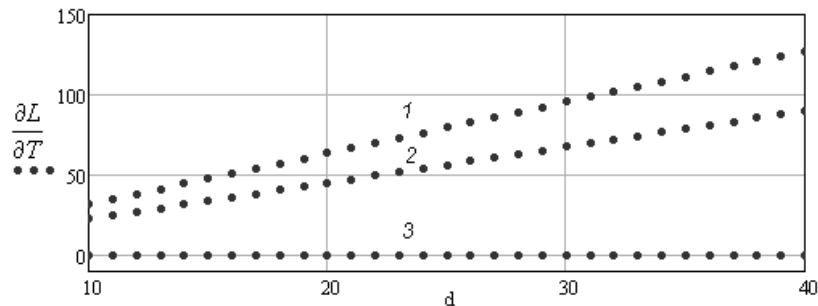


Рис. 4. Семейство по параметру γ зависимостей коэффициентов чувствительности дальности L к периоду T при изменении базы d (1 – при $\gamma=\pi/2$, 2 – при $\gamma=\pi/4$ и $\gamma=3\pi/4$, 3 – при $\gamma=\pi$)

На рис. 4 показана зависимость коэффициента чувствительности $\frac{\partial L}{\partial T}$ от исходных параметров (d и γ) при постоянном значении T .

Таким образом, выбор «оптимальных» исходных параметров метода с точки зрения минимального влияния погрешности исходных параметров на погрешность результата, может быть выполнен следующим образом. Необходимо получить семейства коэффициентов параметрической чувствительности и выбрать, где это возможно, области исходных параметров таким образом, чтобы коэффициенты чувствительности принимали минимальное значение.

Методика применения функций чувствительности для расчета погрешности дальности. Покажем, как можно использовать коэффициенты чувствительности на примере анализа трассы ИРИ. Возьмем некоторую произвольную трассу ИРИ и определим коэффициенты чувствительности в разных точках пространства на дальностях L . Значение базы $d=20$ км, период вращения АФС РЛС $T=3$ с. В соответствии с формулами (10)–(13) вычислим соответствующие значения коэффициентов чувствительности в точках рассматриваемой трассы. Результаты вычислений сведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, коэффициенты чувствительности $\frac{\partial L}{\partial d}$ существенно ниже значений чувствительности к другим параметрам. Погрешность определения величины базы d в современных технических средствах также незначительна, поэтому влиянием погрешности определения величины базы можно пренебречь.

Таблица 1

Результаты вычисления коэффициентов чувствительности на различных дальностях

№ п/п	Дальность L , км	Δt , с	γ , °	$\frac{\partial L}{\partial d}$	$\frac{\partial L}{\partial \Delta t}$, км/с	$\frac{\partial L}{\partial T}$, км/с	$\frac{\partial L}{\partial \gamma}$, км/рад.
1	91	0,075	55	4,60	$-1,402 \cdot 10^3$	35,05	88,81
2	199	0,042	65	9,94	$-4,998 \cdot 10^3$	69,41	114,0
3	226	0,038	67	11	$-6,167 \cdot 10^3$	77	125,5
4	351	0,025	70	17,5	$-14,37 \cdot 10^3$	119	149,3
5	434	0,021	74	21,7	$-21,16 \cdot 10^3$	146,9	145,5
6	548	0,017	75	27,4	$-33,22 \cdot 10^3$	185,5	167,55

Абсолютную погрешность результата вычисления дальности по методу АФС РЛС на основе коэффициентов чувствительности можно записать как

$$\Delta L = \frac{\partial L}{\partial T} \cdot \Delta T + \frac{\partial L}{\partial \Delta t} \cdot t_{\Delta t} + \frac{\partial L}{\partial \gamma} \cdot \Delta \gamma, \quad (14)$$

где $\frac{\partial L}{\partial T}$, $\frac{\partial L}{\partial \Delta t}$, $\frac{\partial L}{\partial \gamma}$ – коэффициенты чувствительности, ΔT , $t_{\Delta t}$, $\Delta \gamma$ – абсолютные погрешности измерений исходных параметров.

Наиболее важным параметром, характеризующим качество работы пассивной системы локации, является отношение погрешности к дальности или относительная погрешность измерения δ , которую можно определить по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta L}{L}, \quad (15)$$

где ΔL – абсолютная погрешность измерения дальности; L – дальность до цели.

