

одинаковой длиной 1550 м, поэтому из двух вариантов решения задачи ДП можно выбрать наилучший.

Заключение

Оптимальным по выбранному критерию является вариант: на 9 покрытие устанавливаются камеры с вероятностью 0,8; на десятое – 0,6. Таким образом, каждый маршрут проникновения имеет заданный уровень вероятности обнаружения (не меньше и не больше, что очень важно [1]). Другое расположение камер на покрытиях приводит к увеличению стоимости, а также нарушению принципа проектирования – равнопрочности СФЗ.

На рис. 4 представлен граф с изображением девятого и десятого покрытий, на которых необходимо разместить ТСЗ объектов. На рис. 5 обозначено расположение камер видеонаблюдения.

Литература

1. Мишин Е.Т., Соколов Е.Е. Построение систем физической защиты потенциально опасных объектов. М.: Радио и связь, 2005. – 200 с.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Изд. СПбУ, 2007. – 276 с.
3. Грибунин В.Г., Чудовский В.В. Комплексная система защиты информации на предприятии. М.: Академия, 2009. – 416 с.
4. Панин О.А. Проблемы оценки эффективности функционирования систем физической защиты объектов // Безопасность, достоверность, информация. №3, 2005. – С. 22-27.
5. Панин О.А. Как измерить эффективность // Безопасность, достоверность, информация. №2, 2008. – С. 20-24.
6. Мост Безопасности: информационно-аналитический портал по безопасности // <http://www.security-bridge.com>.

METHOD OF FORMING OPTIMAL PLACEMENT ELEMENTS OF PHYSICAL PROTECTION SYSTEM(PPS) ON PROTECTED OBJECT

Garnova N.V., Kostin V.N

In this paper a method of optimizing the deployment of PPS on protected objects is researched. Based on the threat of penetration of the multigraph all routes of entry, which are presented in the form of incidence matrix, are formed. With the covering problem in the incidence matrix all the options prevent the onset of risk are determined. Based on the method of dynamic programming the optimal placement of the object elements of PPS according to the chosen optimization criterion is determined.

Keywords: system of physical protection, Boolean function, the incidence matrix, the criterion of efficiency.

Гарнова Наталья Валерьевна, студентка 4 курса Оренбургского государственного университета (ОГУ). Тел. 89878454534. E-mail: natalie.blagovestnaya@mail.ru

Костин Владимир Николаевич, к.т.н., доцент Кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем ОГУ. Тел. 8-922-843-99-97; 8-912-353-69-22. E-mail: vladimirkostin57@mail.ru

УДК 621.396.677; 621.397.671

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ АПЕРТУРНОЙ СЛУЧАЙНОЙ АНТЕННЫ

Маслов О.Н., Раков А.С., Силкин А.А.

В статье представлены результаты экспериментального определения уровней электромагнитного поля (ЭМП), создаваемого физической моделью апертурной случайной антенны (АСА). Показано, что при исследовании ЭМП реальной АСА методом статистического имитационного моделирования (СИМ) можно использовать понятие «фазовая ошибка».

Ключевые слова: уровни электромагнитного поля, апертурная случайная антенна, физическое моделирование АСА, амплитудные и фазовые ошибки,

метод статистического имитационного моделирования АСА

Направленные свойства АСА в виде прямоугольного отверстия в проводящем экране исследованы методом СИМ в [1-5]. Условия возбуждения АСА моделируются по аналогии с [6-7] путем решения соответствующих внутренних задач статистической теории антенн (СТА), связанных с определением законов распределения случайных факторов, влияющих на ее эффективность в раз-

