

УДК 681.513(045)

DOI: 10.22213/2410-9304-2017-1-118-121

М. В. Телегина, кандидат технических наук, доцент*И. М. Янников*, доктор технических наук, доцент

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

В. А. Куделькин

Концерн «Интегра-С», г. Самара

И. С. Ушаков, магистрант

ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Статья посвящена исследованию основных подходов в области оценки безопасности потенциально опасных объектов. Рассмотрено определение безопасности потенциально опасного объекта на основе построения интегральной оценки риска, основанное на методологии формирования комплексных оценок.

Показано что методы оценки безопасности с помощью комбинации методов экспертной оценки, нечетких множеств и логико-вероятностных методов позволяют успешно оценить безопасность системы защиты потенциально опасных объектов, но практически всегда требуют участия эксперта для оценки ущерба. На основе метода Клементса – Хоффмана, в котором для описания системы защиты с полным перекрытием используются множества угроз, механизмов защиты и объектов защиты, предложена система моделирования и расчета состояния защищенности потенциально опасных объектов. Предложенная система при вводе данных о соответствующих угрозах и средствах защиты может применяться для расчета любого вида защищенности опасных объектов.

Ключевые слова: потенциально опасный объект, интегральная оценка риска, матрица свертки, система защиты с полным перекрытием.

Оценка безопасности потенциально опасных объектов (ПОО) является повседневной задачей в области государственного надзора. К потенциально опасным объектам относятся объекты, на которых расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек. Для эффективного решения задач по защите ПОО необходимо постоянно следить за возникновением новых угроз и разработкой новых средств защиты. Однако с ростом угроз ПОО становится все труднее спроектировать экономически выгодную систему защиты, способную противостоять всем угрозам.

Комбинацию вероятности успешной реализации угрозы и величины потенциального ущерба представляет собой *риск*. В настоящее время существует достаточно много методов и способов оценки ситуаций и рисков. Методы оценки рисков включают: количественную оценку с помощью методов математической статистики, методы экспертной оценки рисков, методы имитационного моделирования, комбинированные методы [1]. Оценка риска возникновения нарушения физической безопасности проводится для каждого конкретного объекта. При этом могут быть использованы следующие методы [2]:

- математическое моделирование распределения вероятности рисков события;
- экспертная оценка методами Дельфи и ранжирования;
- метод непосредственной оценки, численное интегрирование двумерной функции риска во времени и пространстве;
- интерполяция функции траектории проведенного мероприятия.

Для определения последствий событий нарушения физической защиты ПОО, оценки показателей

надежности и риска используется Национальный стандарт РФ ГОСТ Р МЭК 62502-2014 [3]. В нем установлены основные принципы метода анализа дерева событий и приведены требования по моделированию последствий инициирующих событий, а также качественному и количественному анализу показателей надежности и риска.

Оценку безопасности можно представить в виде процесса анализа накопленных ранее данных, опроса мнения экспертов или работы математического аппарата для выявления тенденций, процессов, оказываемых человеком и окружающей средой на безопасность, результатом чего является четкое всестороннее представление о ситуации на каком-либо ПОО.

Определение безопасности ПОО на основе построения интегральной оценки риска основано на методологии формирования комплексных оценок, определяющей систему формальных и экспертных процедур [4]. Эта методология может быть использована для широкого класса задач оценивания и может быть представлена в виде следующих процедур:

- для оцениваемого объекта определяется набор параметров $\{a_i\}$;
- с целью получения комплексной оценки параметры попарно сравниваются друг с другом при помощи матриц сверток;
- полученные характеристики в свою очередь опять попарно сравниваются между собой при помощи матриц сверток уже следующего уровня;
- процедура повторяется до тех пор, пока не останется одна характеристика, которая и представляет собой комплексную оценку объекта.

Для реализации изложенной процедуры на всех уровнях определяются пары характеристик, которые будут сравниваться, а также соответствующие им матрицы сверток. Матрицы сверток строятся таким

образом, чтобы из определенных на самом низком уровне значений оценок можно было получить оценки всех характеристик на всех уровнях.

