

УДК 519.876

РАЗРАБОТКА ВЕРОЯТНОСТНО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВАЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

С.Г. ДАНИЛЮК¹, А.А. МУРАШКО²

¹*Военная академия Ракетных войск стратегического назначения
имени Петра Великого, г. Серпухов, Россия*

²*Департамент ядерной и радиационной безопасности организации лицензионной
и разрешительной деятельности ГК «Росатом», г. Москва, Россия*

Статья посвящена реализации принципов вероятностно-лингвистического подхода к формализации, представлению и последующей обработке разнородной информации о состоянии безопасности важных технических объектов. На основе анализа процесса преодоления потенциальным нарушителем системы обеспечения безопасности обоснованы основные ограничения и сформулирована задача оценки уязвимости защищаемого объекта. Главное достоинство разработанной модели – широкие возможности по формализации разнородной информации о состоянии защищенности объекта. На основе анализа разработанной модели сделано два вывода. Первый вывод состоит в том, что основная природа неопределенности информации, формализуемой в рамках разрабатываемой модели, носит субъективно окрашенный характер, поскольку источником информации является эксперт, со своим знанием и опытом потенциального «нарушителя». Второй важный вывод состоит в том, что хотя теоретически выбор очередного воздействия на систему обеспечения безопасной эксплуатации важного технического объекта зависит от всей предыстории состояний и воздействий, но практически существенным является то, какие воздействия доступны для «нейтрализации» очередного функционального элемента системы обеспечения безопасной эксплуатации важного технического объекта. Приведена общая характеристика возможности «нейтрализации» функционального элемента системы обеспечения безопасности важного технического объекта в форме вероятностно-лингвистического синдрома его уязвимости.

Ключевые слова: безопасность, уязвимость, вероятностно-лингвистический синдром, вероятностно-лингвистическая модель, лингвистическая переменная.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших направлений обеспечения безопасности является оценка состояния уязвимости важных технических объектов (ВТО) на всех этапах их жизненного цикла, и прежде всего в процессе эксплуатации.

Рассмотрим задачу разработки математической модели для оценки безопасности ВТО в аспекте уязвимости к несанкционированным действиям. В связи с этим введем ряд допущений и ограничений, основные из которых перечислены ниже.

1. В силу принципиального отсутствия статистических данных по отмеченной проблематике используем экспертный подход для получения первичной информации, представляющей оценку возможности отдельных простейших событий и факторов.

2. Тип нарушителя – лица из числа обслуживающего персонала, имеющие специальные знания о структуре, функциональном устройстве и конструктивном исполнении ВТО, обладающие умениями и навыками работы с ним и со специальным оборудованием, необходимым для его обслуживания.

3. Предполагаемая цель нарушителя – перевод ВТО в такое состояние, при котором он может являться потенциальным средством для достижения их интересов, противоречащих интересам безопасности.

4. Множество функциональных элементов (ФЭ) системы обеспечения безопасной эксплуатации (СОБЭ) ВТО конечно и известно нарушителю.

5. Для каждого ФЭ СОБЭ ВТО существует определенный набор способов воздействий на него с целью «нейтрализации», которая в зависимости от условий внешней для нарушителя ситуации может быть достижима в той или иной степени.

6. Под «нейтрализацией» функционального элемента СОБЭ ВТО понимается событие полной или частичной потери свойства обеспечивать защиту в результате механического, электрического, информационного или любого другого воздействия.

7. Временные ресурсы определяются временем проведения технического обслуживания ВТО, а также возможно дополнительным временем, обусловленным получением неудовлетворительных результатов проверки работоспособности ВТО.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ

Принимая во внимание сформулированные в п. 1 основные ограничения и допущения, разработанная математическая модель опирается на вероятностно-лингвистический анализ, использующий такие понятия, как вероятностно-лингвистический симптом [6, 7, 8], а также нечеткие и лингвистические переменные. Основы такого подхода были представлены в [3] и уточнены в [4, 5].