Предположим, что абсолютная погрешность определения исходных параметров метода Δ не должна превышать 1 %. Рассчитаем значения абсолютной и относительной погрешности определения дальности в соответствии с формулами (14)–(15).

Таблица 2

Относительная и абсолютная погрешности результата метода на различных дальностях

№, п/п	1	2	3	4	5	6
L , км	91	199	226	351	434	548
ΔL , км	2,95	5,5	6	9	10,5	13,2
δ , %	3,2	2,75	2,68	2,56	2,46	2,42

Как следует из табл. 1, значения коэффициентов чувствительности $\frac{\partial L}{\partial \Delta t}$, $\frac{\partial L}{\partial T}$,

$\frac{\partial L}{\partial \gamma}$ растут с увеличением дальности L , что ведет к росту абсолютной погрешности

ΔL определения дальности в табл. 2. Уменьшение относительной погрешности δ при увеличении дальности вызвано тем, что погрешность определения исходных параметров на всех дальностях остается постоянной и равной 1 %.

Выводы. В данной статье произведено исследование исходных параметров метода определения дальности ИРИ на основе вращения АФС РЛС при помощи коэффициентов параметрической чувствительности. Коэффициенты функции чувствительности являются эффективным средством, позволяющим получить зависимость погрешности результатов метода от погрешности исходных параметров. Функции чувствительности могут применяться в различных информационных системах для определения оптимальных исходных параметров, с точки зрения уменьшения влияния исходных погрешностей на результат. Используя семейства коэффициентов функции чувствительности, можно оценить допустимые погрешности исходных параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ширман Я.Д., Багдасарян С.Т., Маляренко А.С. и др.* Радиозлектронные системы. – М.: Радиотехника, 2007. – 944 с.
2. *Ткаченко В.Н., Коротков В.В., Поздняков Е.К.* Повышение точности определения координат ИРИ пассивными системами при помощи измерения периода вращения АФС РЛС // Радиотехника. – 2012. – № 170. – С. 162-169.
3. *Сайбель А.Г.* Основы теории точности радиотехнических методов местоопределения. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1958. – 56 с.
4. *Розенвассер Е.Н., Юсупов Р.М.* Чувствительность систем управления. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
5. *Томович Р., Вукобратович М.* Общая теория чувствительности. – М.: Советское радио, 1972. – 235 с.
6. *Помазанов А.В., Помазанов С.А.* Разностно-дальномерная система измерения координат источников радиоизлучений на основе акустооптического измерителя параметров сигналов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 3 (80). – С. 137-140.
7. *Помазанов А.В., Роздобудько В.В.* Разностно-дальномерная система измерения координат источников радиоизлучений на основе акустооптического измерителя параметров сигналов // Информационная безопасность: Материалы VI Международной научно-практической конф. (Таганрог, 2004 г.). – С. 344-347.

REFERENCES

1. *Shirman Ya.D., Bagdasaryan S.T., Malyarenko A.S. i dr.* Radioelektronnye sistemy [Electronic systems]. Moscow: Radiotekhnika, 2007, 944 p.
2. *Tkachenko V.N., Korotkov V.V., Pozdnyakov E.K.* Povyshenie tochnosti opredeleniya koordinat IRI passivnymi sistemami pri pomoshchi izmereniya perioda vrashcheniya AFS RLS [Improving the accuracy of determination of coordinates of Iran's passive systems by measuring the period of rotation of the ASF radar], *Radiotekhnika* [Radioengineering], 2012, No. 170, pp. 162-169.
3. *Saybel' A.G.* Osnovy teorii tochnosti radiotekhnicheskikh metodov mestoopredeleniya [Fundamentals of the theory of precision radio positioning methods]. Moscow: Gosudarstvennoe izdatel'stvo oboronnoy promyshlennosti, 1958, 56 p.
4. *Rozenvasser E.N., Yusupov R.M.* Chuvstvitel'nost' sistem upravleniya [The sensitivity of control systems]. Moscow: Nauka, 1981, 208 p.
5. *Tomovich R., Vukobratovich M.* Obshchaya teoriya chuvstvitel'nosti [The General theory of sensitivity]. Moscow: Sovetskoe radio, 1972, 235 p.
6. *Pomazanov A.V., Pomazanov S.A.* Raznostno-dal'nomernaya sistema izmereniya koordinat istochnikov radioizlucheniya na osnove akustoopticheskogo izmeritelya parametrov signalov [Delta-distance measuring system for measuring coordinates of emitters based on acousto-optic meter options signals], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2008, No. 3 (80), pp. 137-140.
7. *Pomazanov A.V., Rozdobud'ko V.V.* Raznostno-dal'nomernaya sistema izmereniya koordinat istochnikov radioizlucheniya na osnove akustoopticheskogo izmeritelya parametrov signalov [Delta-distance measuring system for measuring coordinates of emitters based on acousto-optic meter options signals], *Informatsionnaya bezopasnost': Materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf.* [Information security: proceedings of the VI International scientific-practical conference] (Taganrog, 2004 g.), pp. 344-347.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор К.Е. Румянцев.