Зная интегральные оценки ущерба каждого варианта и его вероятность, можно определить вероятности возможных значений оценки интегрального ущерба Q_j , следовательно, и риск:

$$R = \sum_{j=1}^m Q_j j,$$

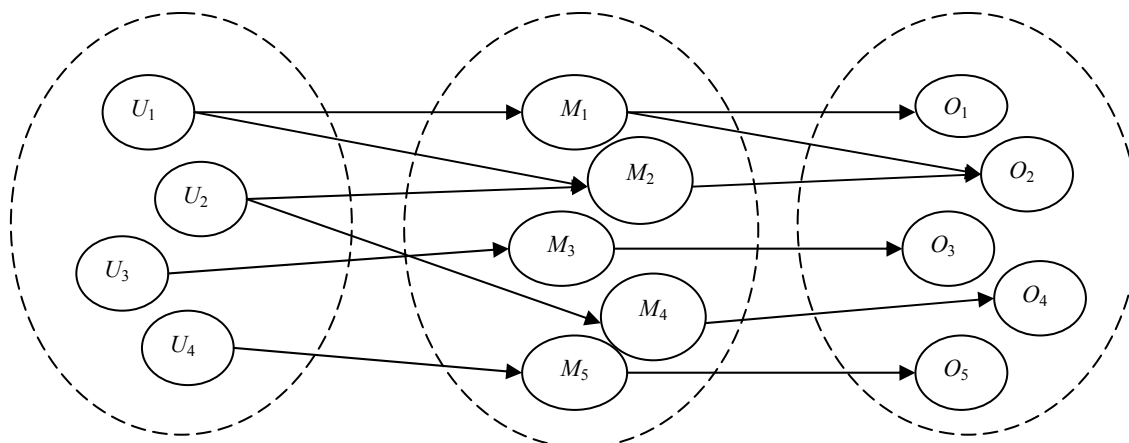


Рис. 1. Защитная система с наличием полного перекрытия

Для описания системы защиты с полным перекрытием используются следующие множества:

- $U_i, i = 1...n$ – угрозы;
- $M_k, k = 1...l$ – механизмы защиты;
- $O_p, p = 1...t$ – объекты защиты.

Таким образом, процесс защиты объекта представляется в виде 3-мерного кортежа $S = \{O, M, U\}$. Система защиты с полным перекрытием должна предусматривать средства защиты на каждый путь проникновения [5].

Используя операцию свертки «*»:

$$A = (a_{i,k})_{\substack{k=1...q \\ i=1...n}}$$

$$B = (b_{k,j})_{\substack{j=1...m \\ k=1...q}}$$

$$C = (c_{i,j})_{\substack{j=1...m \\ i=1...n}}$$

$$A * B = C$$

$$c_{i,j} = \max_{k=1...q} (a_{i,k} b_{k,j}),$$

получим цепочку $U_i \rightarrow M_j \rightarrow O_q$, которая для атаки U_i дает максимальную вероятность поражения объекта O_q . Величина защищенности всей системы

$$S = \frac{1}{\sum_{i,j} P_i Q_j},$$

где P_i – вероятность осуществления угрозы U_i ; QU – величина ущерба при осуществленной атаке (угрозе).

Таким образом, данный метод можно успешно использовать для оценки защищенности системы при

где t – число возможных значений оценок интегрального ущерба.

В модели Клементса – Хоффмана для оценки безопасности ПОО используется:

- теория графов для представления системы защиты;
- теория нечетких множеств для определения значений вероятностных величин;
- теория вероятностей для расчета интегральных вероятностных показателей (рис. 1) [5].

условии, что известен возможный ущерб при реализации каждой угрозы.