В соответствии с изложенным выше можно утверждать, что имеется:

1) множество экспертов («нарушителей») $H = \{\eta_q \mid q = \overline{1, Q}\}$, в котором $\eta_q \in H$ обозначает q -го эксперта ($q = \overline{1, Q}$) для оценки некоторых «простейших» событий или факторов, существенных для обеспечения безопасности ВТО на этапе технического обслуживания;

2) множество приемлемых целей, для достижения которых предполагается воздействие на отдельные функциональные элементы ВТО $X = \{\chi_m \mid m = \overline{1, M}\}$, в котором $\chi_m \in X$ обозначает m -ю ($m = \overline{1, M}$) значимую с точки зрения «нарушителя» цель, потенциально достижимую на этапе технического обслуживания по мнению хотя бы одного из экспертов $\eta_q \in H$;

3) множество ФЭ системы обеспечения безопасности эксплуатации ВТО $E = \{e_l \mid l = \overline{1, L}\}$, в котором $e_l \in E$ обозначает l -й ($l = \overline{1, L}$) функциональный элемент системы обеспечения безопасности эксплуатации ВТО;

4) множество способов воздействий на функциональные элементы системы обеспечения безопасности эксплуатации ВТО $U = \{u_i \mid i = \overline{1, I}\}$, в котором $u_i \in U$ обозначает i -е ($i = \overline{1, I}$) воздействие, как показано на рис. 1, позволяющее по мнению хотя бы одного из экспертов $\eta_q \in H$ в ходе технического обслуживания нейтрализовать некоторый функциональный элемент;

5) на основе анализа системы ВТО – связи – АСК экспертом («нарушителем») $\eta_q \in H$, $q = \overline{1, Q}$ могут быть определены актуальные последовательности ФЭ СОБЭ ВТО, нейтрализация которых обеспечивает достижимость m -й цели

$$E_m^q = \{e_{l_k} \mid k = \overline{1, K_m}\}_m^q, \quad m = \overline{1, M},$$

где e_{l_k} – l -й ФЭ СОБЭ ВТО, занимающий k -е место в m -й последовательности ФЭ СОБЭ ВТО;

6) с учетом $E_m^q = \{e_{l_k}\}_m^q$, $q = \overline{1, Q}$, $m = \overline{1, M}$ могут быть определены возможные степени T_{ij} нейтрализации ФЭ СОБЭ ВТО, которые могут быть достигнуты в реальных условиях про-

ведения процесса технического обслуживания при действующих организационно-технических мероприятиях, направленных на обеспечение правильности проведения технологического процесса обслуживания и проверки ВТО регламентированным эксплуатационным оборудованием в рамках временных ограничений на выполнение как отдельных операций с функциональными узлами ВТО, так и всего процесса обслуживания в целом, путем применения способа воздействия $u_i \in U, i = \overline{1, I}$.

При построении математической модели, предназначенной для оценки уязвимости СОБЭ к несанкционированным действиям персонала, проводящего техническое обслуживание ВТО [9, 10], будем исходить из того, что некоторый «нарушитель», за которого при моделировании выступает эксперт, имеет определенные, заранее разработанные стратегии действий по нейтрализации элементов СОБЭ, определяемые приемлемыми для него целями. Следовательно, отдельно взятый эксперт «нарушитель» имеет не один, а несколько вариантов последовательностей ФЭ СОБЭ ВТО вида

$$E_m^q = \left\{ e_{l_k} \mid k = \overline{1, K_m} \right\}_m^q, m = \overline{1, M}.$$

При этом «важность» (приоритет) последовательности E_m^q определяется предпочтениями q -го эксперта на множестве его потенциальных целей

$$\left\{ \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_m, \dots, \chi_{M_q} \right\} = \tilde{X}_q,$$

где \tilde{X}_q – нечетко упорядоченное множество целей q -го эксперта, для элементов χ_m и χ_f которого выполняется следующее условие:

$$\forall \chi_m, \chi_f \in \tilde{X}_q, \chi_m \succ \chi_f : m < f.$$

Очевидно, что высказанное выше соображение правомерно и в случае если цель единственная (множество целей содержит только один элемент), но для достижения которой у «нарушителя» разработаны основной (главный) и запасные (второстепенные) планы. В этом случае приоритет последовательностей E_m^q определяется первичностью плана достижения цели.