Ткаченко Валерий Николаевич – Институт прикладной математики и механики НАНУ (ИПММ НАНУ); e-mail: tkachenko@iamm.ac.donetsk.ua; 83114, Украина, г. Донецк, ул. Розы Люксембург, 74; тел.: (062) 3110436; факс: (062) 3110285; д.т.н.; профессор; заведующий отдела теории управляющих систем.

Поздняков Евгений Константинович – e-mail: us_work@bk.ru; 83012, Украина, г. Донецк, ул. Соколиная, 1а; тел.: (062) 068237; аспирант; инженер-программист ПАО «СКБ РТУ».

Коротков Вячеслав Валентинович – ПАО «СКБ РТУ»; e-mail: korotkov@skbrtu.com.ua; 83012, Украина, г. Донецк, ул. Соколиная, 1а; тел.: (062) 068237; к.т.н.; главный инженер.

Tkachenko Valery Nikolaevich – Institute of Applied Mathematics and Mechanics; e-mail: tkachenko@iamm.ac.donetsk.ua; 74, R. Luxemburg street, Donetsk, 83114, Ukraine; phone: (062) 3110436; fax: (062) 3110285; dr. of eng. sc.; head of theory control system department.

Pozdnyakov Yevgeny Konstantinovich – e-mail: us_work@bk.ru; 1a, Sokolinaya street, Donetsk, 83012, Ukraine; phone: (062) 068237; postgraduate at Institute of Applied Mathematics and Mechanics; engineer-programmer II category at Public Company “SKB RTU”.

Korotkov Vyacheslav Valentinovich – Public Company “SKB RTU”; e-mail: korotkov@skbrtu.com.ua; 1a, Sokolinaya street, Donetsk, 83012, Ukraine; phone: (062) 068237; cand. of eng. sc.; chief engineer.

УДК 621.396.6

А.Н. Зикий, В.К. Лебедев, П.Н. Зламан, Р.Н. Матвиенко

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХ ФИЛЬТРОВ ДЕЦИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Представлены результаты экспериментального исследования двух фильтров дециметрового диапазона на микрополосковой линии и воздушно-полосковой линии. Показано, что по массе, габаритам и технологичности фильтр на микрополосковой линии предпочтительнее. Показано, что потери в полосе пропускания для фильтра на микрополосковой линии составляют 2 дБ, а в полосе заграждения – 42 дБ. Для фильтра на воздушно-полосковой линии эти же параметры составляют 2,5 дБ и 42 дБ соответственно. Отмечено, что отсутствуют ложные полосы пропускания на второй и третьей гармониках сигнала. Приведены фотографии фильтров со снятой крышкой и фотография амплитудно-частотной характеристики обоих фильтров с экрана прибора Х1-55. Исследованный фильтр нашел применение в качестве фильтра гармоник для передатчика сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты.

Фильтр на воздушно-полосковой линии; фильтр на микрополосковой линии; гребенчатый фильтр; АЧХ; эксперимент; СВЧ.

A.N. Zikiy, V.K. Lebedev, P.N. Zlaman, R.N. Matviyenko

EXPERIMENTAL RESEARCH TWO UHF-FILTERS

It is presented results of experimental research two UHF-filters on microstrip and air strip line. It is shown, that weight, dimensions and processability of the microstrip line filter preferably. It is shown, that loss in passband of the filter on the microstrip line is 2 dB and stopband is 42 dB. For filter on the air-strip line same parameters are 2,5 dB and 42 dB respectively. It is noted that there aren't false bandwidth on second and third harmonics of the signal. It is shown photo of filter with cover and photo of the frequency response of both filters from display device X1-55. Researched filter has been applied as a harmonic filter for the frequency hopping transmitter.

Airstrip filter; microstrip filter; comb filter; frequency response; experiment; microwave.