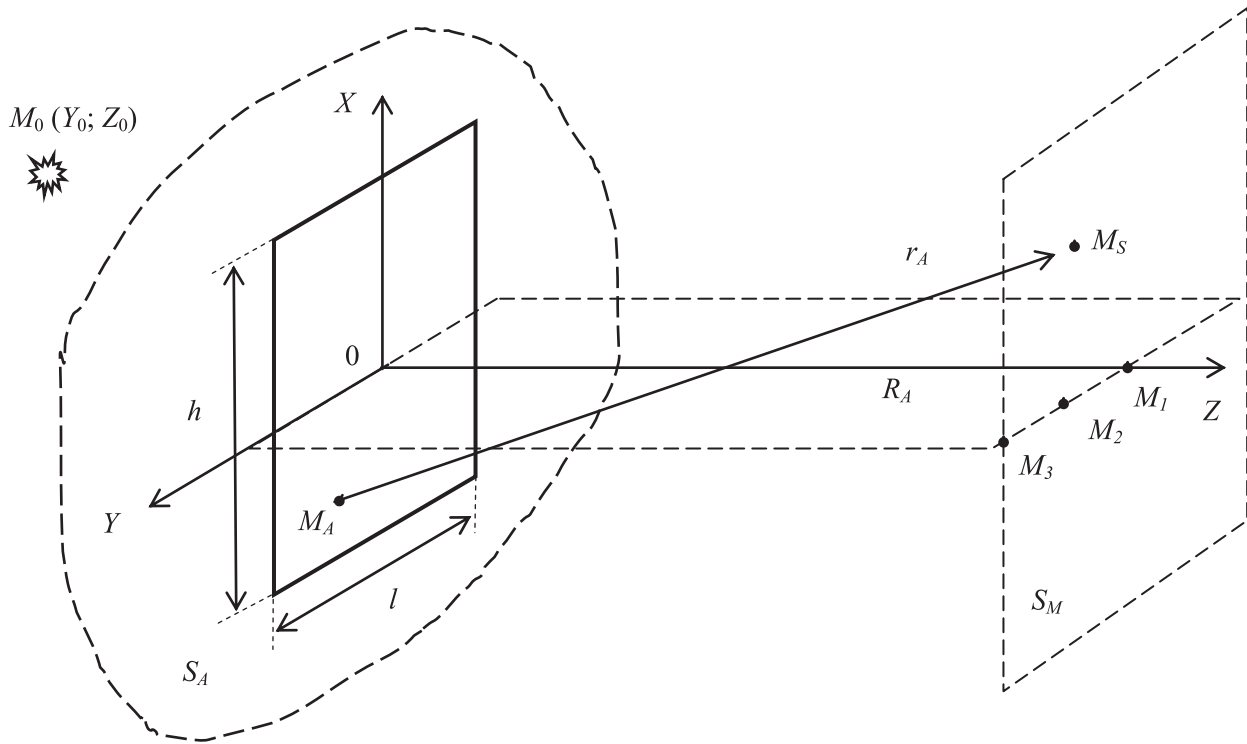


Рис. 1. Расположение АСА в декартовой системе глобальных координат и схема лабораторного эксперимента

ных режимах функционирования (амплитудных, фазовых, частотных, временных и геометрических или пространственных ошибок). Разработка СИМ-модели АСА является одним из этапов проектирования системы активной защиты (САЗ) от утечки конфиденциальной информации (КИ) через нее [8-9].

Открытым, однако, остается вопрос о том, в каком виде полученные результаты могут быть использованы при проектировании конкретных вариантов САЗ КИ – в первую очередь это касается типов ошибок, подлежащих моделированию, а также числовых параметров их вероятностных моделей. Экспериментальные материалы, которые можно было бы принять в качестве исходных данных при проектировании таких САЗ, в необходимом объеме сегодня отсутствуют.

На восполнение данного пробела в теории и практике моделирования АСА направлены [10] и настоящая статья.

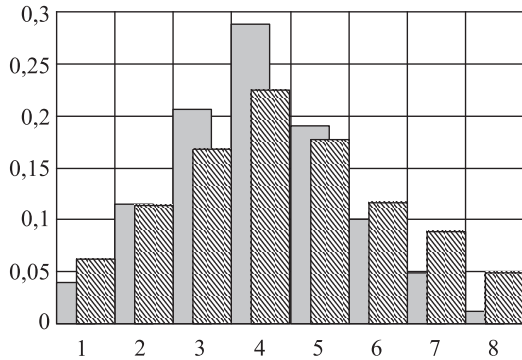
Геометрию внешней задачи СТА иллюстрирует рис. 1: прямоугольная АСА с размерами $l \times h$ расположена на поверхности S_A , совпадающей с плоскостью XOY системы глобальных декартовых координат; расстояние от S_A до плоскости S_M , в которой определяется структура ЭМП, равно R_A ; расстояние от элемента АСА, расположенного в точке M_A на поверхности S_A , до точки наблюдения M_S на плоскости S_M есть r_A .