Будь то первый или второй случай, а особенно их комбинация, q -й эксперт может сформировать для каждой из $m \in \overline{1, M_q}$ целей N_{qm} последовательностей ФЭ СОБЭ ВТО

$$E_{m,n}^q = \left\{ e_{l_k} \mid k = \overline{1, K_{m,n}} \right\}_{m,n}^q, m = \overline{1, M_q}, n = \overline{1, N_{q,m}}.$$

Тогда можно считать, что величина, получаемая согласно выражению

$$P(e_l) = \frac{\sum_{q=1}^Q \sum_{m=1}^{M_q} \sum_{n=1}^{N_{q,m}} \delta_{q,m,n}(e_l)}{Q \cdot M_q \cdot N_{q,m}}, l = \overline{1, L},$$

где

$$\delta_{q,m,n}(e_l) = \begin{cases} 1, & \text{если } e_l \in E_{m,n}^q, \\ 0, & \text{если } e_l \notin E_{m,n}^q, \end{cases}$$

является оценкой априорной вероятности выбора гипотетическим «нарушителем» l -го функционального элемента СОБЭ ВТО для его «нейтрализации».

Вероятности $P(e_l)$, $l = \overline{1, L}$ не учитывают ни важность, ни способ достижения поставленных целей «нейтрализации» всей СОБЭ ВТО. Между тем процесс «нейтрализации» СОБЭ ВТО в каждом конкретном случае по своей сути представляет последовательность физических экспериментов, конечный исход которых заранее непредсказуем, т. е. случаен. Последовательность воздействий

$$\{u_1, u_2, \dots, u_k, \dots, u_{K_{m,n}}\}$$

направлена на смену состояний СОБЭ ВТО

$$\{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_k, \dots, \tilde{s}_{K_{m,n}}\},$$

где \tilde{s}_k – состояние s_k СОБЭ ВТО, которое для лиц, противоборствующей «нарушителю» стороны определено нечетко, поскольку им не известно, насколько успешным оказалось u_k воздействие «нарушителя» на элемент СОБЭ ВТО, выбранный на k -м шаге последовательности его действий.

Состояние СОБЭ в таком случае следует рассматривать как подверженное изменению в процессе ее «нейтрализации» свойство, характеризующее уровень возможности демонстрации «нарушителем» видов опасности ВТО в условиях проведения технического обслуживания или возможности проявления таковых после него.

Тогда под «нейтрализацией» СОБЭ следует понимать процесс целенаправленного изменения на основе текущей информации параметров и структуры системы с целью достижения требуемой цели. Универсальным средством представления объектов управления являются управляемые случайные процессы, задаваемые семейством условных распределений вероятностей, зависящих от управления.

Пусть $S = \{s\}$ – фазовое пространство состояний СОБЭ ВТО, элементами которого являются s , а $U = \{u\}$ – пространство воздействий на нее, связанные общей целью. Поскольку успешность «нейтрализации» СОБЭ ВТО зависит от множества факторов, имеющих стохастический характер, математически динамика ее состояния может быть отражена случайным векторным процессом $s(t)$. Отдельная эволюция СОБЭ ВТО во времени t в этом случае может быть отражена в виде последовательности $s_1, s_2, \dots, s_t, \dots$. Тогда при дискретном времени процессу $s(t)$ в пространстве последовательностей $(s_1, s_2, \dots, s_t, \dots)$ сопоставлена некоторая мера, которая может быть задана согласованным семейством конечномерных распределений

$$P_{t_1, \dots, t_{K_{m,n}}}(s_1, \dots, s_{K_{m,n}}) = P(s_{t_k} \in S_{m,n}^q),$$

где $K_{m,n} \geq 1$; $t_1 < t_2 < \dots < t_{K_{m,n}}$; S_k – подпространство S ($S_k \subset S$), характеризующим в каждый момент времени t вероятность события $s(t_k) \in S_k$.