Метод, основанный на ориентированных графах, взят за основу в универсальной программе оценки ситуаций [6–11]. Оценивать можно разные ситуации – от экологической ситуации до оценки положения с успеваемостью, изменяя базу данных критериев, веса каждого показателя критерия, наличие и виды взаимосвязи вершин графа (рис. 2).

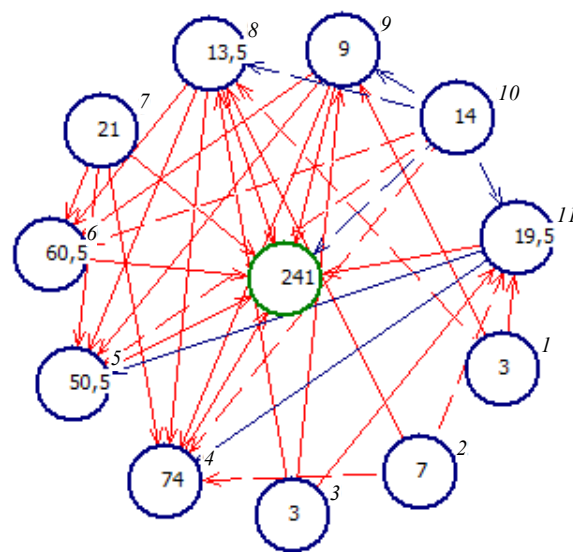


Рис. 2. Полученный граф оценки

Необходимо формирование диапазонов оценок экспертом-пользователем и перечень рекомендаций.

Таким образом, оценка безопасности ПОО решается с помощью комбинации методов экспертной оценки, нечетких множеств и логико-вероятностных методов. Данные методы позволяют успешно оценить безопасность системы защиты ПОО, но практически всегда требуют участия эксперта для оценки ущерба. Метод интегральной оценки риска оценивает ущерб с помощью свертки матриц материального ущерба и социального риска. В методе Клементса – Хоффмана оценивается ущерб для каждой угрозы, формируется модель с полным перекрытием угроз.

Исходя из цели – повышения защищенности при проектировании систем защиты – предлагается разработка основанной на методе Клементса – Хоффмана системы оценки физической защищенности ПОО с возможностью формирования перечней угроз, объектов защиты и средств защиты, а также расчетом защищенности ПОО. Структура системы содержит подсистемы: моделирования графового представления, расчета защищенности системы и работы с базой данных.

Процесс проектирования системы моделирования и расчета физической защищенности ПОО включает моделирование объекта защиты и расчет защищенности ПОО. Моделирование – это составление модели системы физической защиты (СФЗ) объекта на основе исходных данных, для чего эксперт в области СФЗ сопоставляет исходные данные объекта с перечнем, заложенным в системе, и вводит значения весовых коэффициентов.

Расчет защищенности ПОО представляет собой получение данных об индексе защищенности объекта и ожидаемом ущербе от осуществления угрозы. Данные действия система выполнит автоматически, эксперту в области СФЗ необходимо проверить полученные данные и в случае необходимости вернуться к этапу моделирования.

Система моделирования и расчета защищенности объекта позволила обосновать повышение физической защищенности потенциально опасных объектов за счет применения интегрированной системы физической защиты, позволяя в совокупности перекрыть угрозы различного характера и снизить вероятность их реализации как отдельных (единичных), так и угроз сочетанного характера (комбинация нескольких разнотипных, иногда взаимосвязанных угроз) [12, 13].

В результате интеграции согласно расчетам СФЗ обладает высокой скоростью обнаружения угрозы, оперативностью срабатывания технических средств, наглядностью и достоверностью получаемой информации и, как следствие, обеспечивает надежную защиту объектов.

Система моделирования и расчета физической защищенности объектов при вводе данных о соответствующих угрозах и средствах защиты может применяться для расчета любого вида защищенности опасных объектов. Такой расчет будет полезен как для специалистов в области техносферной защиты ПОО, обосновывающих выбор средств и барьеров

физической защиты, так и для учебных целей моделирования состояния защищенности ПОО.