Будем считать, что источник ЭМП, расположенный слева от S_A в точке M_0 с координатами $X_0; Y_0; Z_0$, создает в раскрыве АСА сложное по структуре возбуждающее поле \dot{E}_0 с круговой частотой ω_k , соответствующей k -ой гармонике его частотного спектра. Как это принято в СТА, будем также считать, что \dot{E}_0 можно представить в виде суперпозиции детерминированной (регулярной) и случайной (нерегулярной) составляющих. На регулярное поле, квазиравномерное в пространстве по амплитуде и фазе, накладывается стохастическая составляющая в виде совокупности амплитудных и фазовых ошибок, представляющих собой случайные отклонения от регулярных распределений амплитуд и фаз (значения которых в рамках метода СИМ «разыгрываются» с помощью компьютерной технологии метода Монте-Карло для заданного – в нашем случае равномерного закона [1-3; 8-9]). Исходные данные для проведения СИМ могут быть конкретизированы и уточнены экспериментальным путем, а в тестовых случаях – при помощи расчетных соотношений.

Рис. 1 иллюстрирует также схему лабораторного эксперимента, призванного показать правомерность применения подхода СТА к рассматриваемой ситуации [1-2]. Физической моделью АСА является одиночное прямоугольное отверстие в плоском проводящем экране, которое на частоте 10 ГГц возбуждается

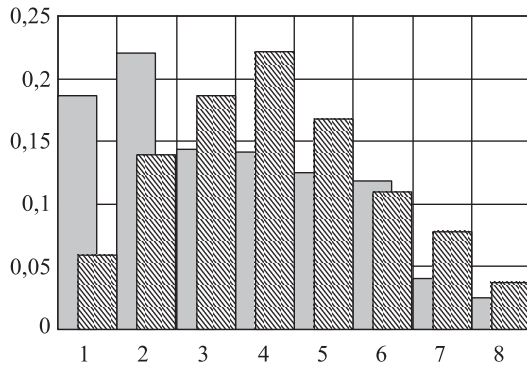
излучателем в виде открытого конца волновода с поперечным сечением $23 \times 10 \text{ мм}^2$. Если изменять координаты этого излучателя $M_0(Y_0; Z_0)$ некоторым заданным (случайным или детерминированным) образом, фазы сигналов, возбуждающих разные точки M_A , будут изменяться – что может быть эквивалентно появлению фазовой ошибки в АСА при отсутствии амплитудных ошибок. Прогнозируемые значения фазовой ошибки достигают $\Delta\varphi_{MAX} = \pm 180^\circ$ при $R_A = 2 \text{ м}$; $l = 0,15 \text{ м}$; $h = 0,18 \text{ м}$; $Y_0; Z_0 [-0,04; 0,1] \text{ м}$.

$P(E)$



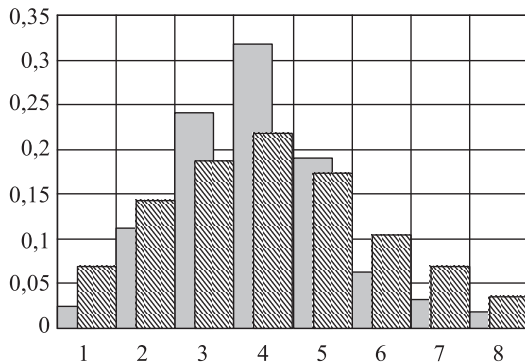
а)

$P(E)$



б)

$P(E)$



в)

Рис. 2. Совмещенные гистограммы распределения уровней напряженности поля для физической модели АСА (слева – экспериментальные; справа – полученные методом СИМ) в точках, показанных на рис. 1 а) M_1 ; б) M_2 ; в) M_3

на рис. 2

Точка	M_1	M_2	M_3
Эксперимент			
Пределы; В/м	2,15 ... 9,33	1 ... 10,6	3,35 ... 14,45
Шаг; В/м	0,9	1,2	1,4
Расчет методом СИМ			
Пределы; В/м	$1,25 \cdot 10^{-3} \dots 0,415$	$1,8 \cdot 10^{-3} \dots 0,36$	$9,9 \cdot 10^{-4} \dots 0,22$
Шаг; В/м	0,05	0,045	0,025

Проводя данный эксперимент $N \gg 1$ раз при разных значениях $Y_0; Z_0$, можно сравнить полученные гистограммы уровней E в заданной точке M_S на плоскости S_M – далее для краткости $E(M_S)$ – с аналогичными гистограммами, которые найдены методом СИМ для фиксированных значений $\Delta\varphi_{MAX}$. Степень взаимного соответствия этих гистограмм будет говорить о допустимости (или недопустимости) использовать понятие «фазовая ошибка».

