

УДК 654.9

К. т. н. К. В. КОЛЕСНИК¹, д. т. н. А. В. КИПЕНСКИЙ¹,
д. т. н. Ю. П. МАЧЕХИН², д. т. н. Г. И. ЧУРЮМОВ²

Украина, ¹НТУ «Харьковский политехнический институт»,

²Харьковский национальный университет радиоэлектроники

E-mail: kolesniknet@ukr.net

ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХРАНЫ ПЕРИМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ

Предложен метод, основанный на использовании формальных параметров, который существенно упрощает процедуру создания эффективных радиотехнических систем для охраны периметров территориально распределенных объектов на этапе проектирования.

Ключевые слова: радиотехнические системы, охрана объектов, электронные приборы, обеспечение качества.

Создание эффективных радиотехнических систем охраны периметров территориально-распределенных объектов является в настоящее время достаточно актуальной и важной задачей [1, 2]. Актуальность этой задачи обусловлена не только повышенными требованиями к тактико-техническим характеристикам данных систем, но и технико-экономическими аспектами, поскольку их создание требует значительных капиталовложений.

В настоящее время к территориально-распределенным объектам контроля принято относить некоторые участки земной поверхности, имеющие на своей территории здания и сооружения, объединенные общим периметром значительной протяженности. Очевидно, что условия применения радиотехнических систем охраны периметров таких объектов на отдельных его участках могут отличаться друг от друга по различным причинам (назовем их факторами условий применения — **ФУП**), от которых зависит распространение радиоволн, а значит, и эксплуатационные характеристики средств контроля (**СК**). К ФУП могут быть отнесены факторы естественного, природного характера, такие как нелинейность земной поверхности, наличие водных и скальных участков, растительный покров, биологические объекты (птицы и животные), климатические условия и др. К факторам искусственного происхождения относят здания и сооружения в зоне охранного периметра, физические ограждения, источники электромагнитных излучений и т. д. [1, 3].

Проведенные исследования показали, что влияние этих факторов на эффективность СК пространственных объектов и радиотехнических систем охраны периметров в целом носит сложный нелинейный многокритериальный характер [4, 5]. Поэтому использование в качестве критериев оценки качества системы прямых

физических зависимостей характеристик СК от условий применения делает эту задачу достаточно сложной.

На практике зачастую применяются экспертные (эвристические) методы оценки, когда на основании данных об условиях эксплуатации и характеристик средств контроля эксперт определяет для каждого участка охранного периметра те средства, которые, по его мнению, могут быть использованы с наибольшей эффективностью. Безусловно, при этом определенную роль играет субъективный фактор, что в ряде случаев может привести к снижению качества систем охраны. Используемые в радиотехнических системах охраны периметров (**РТСОП**) датчики имеют различные принципы преобразования первичной информации, что усложняет сравнительную оценку их качества в зависимости от условий применения. Поэтому создание научно-обоснованных методов оценки качества РТСОП и методик, упрощающих этот процесс, является важной научно-прикладной задачей. В настоящей работе для этого предлагается использовать упрощенную методику [5, 6], основанную на применении формализованных показателей качества для оценки способности СК выполнять свои функции в различных условиях применения. Принцип проведения такой формализации следующий.

В результате анализа периметр охраняемого объекта разбивается на определенные участки, которые характеризуются рядом ФУП (**рис. 1**). Каждый i -й ФУП имеет свою характеристику P_i . Диапазон ее изменения от минимального значения (P_i^{\min}) до максимального (P_i^{\max}) разбивается на m поддиапазонов ΔP_i^k , величина каждого из которых задается исходя из целесообразной дискретизации всего диапазона изменения P_i . Формализованный показатель качества M_i принимает значения 1, 2, ..., m в пределах соответствующих поддиапазонов (**рис. 2**).

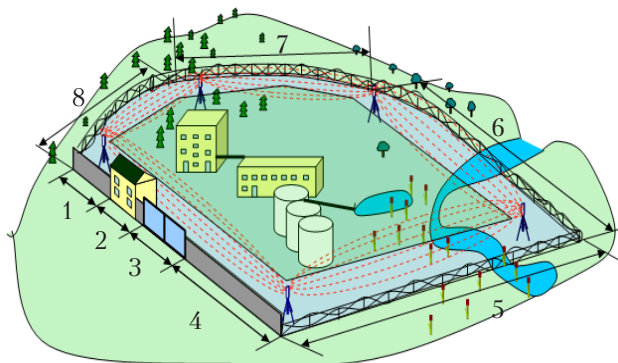


Рис. 1. Схема территориально-распределенного объекта

Приведем пример формализации показателей качества СК для РТСОП территориально-распределенного объекта, схема которого приведена на рис. 1.