Если фазовое пространство S состояний системы и управляющих воздействий U дискретны, то можно в этом пространстве построить распределение в системе условных мер

$$P\{s_{t_k} \in S_k | s_1, u_1, s_2, u_2, \dots, s_{k-1}, u_{k-1}, t\} = p_k(t)(S_k | s_1, s_2, \dots, s_{k-1}; u_1, u_2, \dots, u_{k-1}),$$

$$P\{u_{t_k} \in U_k | s_1, u_1, s_2, u_2, \dots, s_{k-1}, u_{k-1}, s_k, t\} = q_k(t)(U_k | s_1, s_2, \dots, s_k; u_1, u_2, \dots, u_{k-1}),$$

где $p_k(t)$ – условное распределение траекторий случайного процесса $s(t)$ изменения состояний СОБЭ ВТО в момент времени t ; $q_k(t)$ – условное распределение воздействий $u(t)$ «нарушителя» в момент времени t ; S_k – пространство траекторий случайного процесса $s(t)$ изменения состояний СОБЭ ВТО; U_k – пространство воздействий $u(t)$, доступных для «нарушителя» на k -м шаге «нейтрализации» СОБЭ ВТО.

Условное распределение $q_k(t)$ воздействий $u(t)$ в момент времени t_k будет называться правилом выбора воздействия «нарушителем». В общем случае это есть условное распределение вероятностей

$$q_k(t) = Q_k(U_m | (s_1, \dots, s_k), (u_1, \dots, u_{k-1})), U_m \in U, t \geq 1,$$

которое подчинено условию – при каждом $U_m \in U$ функция

$$Q_k(U_m | (s_1, \dots, s_k), (u_1, \dots, u_{k-1}))$$

является измеримой по совокупности последовательности состояний СОБЭ ВТО и соответствующей последовательности выбора «нарушителем» воздействий для ее «нейтрализации»

$$((s_1, \dots, s_k), (u_1, \dots, u_{k-1})).$$

Правило выбора управления должно указывать, какое из воздействий $u_i \in U, i = \overline{1, I}$ следует выбрать в состоянии s_k на основании предшествующей последовательности состояний СОБЭ ВТО и воздействий

$$s_1, u_1, s_2, u_2, \dots, s_{k-1}, u_{k-1}, s_k.$$

Принимая во внимание то, что стратегии реализации воздействий на элементы СОБЭ ВТО определяются «нарушителем» заблаговременно на основании имеющихся у него знаний и опыта, а не на основании статистических данных успешности аналогичных действий, а также то, что оценка состояний СОБЭ осуществляется им фактически органолептическим методом, следует сделать два вывода, важных для последующей разработки математической модели.

Первый вывод состоит в том, что основная природа неопределенности информации, формализуемой в рамках разрабатываемой модели, носит субъективно окрашенный характер, поскольку источником информации является эксперт, со своим знанием и опытом потенциального «нарушителя».

Второй важный вывод – хотя теоретически выбор очередного воздействия на СОБЭ ВТО зависит от всей предыстории состояний и воздействий, но практически существенным является то, какие воздействия доступны для «нейтрализации» очередного e_{l_k} ФЭ СОБЭ ВТО, занимающего k -е место в m -й последовательности ФЭ СОБЭ ВТО. Таким образом, важным является оценка условных вероятностей событий вида

$$\left\{ \left(u_i = T_{ij} \right) / e_l \right\},$$

состоящих в том, что применение «нарушителем» воздействия $u_i \in U$ для «нейтрализации» функционального элемента e_l приведет к результату T_{ij} . Оценку возможности указанного события с учетом обоснованных ранее ограничений и допущений целесообразно реализовать на основе экспертного опроса. Полученная при этом субъективная вероятностная оценка

$$p_{ij}^{ql} = \tilde{P}_q \left\{ \left(u_i = T_{ij} \right) / e_l \right\}$$

является оценкой q -го эксперта степени «нейтрализации» функционального элемента e_l СОБЭ ВТО путем воздействия $u_i \in U$.

Необходимо особо подчеркнуть, что субъективность, а следовательно, и нечеткость вероятностной оценки p_{ij}^{ql} , определяется природой источника первичной информации, которым выступает эксперт. При этом условный характер оценки p_{ij}^{ql} относительно заданного функционального элемента e_l является следствием того, что стратегия $E_{m,n}^q = \left\{ e_{l_k} \mid k = \overline{1, K_{m,n}} \right\}_{m,n}^q$ строится заблаговременно, исходя из имеющихся знаний организации СОБЭ, особенностей функционирования систем ВТО, а также знаний и опыта организации и проведения работ при техническом обслуживании.