При проведении физического эксперимента возбуждающий излучатель последовательно перемещался по узлам прямоугольной сетки в пределах $Y_0; Z_0$ с шагом 0,01 м. Три варианта выбора точки M_S соответствовали $M_1(0; 0; 2)$, $M_2(0; 0,25; 2)$ и $M_3(0; 0,5; 2)$, как это показано на рис. 1. Поскольку результаты определения $E(M_S)$ методом СИМ зависят от $\Delta\varphi_{MAX}$ и числа корреляционных кластеров [1-3] в раскрые АСА N_{KL} , пространство параметров для них является двумерным – это позволяет использовать представление их в виде трехмерной поверхности. Оценка степени взаимной близости экспериментальных и расчетных гистограмм производилась с применением критерия σ по методу наименьших квадратов

(МНК) как $\sigma = \left(\sum_{i=1}^{N_{INT}} (|P_{Pi} - P_{Ci}|^2) \right)^{\frac{1}{2}}$, где i – номер интервала; P_{Pi} и P_{Ci} – частота попадания в i -ый интервал, соответственно, для экспериментальной (левой на рис. 2) и расчетной (правой на рис. 2) гистограмм.

Выбор числа интервалов $N_{INT} = 8$, используемых при построении гистограмм, был продиктован, с одной стороны, требованием желательной наглядности и точности их последующего сравнения, с другой стороны – стремлением избежать влияния недостаточно большого объема выборки ($330 \leq W \leq 616$) при проведении физического эксперимента.

Таблица 1. Параметры совмещения гистограмм $P(E)$

Для каждой пары $\Delta\varphi_{MAX}$ и $N_{KЛ}$ определялись значения σ , минимум которого соответствует наилучшему совпадению сравниваемых гистограмм. Хотя, в принципе, σ является случайной величиной, статистический анализ ее свойств не проводился, и для уменьшения влияния вариативности σ исследовались 10^4 реализаций $E(M_S)$. Эксперименты СИМ проводились при значениях $N_{KЛ} = 4; 9; 16; 25; 36; 49; 64; 144$ и 256 ; $\Delta\varphi_{MAX} [10^\circ; 180^\circ]$ с шагом 10° .

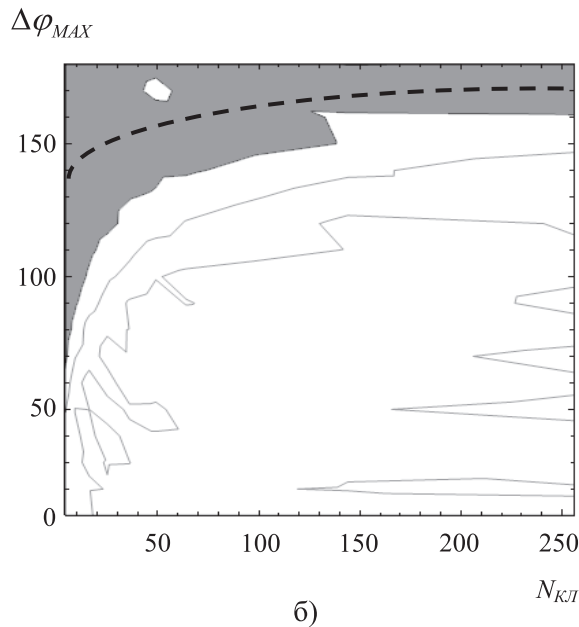
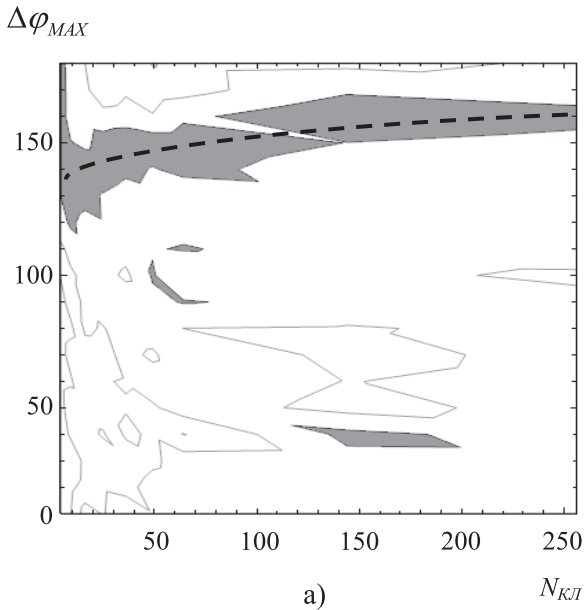