К факторам условий применения, влияющим на качество используемых средств контроля, отнесем такие характеристики периметра объекта контроля, как:

- длина контролируемой зоны;
- рельеф местности;
- архитектурно-строительные особенности;
- климатические условия;
- наземный покров.

Отметим, что данный список может быть изменен в зависимости от конкретных требований.

Обозначим формализованные показатели качества СК, соответствующие перечисленным характеристикам, как $K_d, K_p, K_{ac}, K_{кл}, K_{мп}$. Результаты определения их значений приведены в табл. 1—5. Значения показателя K_d ставились в зависимости от длины L контролируемой зоны. Значения K_p определялись в соответствии с коэффициентом нелинейности земной поверхности $k_{нел}$, который учитывает особенности распространения радиоволн. Для определения значений показателя K_{ac} использовались усредненные значения коэффициента отражения радиоволн архитектурно-строительными формами $k_{отр}$, расположенными на периметре объекта контроля. Для определения $K_{кл}$ необходимо учитывать температуру и влажность воздуха. Значения $K_{мп}$ ставились в зависимости от характера земной поверхности, наличия растительности и ее высоты.

Далее относительно выбранных условий формализации была систематизирована имеющаяся в распоряжении база данных средств контроля пространственных объектов [3, 4]. При этом для каждого из рассматриваемых СК с учетом табл. 1—5 были определены значения формализованных показателей качества. Они приведены в табл. 6 для нескольких конкретных СК.

Рассмотрим характеристики ФУП периметра объекта, приведенного на рис. 1. Весь периметр разделим на участки — это будет восемь конт-

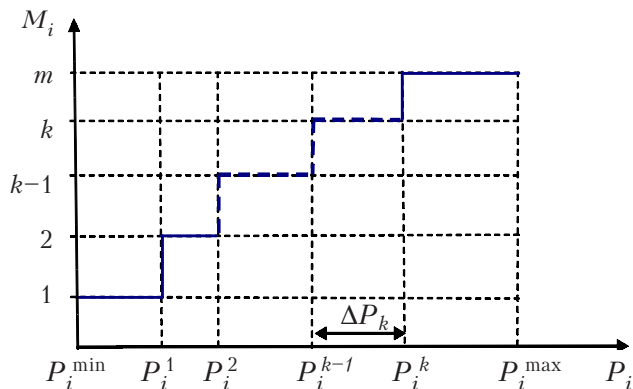


Рис. 2. Зависимость формализованного показателя качества от значения характеристики ФУП

рольных зон, в пределах каждой из которых условия применения можно считать постоянными. Их характеристики приведены в табл. 7. На основании этих данных и данных табл. 1—5 можно определить значения формализованных показателей качества средств контроля для каждой из зон. Они приведены в табл. 8.

По данным табл. 6 и 8 сформируем матрицы значений формализованных показателей качества средств контроля (R) и показателей, определяемых условиями применения (B):

$$R = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 7 & 2 & 3 \\ 3 & 4 & 7 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 6 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 5 & 3 & 2 \\ 5 & 6 & 7 & 2 & 6 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 6 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 7 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 & 2 \\ 3 & 1 & 6 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 4 & 2 & 3 \\ 4 & 3 & 4 & 2 & 4 \\ 4 & 2 & 4 & 2 & 4 \\ 4 & 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Имея две такие численно-определенные матрицы, можно выполнить оценку качества радиотехнических систем охраны периметров территориально распределенных объектов еще на стадии проектирования. Для этого может быть использовано условие достаточности

$$R \geq B. \quad (2)$$

Для наглядности на рис. 3 в виде столбчатых диаграмм показаны значения формализованных показателей качества, определяемых условиями применения в зоне №5 объекта рис. 1 (см. табл. 8), и тех, которые могут быть обеспечены средствами контроля (см. табл. 6). Как видно из рисунка, условию (2) для зоны №5 удовлетворяет только одно СК — «Газон-2». Средства контроля СП4У, FMW 3/2 и ИД-40 не удовлетворяют условию (2) по значению K_d , а ЕМЦ 2/200 — по значению $K_{мп}$.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА: ИССЛЕДОВАНИЯ, РАЗРАБОТКИ

Таблица 1

Формализованный показатель качества в зависимости от длины контролируемой зоны

<i>L</i> , м	<10	10–30	30–100	100–200	>200
<i>K_д</i>	1	2	3	4	5

Таблица 2

Формализованный показатель качества в зависимости от рельефа местности

<i>k_{нел}</i>	<0,05	<0,10	<0,20	<0,30	<0,50	>0,50
<i>K_р</i>	1	2	3	4	5	6

Таблица 3

Формализованный показатель качества в зависимости от архитектурно-строительных форм