С учетом всего изложенного выше, общую характеристику возможности «нейтрализации» функционального элемента e_l СОБЭ ВТО применением воздействий $u_i \in U$ можно выразить в форме вероятностно-лингвистического синдрома его уязвимости, который в общем случае представляет собой следующее выражение:

$$\tilde{v}_q(e_l) = \left\{ \left\langle \left\langle p_{11}^{ql} / T_{11}^{ql} \right\rangle, \dots, \left\langle p_{1j_1}^{ql} / T_{1j_1}^{ql} \right\rangle / u_1 \right\rangle, \dots, \left\langle \left\langle p_{l1}^{ql} / T_{l1}^{ql} \right\rangle, \dots, \left\langle p_{lj_l}^{ql} / T_{lj_l}^{ql} \right\rangle / u_l \right\rangle \right\},$$

где применены ранее введенные и определенные обозначения $(e_l, u_i, p_{ij}^{ql}, T_{ij}^{ql})$. В этом случае совокупность вероятностно-лингвистических синдромов уязвимости $\tilde{v}_q(e_l)$, $l = \overline{1, L}$, сформированных по результатам оценок q -го эксперта, представляет собой общую характеристику уязвимости функционального элемента e_l СОБЭ ВТО к воздействиям $u_i \in U$.

Принимая во внимание то, что экспертом («нарушителем») $\eta_q \in N$, $q = \overline{1, Q}$ могут быть определены оценки $p_{ij}^{ql} \in P$, $q = \overline{1, Q}$; $l = \overline{1, L}$; $i = \overline{1, I}$; $j = \overline{1, J_i}$, исходная модель оценки уязвимостей СОБЭ ВТО может быть представлена совокупностью Q вероятностно-лингвистических таблиц (ВЛТ) экспертной оценки уязвимости (ЭОУ) совокупности функциональных элементов СОБЭ ВТО [0] (см. таблицу).

Как видно, ВЛТ ЭОУ (см. таблицу) представляет собой прямоугольную таблицу, строки которой соответствуют функциональным элементам СОБЭ ВТО, столбцы – воздействиям и их возможным результатам, а на пересечении строки e_l и столбца T_{ij}^{ql} указывается субъективная вероятностная оценка q -го эксперта вида $p_{ij}^{ql} = \tilde{P}_q \left\{ \left(u_i = T_{ij} \right) / e_l \right\}$.

Описанной выше математической модели соответствует кортеж вида

$$M_q = \{H, X, E, U, T, O, P_E, P_T\}_q, \text{ где введены обозначения}$$

$P_E = \{P(e_l), l = \overline{1, L}\}$ – множество оценок априорной вероятности выбора «нарушителем» l -го функционального элемента СОБЭ ВТО для его «нейтрализации» $P_E = \{P(e_l)\}$;

P_T – множество стохастических оценок p_{ij}^{ql} q -го эксперта степени «нейтрализации» функционального элемента e_l СОБЭ ВТО путем воздействия $u_i \in U$ $P_T = \{\tilde{P}_q \{(u_i = T_{ij})/e_l\}\}$;

при этом $H = \{\eta_q | q = \overline{1, Q}\}$ – множество экспертов привлекаемых для оценки некоторых «простейших» событий или факторов, существенных для обеспечения безопасности ВТО на этапе технического обслуживания;

$X = \{\chi_m | m = \overline{1, M}\}$ – множество целей, значимых с точки зрения «нарушителя» и потенциально достижимых на этапе технического обслуживания по мнению хотя бы одного из экспертов $\eta_q \in H$;

тогда O – оператор, устанавливающий соответствие следующего вида:

$$(O : E \times U \xrightarrow{P_E} T \times P)_q, \quad q = \overline{1, Q}.$$

Вероятностно-лингвистическая таблица экспертной оценки уязвимости функциональных элементов системы обеспечения безопасности эксплуатации ВТО