Рис. 3а-б. Графики зависимости σ от значений $\Delta\varphi_{MAX}$ и $N_{KЛ}$:
а) для $M_1(0;0;20)$;
б) для $M_2(0;2,5;20)$

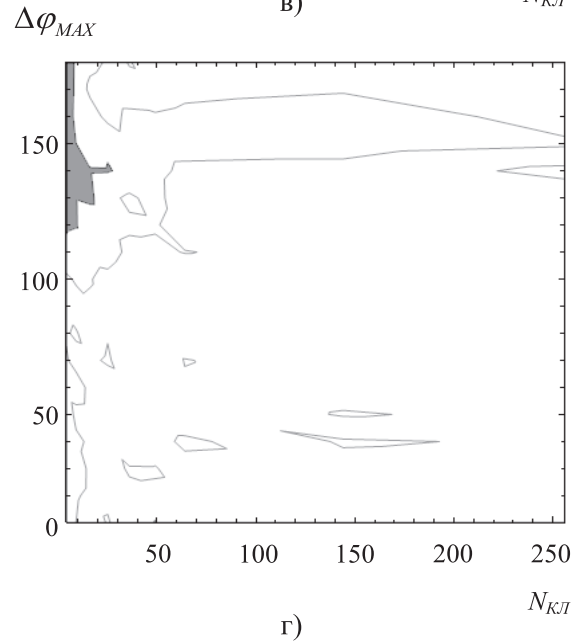
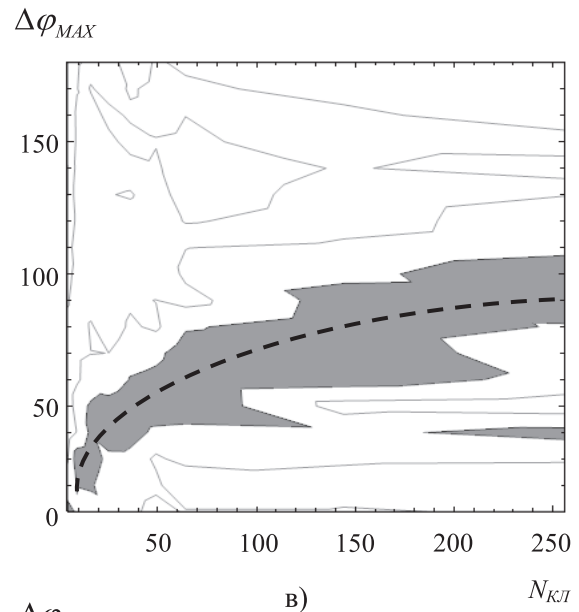


Рис. 3в-г. Графики зависимости σ от значений $\Delta\varphi_{MAX}$ и $N_{KЛ}$:
в) для $M_3(0;5;20)$;
г) для всех трех точек

Другие параметры СИМ-модели выбирались эквивалентными параметрам физической модели АСА с учетом масштаба 10:1 – при котором 1 м для физической модели АСА «равняется» 10 м для ее СИМ-модели. Гистограммы $E(M_S)$ для всех точек $M_1...M_3$ приводились к общему относительному диапазону из 8 интервалов, параметры которых указаны в таблице 1.