Архитектурно-строительные формы	<i>k_{отр}</i>	<i>K_{ас}</i>
Малые формы	<0,10	1
Калитка	0,10–0,15	2
Проездные ворота	0,10–0,30	3
Ограждение из колючей проволоки	0,20–0,40	4
Легкое ограждение	0,30–0,40	5
Капитальное ограждение	0,40–0,60	6
Одноэтажное строение	0,45–0,60	7
Строение более одного этажа	>0,60	8

Таблица 5

Формализованный показатель качества в зависимости от наземного покрова

Характеристика покрова	Высота растительности, см	<i>K_{пп}</i>
Водная поверхность	0	1
Растительность отсутствует	<10	2
Травянистый покров	<30	3
Кустарник и заболоченные участки	<70	4
Редколесье	<150	5
Лесопарковые зоны	>150	6

Таблица 4

Формализованный показатель качества в зависимости от климатических условий

Климатические условия	Температура, °С,	Влажность, %	<i>K_{кл}</i>
Умеренные	–10...+50	80	1
Нормальные	–40...+50	98	2
Сложные	–50...+50	98	3
Особенные	–50...+ 65	98	4

Таблица 6

Значения формализованных показателей качества средств контроля

Тип СК	<i>K_д</i>	<i>K_р</i>	<i>K_{ас}</i>	<i>K_{кл}</i>	<i>K_{рп}</i>
СП4У-40	2	4	7	2	3
FMW 3/2	3	4	7	2	3
ИД-40	2	2	6	3	3
ЕМЦ2/200	4	2	5	3	2
Газон -2	5	6	7	2	6

Таблица 7

Характеристики ФУП контрольных зон периметра объекта (климатические условия – нормальные)

№ зоны	Длина зоны, м	Рельеф (<i>k_{нел}</i>)	Архитектурно-строительные особенности	Покров
1	50	<0,05	Ж/б* ограда	Трава
2	10		КПП**	Асфальт
3	10		Ворота	
4	50	<0,10	Ж/б ограда	Заболоченность
5	120		<0,20	Ограждение из колючей проволоки
6	196	Трава		
7	170			
8	100	<0,10		

Таблица 8

Значения формализованных показателей качества средств контроля для каждой из контрольных зон периметра объекта

№ зоны	<i>K_д</i>	<i>K_р</i>	<i>K_{ас}</i>	<i>K_{кл}</i>	<i>K_{рп}</i>
1	3	1	6	2	3
2	2	1	7	2	2
3	2	1	3	2	2
4	3	1	6	2	4
5	4	2	4	2	4
6	4	3	4	2	5
7	4	3	4	2	5
8	4	2	4	2	3

* Железобетонная; ** контрольно-пропускной пункт

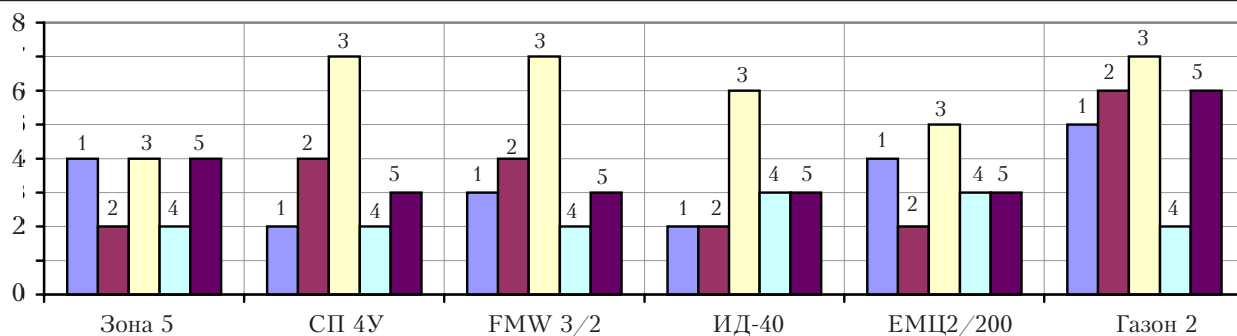


Рис. 3. Диаграмма формализованных показателей качества, определенных для зоны №5 контроля объекта и обеспечиваемых различными СК:
 1 – K_d ; 2 – K_p ; 3 – K_{ac} ; 4 – K_{kl} ; 5 – K_{nsh}