Библиографические ссылки

1. Никитин Н. А., Ивахнюк Г. К., Трофимов И. В. Основы обеспечения безопасности на потенциально опасных объектах обращения нефтепродуктов. – URL: <http://vestnik.igps.ru/wp-content/uploads/V53/6.pdf>.
2. Шапкин А. С., Шапкин В. А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций : учебник. – 5-е изд. – М. : Дашков и К°, 2012. – 880 с.
3. ГОСТ Р МЭК 62502–2014. Менеджмент риска, анализ дерева событий.
4. Бурков В. Н., Грацианский Е. В., Дзюбко С. И., Щепкин А. В. Модели и механизмы управления безопасностью. – М., 2001. – 59–60 с.
5. Хоффман Л. Д. Современные методы защиты информации / под ред. В. А. Герасименко. – М. : Сов. радио, 1980. – 264 с.
6. Янников И. М. Применение ориентированных графов для моделирования и оценки экологической безопасности объектов уничтожения химического оружия // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития : материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров, 2008. – Вып. VI, ч. 2. – С. 19–23.
7. Янников И. М. Построение модели оценки экологической безопасности прогноза и принятия решений на базе ориентированных графов // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – № 3. – С. 12–17.
8. Янников И. М. Построение структурной схемы системы прогноза и принятия решений на базе ориентированных графов по результатам оценки экологической безопасности // Актуальные проблемы анализа и построения информационных систем и процессов : сборник статей Международной научно-технической конференции. – Таганрог : Издательство технического института ЮФУ, 2010. – С. 141–144.
9. Янников И. М., Алексеев В. А. Алгоритмы расчетов и формирования ориентированных графов для оценки состояния экологической безопасности потенциально опасных объектов // Вестник ИжГТУ. – 2010. – № 4 (48). – С. 136–138.
10. Янников И. М., Телегина М. В., Алексеев В. А., Габричидзе Т. Г. Методы и системы обработки данных биомониторинга потенциально опасных объектов : монография. – Издательство Самарского государственного аэрокосмического университета, 2011. – 200 с. : ил.
11. Янников И. М., Телегина М. В., Габричидзе Т. Г. Оценка экологической ситуации с применением методов математического моделирования // Вектор науки ТГУ. – 2011. – № 4(18). – С. 38–41.
12. Янников И. М., Куделькин В. А., Соболева Н. В. Функциональная модель интеллектуальной интегрированной системы безопасности потенциально опасных объектов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2015. – № 3 (27). – С. 73–76.
13. Янников И. М., Телегина М. В., Куделькин В. А. Автоматизированная система контроля обслуживания технических средств охраны систем физической защиты критически важных и потенциально опасных объектов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2016) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самарского научного центра РАН, 2016. – С. 468–473. – ISBN 978-5-93424-758-5.

* * *

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

I. M. Yannikov, DSc in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

V. A. Kudel'kin, Senior Lecturer, Consortium "Integra-S", Samara

I. S. Ushakov, Master's Degree Student, Kalashnikov ISTU

Models and Methods for Safety Assessment of Potentially Dangerous Objects

The paper investigates the main approaches in the field of safety assessment for potentially dangerous objects. Determination of safety assessment for potentially dangerous objects is considered on the basis of developing an integrated assessment of risk by means of the methodology of formation of integrated assessments. It is shown that the methods of safety assessment by combination of peer review methods, fuzzy sets and logic-probabilistic methods can successfully evaluate the safety protection system of potentially dangerous objects, but almost always they require the involvement of an expert to assess the damage. Based on the Clements-Hoffman method, in which a variety of threats, defense mechanisms and protection facilities are used to describe the system of protection with full overlap, the system of modeling and calculating the security of potentially dangerous object is proposed. The proposed system of data entry on the relevant threats and remedies can be used to calculate any kind of security of dangerous objects.

Keywords: potentially hazardous object, integrated risk assessment, convolution matrix, protection system with full overlap.

Получено: 30.01.17