Результаты определения зависимости σ от значений $\Delta\varphi_{MAX}$ и $N_{KЛ}$ представлены на рис. 3а-г. Критерием приемлемого соответствия гистограмм $E(M_S)$ друг другу является условие $\sigma \leq 0,25$ (соответствующие ему области на рис. 3а-б и рис. 3в-г зачернены).

Из графиков рис. 3а-б, соответствующих точкам M_1 и M_2 , близким к оси Z на рис. 1, видно, что при $\Delta\varphi_{MAX} = 140^\circ \dots 180^\circ$ достаточно обширная зона наилучшего совпадения гистограмм $E(M_s)$ мало зависит от числа кластеров $N_{KЛ}$, определяющего корреляционные свойства поля возбуждения АСА (см. также «средние» графики, показанные утолщенными штриховыми линиями). В более удаленной от оси Z точке M_3 (см. рис. 3в) указанная зона соответствует $\Delta\varphi_{MAX} \leq 100^\circ$, хотя качественная картина та же.

Поэтому имеет смысл оценить общую зону взаимного соответствия экспериментальных и расчетных гистограмм для всех трех точек $M_1 \dots$

M_2 , используя критерий $\sigma_{общ} = \left(\sum_{j=1}^3 \sigma_j^2 \right)^{1/2}$, где

σ_i – значение критерия МНК, полученное для i -ой точки (см. рис. 3а-в), $i \in [1; 3]$. График $\sigma_{общ}$, представленный на рис. 3г, показывает резкое уменьшение указанной зоны (по-видимому, за счет влияния σ_3 – см. рис. 3в), которая в данном случае соответствует $\Delta\varphi_{MAX} = 130^\circ \dots 180^\circ$ и $N_{KЛ} \leq 9$. Условию $\sigma_{общ} \leq 0,25$ здесь удовлетворяют только три точки: $\Delta\varphi_{MAX} = 160^\circ; 170^\circ$ и 180° при $N_{KЛ} = 4$.

Изложенное показывает, что путем проведения экспериментальных измерений на лабораторных моделях и реальных объектах, анализируя производственно-технологические материалы и расчетные данные, а также реализуя другие исследовательские действия в рамках экспертного, вероятностно-статистического и теоретико-вероятностного подходов, которыми располагает современная теория управления сложными системами [5], можно существенно уменьшить неопределенности, присущие исходным данным для проведения СИМ при исследовании АСА. Представленные в статье результаты подтверждают правомерность применения понятия «фазовая ошибка» при исследовании работы АСА в гармоническом режиме и выбранные для проведения СИМ в качестве исходных данных на частотах выше 20 МГц значения $N_{KЛ} \leq 16$ и $\Delta\varphi_{MAX} = 60^\circ \dots 180^\circ$ [1-3].

Литература

1. Маслов О.Н., Раков А.С., Силкин А.А. Статистические характеристики поля решетки

апертурных случайных антенн // Радиотехника и электроника. Т.58, №11, 2013. – С. 1093-1101.

2. Маслов О.Н., Раков А.С., Силкин А.А. Статистические характеристики поля апертурной случайной антенны с учетом корреляционной связи между ошибками // Антенны. №12, 2012. – С. 3-10.

3. Маслов О.Н., Раков А.С., Силкин А.А. Статистические характеристики поля апертурной случайной антенны // ИКТ. Т.10, №2, 2012. – С.64-75.

4. Maslov O.N., Rakov A.S. The Research of Random Antennas Method of Statistical Simulation // Applied and Fundamental Studies. Proc. of the 1-st IAC. Vol. 1. October, 2012. St. Louis, USA. – P. 251-256.

5. Maslov O.N., Rakov A.S., Silkin A.A. Statistical Simulation of Random Antennas like Development of the Statistical Theory Antennas // Proceedings of the IX International Conference on Antenna Theory and Techniques ICATT'13. – IEEE Ukraine, 2013, Odessa. – P. 53-58.

6. Маслов О.Н. Возможности и перспективы применения метода СИМ при решении внутренних задач СТА // ИКТ. Т.8, №2, 2010. – С. 8-22.

7. Маслов О.Н., Раков А.С. Статистическое имитационное моделирование характеристик сигнала возбуждения САФАР // ИКТ. Т.4, №1, 2006. – С. 45-52.