В заключение отметим, что данный метод пригоден для создания эффективных радиотехнических систем охраны периметров территориально-распределенных объектов для практически любых условий применения. Он позволяет осуществлять дискретный выбор средств контроля не путем многокритериального анализа параметров условий применения и характеристик средств контроля, а путем математического анализа двух матриц – состояния периметра объектов контроля и характеристик средств контроля.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения. – Москва: Горячая линия – Телеком, 2008. [Magauenov R.G. Sistemy okhrannoi signalizatsii: osnovy teorii i printsipy postroeniya. Moscow: Goryachaya liniya Telekom, 2008]

2. Колесник К.В., Поляков Г.Е., Чурюмов Г.И. Анализ принципов построения и оценка современного технического уровня радиотехнических систем охраны периметров объектов // Технічна електродинаміка. Тем. вип. «Силовая электроника та енергоефективність». – 2009. – Ч. 2. – С. 104 – 108. [Kolesnik K.V., Polyakov G.E., Churyumov G.I. // Tekhnichna elektrodinamika. Tem. vip. «Silova elektronika ta energoefektivnist'». 2009. Part 2. P. 104]

3. Колесник К.В., Чурюмов Г.И. Аналитический обзор технических средств охраны периметров крупных объектов // Технічна електродинаміка. Тем. вип. «Силовая электроника та енергоефективність». – 2008. – Ч. 5. – С. 127 – 132. [Kolesnik K.V. Churyumov G.I. // Tekhnichna elektrodinamika. Tem. vip. «Silova elektronika ta energoefektivnist'». 2008. Part 5. P. 127]

4. Колесник К.В., Мачехин Ю.П., Чурюмов Г.И. Методы статического моделирования радио-технических систем контроля охраняемых периметров объектов. // Зб. наукових праць ХУПС МО України «Системи обробки інформації». – 2010. – №1 (82). – С. 61 – 65. [Kolesnik K.V., Machekhin Yu.P., Churyumov G.I. // Zb. naukovikh prats' KhUPS MO Ukrayini «Sistemi obrobki informatsiyi». 2010. N1 (82). P. 61]

5. Колесник К.В., Мачехин Ю.П., Бондарец А.И. Применение математических методов для анализа эффективности радиотехнических систем контроля пространственных объектов // Матер. XI МНПК «Современные информационные и электронные технологии». – Украина, г. Одесса. – 2010. – С. 206. [Kolesnik K.V. Machekhin Yu.P. Bondarets A.I. Primenenie matematicheskikh metodov dlya analiza effektivnosti radiotekhnicheskikh sistem kontrolya prostranstvennykh obektov // Mater. XI MNPk «Sovremennye informatsionnye i elektronnye tekhnologii». Ukraine, Odessa. 2010. P. 206]

6. Колесник К.В., Кипенский А.В., Мачехин Ю.П., Чурюмов Г.И. Методика оценки качества радиотехнических систем охраны периметров территориально-распределенных объектов // Материалы XIII МНПК «Современные информационные и электронные технологии». – Украина, г. Одесса – 2012. – С. 175. [Kolesnik K.V. Kipenskii A.V. Machekhin Yu.P., Churyumov G.I. Metodika otsenki kachestva radiotekhnicheskikh sistem okhrany perimetrov territorial'no-raspredeleennykh obektov // Materialy XIII MNPk «Sovremennye informatsionnye i elektronnye tekhnologii». Ukraine, Odessa 2012. P. 175]

Дата поступления рукописи
 в редакцию 06.06 2012 г.

Kolesnik K. V., Kipenskii A. V., Machekhin Yu. P., Churyumov G. I. **Formal indicators to assess the quality of radio systems perimeter security facilities.**

Keywords: radio systems, radio electronic devises, quality assurance.

Quality estimation method based on the use of formal parameters, which greatly simplifies the process of creating effective radio systems for perimeter security of distributed objects in the design phase is proposed.

Ukraine, NTU "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv National University of Radio Electronics.

Колісник К. В., Кіпенський А. В., Мачехін Ю.П., Чурюмов Г. І. **Формалізовані показники для оцінки якості радіотехнічних систем охорони периметрів об'єктів.**

Ключові слова: радіотехнічні системи, охорона об'єктів, електронні прилади, забезпечення якості.

Запропоновано метод оцінювання якості, заснований на використанні формальних параметрів, який істотно спрощує процедуру створення ефективних радіотехнічних систем для охорони периметрів територіально розподілених об'єктів на етапі проектування.

Україна, НТУ «Харківський політехнічний інститут», Харківський національний університет радіоелектроніки.