E	P	U													
		u ₁				...	u _i				...	u _l			
		T ₁₁	T ₁₂	...	T _{1J₁}	...	T _{i1}	T _{i2}	...	T _{iJ_i}	...	T _{l1}	T _{l2}	...	T _{lJ_l}
e ₁	P(e ₁)	p ₁₁ ^{q1}	p ₁₂ ^{q1}	...	p _{1J₁} ^{q1}	...	p _{i1} ^{q1}	p _{i2} ^{q1}	...	p _{iJ_i} ^{q1}	...	p _{l1} ^{q1}	p _{l2} ^{q1}	...	p _{lJ_l} ^{q1}
e ₂	P(e ₂)	p ₁₁ ^{q2}	p ₁₂ ^{q2}	...	p _{1J₁} ^{q2}	...	p _{i1} ^{q2}	p _{i2} ^{q2}	...	p _{iJ_i} ^{q2}	...	p _{l1} ^{q2}	p _{l2} ^{q2}	...	p _{lJ_l} ^{q2}
...
e _l	P(e _l)	p ₁₁ ^{ql}	p ₁₂ ^{ql}	...	p _{1J₁} ^{ql}	...	p _{i1} ^{ql}	p _{i2} ^{ql}	...	p _{iJ_i} ^{ql}	...	p _{l1} ^{ql}	p _{l2} ^{ql}	...	p _{lJ_l} ^{ql}
...
e _L	P(e _L)	p ₁₁ ^{qL}	p ₁₂ ^{qL}	...	p _{1J₁} ^{qL}	...	p _{i1} ^{qL}	p _{i2} ^{qL}	...	p _{iJ_i} ^{qL}	...	p _{l1} ^{qL}	p _{l2} ^{qL}	...	p _{lJ_l} ^{qL}

Такую математическую модель, которая может быть сформирована на основе формализации первичной диагностической информации в виде статистических или экспертных оценок, как это было показано выше, назовем вероятностно-лингвистической моделью оценки уязвимости q -м экспертом. Полный объем информации, полученный при реализации процедуры группового экспертного оценивания [1, 2], представляет собой Q вероятностно-лингвистических таблиц.

ВЫВОД

Достоинством разработанной вероятностно-лингвистической модели является возможность формализации разнородной по своей природе и характеру информации. Действительно, оценки p_{ij}^{ql} возможности событий $\{(u_i = T_{ij})/e_l\}$ представлены в модели субъективной вероятностью экспертных оценок, воздействия $u_i \in U$ имеют детерминированный характер, оценка априорных вероятностей $P(e_l)$ выбора гипотетическим «нарушителем» l -го функционального элемента СОБЭ ВТО для его «нейтрализации» хотя и выглядит как статистическая, но основана на результатах анализа стратегий «нейтрализации» СОБЭ ВТО, которые выполняются экспертами. Последующее развитие предложенного подхода связано с разработкой процедур преобразования вероятностно-лингвистической модели с целью получения максимально «достоверных» оценок уязвимости функциональных элементов СОБЭ ВТО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выявление экспертных знаний (процедуры и реализации) / О.И. Ларичев, А.И. Мечитов, Е.М. Мошкевич, Е.М. Фуремс. М.: Наука, 1989. 128 с.
2. Гаврилова Т.А., Червинская К.Р. Извлечение и структурирование знаний для экспертных систем. М.: Радио и связь, 1992. 200 с.
3. Данилюк С.Г. Вероятностно-лингвистический метод диагностирования: учебное пособие. Серпухов: МО РФ, 1998. 96 с.
4. Данилюк С.Г. Модели и алгоритмы формализации и обработки информации для экспертных систем поддержки поиска неисправностей на основе вероятностно-лингвистического метода диагностирования. Серпухов, 2013. 224 с.
5. Данилюк С.Г., Романенко А.Ю., Васильев В.И. Формализация и обработка диагностической экспертной информации в системе поддержки поиска неисправностей на основе понятия вероятностно-лингвистического симптома // Известия Института инженерной физики. 2009. № 4 (14). С. 43–45.
6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976. 168 с.
7. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д.А. Поспелова. М.: Наука, 1986. 312 с.
8. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. М.: Радио и связь, 1989. 304 с.
9. Затучный Д.А. Построение оптимальной системы связи «диспетчер – пилот» // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». Пенза, 2010. Т. 1. С. 429–430.
10. Затучный Д.А. Оценка надежности системы передачи видеоинформации. // Электро-связь. 2009. № 4. С. 32–34.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Данилюк Сергей Григорьевич, профессор, д.т.н., профессор кафедры ФГКВБОУ ВПО «Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого» МО РФ, электронный адрес: sgdaniluk@bk.ru.