8. Алышев Ю.В., Маслов О.Н., Раков А.С., Рябушкин А.В. Исследование случайных антенн методом статистического имитационного моделирования // Успехи современной радиоэлектроники. №7, 2008. – С. 3-41.

9. Маслов О.Н. Применение метода статистического имитационного моделирования для исследования случайных антенн и проектирования систем активной защиты информации // Успехи современной радиоэлектроники. №6, 2011. – С. 42-55.

10. Заседателева П.С., Маслов О.Н., Раков А.С., Силкин А.А. Взаимодействие случайных антенн, размещенных в многоэтажном офисном здании // ИКТ. Т.11, №3, 2013. – С. 83-86.

THE MODELLING OF THE EXCITATION CONDITIONS OF THE RANDOM APERTURE ANTENNA

Garnova N.V., Kostin V.N.

The paper presents the results of an experimental and computer modeling of the levels of electromagnetic fields intensity (EMFI) generated by a physical simulation of a random aperture antenna (RAA). It is proved that the term «phase error» can be used in study of EPMI of real RAA by statistical simulation method described in the article.

Keywords: the levels of electromagnetic fields intensity, random aperture antenna, physical simulation of RAA, amplitude and phase errors, the statistical simulation method.

Маслов Олег Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий Кафедрой экономических и информационных систем Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). Тел. 8-846-228-00-36; 8-902-371-06-24. E-mail: maslov@psati.ru

Раков Александр Сергеевич, к.т.н., доцент Кафедры мультисервисных сетей и информационной безопасности (МСИБ) ПГУТИ. Тел. 8-927-651-41-96. E-mail: racov-as@psuti.ru

Силкин Алексей Андреевич, ассистент Кафедры МСИБ ПГУТИ. Тел. 8-909-344-70-39.

УДК 004.56

АЛГОРИТМ ЗАЩИЩЕННОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Кузнецов М.В., Чигирь Р.В.

В статье рассмотрены аспекты информационной безопасности при использовании технологий облачных вычислений, выявлены уязвимости клиентского соединения и предложен новый алгоритм защищенной аутентификации.

Ключевые слова: облачные вычисления, уязвимость клиента, взаимная проверка подлинности, защищенная аутентификация, «Kerberos», VPN.

Современный телекоммуникационный рынок претерпевает в последнее время принципиальное изменение в понимании о продукте, предоставляемом конечному пользователю. Время, когда телекоммуникационные компании предоставляли только услуги пользования линейными сооружениями связи, постепенно подходит к концу. Подобный подход уже не способен обеспечить прежний уровень доходности, что был, например, десять лет назад. Поэтому компании идут на расширение оказываемых услуг. Такими услугами могут стать различные сервисы, оказываемые по принципу облачных технологий. Данное направление в области построения и пользования сетевых структур является новым, эффективным и весьма перспективным, так как позволяет обеспечить максимальную производительную мощность при минимальном капиталовложении в саму организацию сети. Данная структура становится столь привлекательной еще и потому, что позволяет легко и динамично масштабировать необходимые ресурсы под нужды конкретных

пользователей и автоматизировать все протекающие ИТ-процессы, выбирая готовые пакеты облачных платформ.

Однако из-за того, что данный подход является новым, и еще не изучены все возможные проблемы и уязвимости, возникает вопрос о безопасности использования подобных систем. Тем более что сервисы, использующие подобный подход к организации своей структуры, уже начинают сталкиваться с тем, что прежние меры и способы перестают быть столь же эффективными что и прежде. Самыми известными случаями за последнее время стали атаки на сервисы Amazon и eBay, а также на сервис закладок Magnolia. Опыт данных компаний показал, насколько могут быть уязвимы облачные сервисы при использовании мер безопасности предыдущего поколения, не учитывающих всех особенностей построения облачной инфраструктуры. Также стало ясно, что если не обеспечить должный уровень безопасности, то можно понести не только финансовые убытки, но и потерять большую часть своей клиентской базы, как в случае с Magnolia.

Одними из отличительных свойств облачных вычислений является доступность их ресурсов из любой точки мира, с любого терминала пользователя, имеющего выход к сети Internet, а также отсутствие географической привязки вычислительной инфраструктуры самого облака. Именно реализация этих функций и мешает использо-