Мурашко Александр Анатольевич, заместитель директора – начальник отдела лицензирования, специальной безопасности и надзорной деятельности Департамента ядерной и радиационной безопасности организации лицензионной и разрешительной деятельности ГК «Росатом», электронный адрес: IAMurashko@rosatom.ru.

DEVELOPMENT PROBABILITY-LINGUISTIC MODELS VULNERABILITY ASSESSMENT OF AVIATION SECURITY IMPORTANT TECHNICAL FACILITIES

Sergey G. Danylyuk

Military Academy of Rocket Strategic Forces of Peter the Great,
Moscow, Russia, daniluk@bk.ru

Aleksandr A. Murashko

State Atomic Energy Corporation «Rosatom»,
Moscow, Russia, IAMurashko@rosatom.ru

ABSTRACT

The article is devoted to the realization of the principles of the probabilistic and linguistic approach to the formalization, presentation and subsequent processing of diverse information on the security status of important technical objects. On the basis of the process analysis of the potential infringer overcoming of the safety system the main restrictions are justified, and the assessment problem of the protected object vulnerability is formulated. The main advantage of the developed model is the extensive opportunities of formalization of diverse information on the security status of the object. On the basis of the developed model analysis two conclusions are drawn. The first conclusion is that the main nature of the ambiguity of information, formalized in the context of the developed model, is of a subjectively colored character, as the source of information is an expert with his knowledge and experience of potential infringer. The second important conclusion is that though theoretically the choice of the next impact on the safe operation system of important technical objects depends on the whole background of states and influences but in practice what influences are available to the «neutralization» of a functional element in the safe operation system of important technical object in the form of probabilistic and linguistic syndrome is given.

Key words: security, vulnerability, probabilistic and linguistic syndrome, probabilistic and linguistic model, linguistic variable.

REFERENCES

1. Identification of expert knowledge (procedure and implementation) / O.I. Larichev, A.I. Mechitov, E.M. Moshkevich, E.M. Furems. M.: Nauka [Science], 1989. 128 p. (in Russian)
2. **Gavrilova T.A., Chervinskaya K.R.** Extraction and structuring knowledge for expert systems. M.: Radio i svyaz [Radio and communication], 1992. 200 p. (in Russian)
3. **Danilyuk S.G.** Probabilistic and linguistic method of diagnosing. Education guidance. Serpukhov: MO Russian Federation, 1998. 96 p. (in Russian)
4. **Danilyuk S.G.** Model and algorithms of formalization and information processing for expert systems of support of search of defects on the basis of a probabilistic and linguistic method of diagnosing. Serpukhov, 2013. 224 p. (in Russian)
5. **Danilyuk S.G., Romanenko A.Yu., Vasilyev V.I.** Formalization and handling of diagnostic expert information in system of support of search of defects on the basis of concept of a probabilistic and linguistic symptom. News of Institute of engineering physics. – Serpukhov: Izvestiya Instituta inzhenernoj fiziki: Mezhhregional'noe nauchnoe i obrazovatel'noe uchrezhdenie «Institut inzhenernoj fiziki» [Interregional scientific and Institute of Engineering Physics educational institution], 2009, No. 4 (14), pp. 43–45. (in Russian)
6. **Zade L.A.** Ponyatiye's back of a linguistic variable and its application to adoption of approximate decisions. M.: Mir [World], 1976. 168 p. (in Russian)
7. Indistinct sets in management models and artificial intelligence / Under the editorship of D.A. Pospelova. M.: Nauka [Science], 1986. 312 pages.
8. Handling of indistinct information in systems of decision making. A.N. Borisov, A.V. Alekseev, G.V. Merkuryeva, etc. M.: Radio i svyaz [Radio and communication], 1989. 304 p. (in Russian)

9. Zatushny D.A. Creation of the optimum communication system "the flight controller-the pilot". Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadyozhnost' i kachestvo» [Works of the International symposium "Reliability and quality"], 2010, vol. 1, pp. 429–430.

10. Zatushny D. A. Assessment of reliability of system of transfer of a video information. Elektrosvyaz [Telecommunication], 2009, No. 4, pp. 32–34.