

УДК 004.056

Подход к оцениванию функциональности доверенных программно-аппаратных комплексов

Глухов Александр Петрович¹ — докт. техн. наук, директор Центра критической инфраструктуры Передовой инженерной школы СВЧ-электроники.
E-mail: apg606@yandex.ru

Белова Елена Ивановна² — аспирант кафедры «Информатика и информационная безопасность».
E-mail: elenabelovavm@yandex.ru

Глухов Александр Александрович³ — директор программ по информационно-телекоммуникационным системам.
E-mail: alexander.glukh0v@yandex.ru

¹ Российский технологический университет МИРЭА, Россия, Москва

² Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Россия, Санкт-Петербург

³ АО «Научно-производственное объединение «Критические информационные системы», Россия, Москва

Для цитирования: Глухов А. П., Белова Е. И., Глухов А. А. Подход к оцениванию функциональности доверенных программно-аппаратных комплексов // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2024. № 2 (38). С. 69–76. DOI: 10.20295/2413-2527-2024-238-69-76

Аннотация. В статье представлены основные положения методического подхода к решению задачи оценивания функциональности доверенных программно-аппаратных комплексов по показателям, характеризующим выполнение ими функциональных задач. Основной целью исследования является создание системы мониторинга показателей функциональности объектов критического применения. Предлагаемый подход может применяться для оценивания состояния функциональности в условиях как точно заданных, так и нечетко определенных параметров информационной безопасности, работоспособности и надежности доверенных программно-аппаратных комплексов.

Ключевые слова: доверенные программно-аппаратные комплексы, критическая информационная инфраструктура, функциональные задачи, показатели качества функционирования.

Введение

С 1 сентября 2024 года субъекты критической информационной инфраструктуры (КИИ) РФ могут использовать только доверенные программно-аппаратные комплексы (ДПАК), что обусловлено необходимостью решения проблем обеспечения безопасности КИИ [1].

Исходя из ГОСТ ПНСТ 905-2023 «Критическая информационная инфраструктура. Доверенные программно-аппаратные комплексы. Термины

и определения» (срок действия — с 01.04.2024 по 01.04.2027) к ДПАК относятся:

- вычислительная техника;
- телекоммуникационное оборудование;
- автоматизированные системы управления;
- программное обеспечение;
- электронная компонентная база;
- аппаратно-программные платформы.

Основным признаком ДПАК (ГОСТ ПНСТ 905-2023) является решение ими заявленных функций (функциональных задач — ФЗ), что определяет необходимость перехода при оценивании соответствия ДПАК требованиям функциональности, надежности и защищенности, от оценки технических характеристик к оценке качественных и/или количественных показателей выполнения (невыполнения) ДПАК своих ФЗ.

Решение задачи оценивания функционально-технических характеристик ДПАК на техническом уровне требует разработки стандартов требований к функциональности различных типов ДПАК, состава оцениваемых параметров, моделей и методик оценивания, критериев оценки и других технических и организационных вопросов, в том числе проведения оценки функциональности в рамках процедур сертификации на соответствие требованиям доверия и мониторинга состояния ДПАК на различных этапах их жизненного цикла.

Этапы оценивания функциональности ДПАК

Возможный подход оценивания функциональности по показателям, характеризующим выполнение ДПАК своей (своих) ФЗ может включать следующие основные этапы [2–4]:

1-й этап. Сбор и обработка данных об инцидентах, связанных с деструктивными воздействиями на ДПАК, от систем мониторинга ИТ-инфраструктуры и информационной безопасности.

2-й этап. Выбор интегральных показателей функциональности — показателей качества функционирования ДПАК (ПКФ ДПАК).

С учетом сложности и комплексного характера проблемы анализа функциональности ДПАК-уровня управления бизнес-процессов и решаемых ДПАК функциональных задач, произвести оценивание функциональности только на основе одного какого-либо показателя не всегда возможно. Целесообразно рассматривать совокупность показателей (в том числе и показатели надежности и защищенности, непосредственно влияющие на интегральные показатели функциональности), включающую как количественные, так и качественные характеристики [5].

Основными показателями работоспособности могут являться интегральные показатели производительности и надежности ДПАК (далее показатели качества функционирования ДПАК — ПКФ ДПАК):

- фактическая производительность ДПАК;
- вероятность безотказной работы;
- коэффициент готовности ДПАК;
- коэффициент технической готовности ДПАК [5].

Также такие показатели, в том числе качественные, как своевременность, полнота, достоверность, актуальность и др. данных формирования планов, проведения расчетов и т. п., определенные для решения ФЗ ДПАК.

3-й этап. Построение моделей оценивания влияния инцидентов на ПКФ ДПАК [6].

Необходимо отметить: практическое применение количественных методов оценивания часто осложнено неточностью, недостаточностью и неопределенностью исходной информации, отсутствием необходимой статистической информации по инцидентам.

В связи с этим для оценивания влияния инцидентов на показатели качества решения ФЗ предлагается следующая модель, характеризующая плавное изменение функции принадлежности (ФП) состояния выполнения ДПАК функциональной задачи от критического состояния к безопасному [7, 8] в зависимости от состояния ПКФ ДПАК (рис. 1).

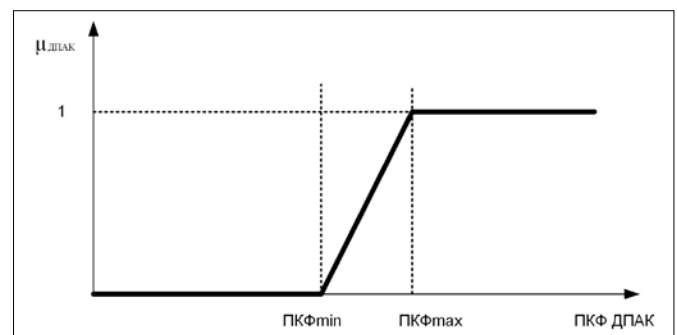


Рис. 1. Функция принадлежности состояния выполнения ДПАК функциональной задачи в зависимости от состояния ПКФ ДПАК

4-й этап. Определение эталонных и текущего состояний ПКФ ДПАК.

На уровне руководства организаций (предприятий) зачастую целесообразно давать оценку выполнения функциональных задач на основе количественных и качественных показателей, используя лингвистический подход с терминами «критическое (К)» состояние, «допустимое (Д)» и «безопасное (Б)» (при трехуровневом нечетком классификаторе) или с терминами «критическое (К)», «близкое к критическому (БК)», «допустимое (Д)», «близкое к безопасному (ББ)», «безопасное (Б)» (при пятиуровневом нечетком классификаторе).

На рис. 2 в качестве иллюстрации представлены функции принадлежности ПКФ ДПАК при трехуровневом нечетком классификаторе (ФП — треугольная функция, Тс — текущее состояние ПКФ ДПАК).

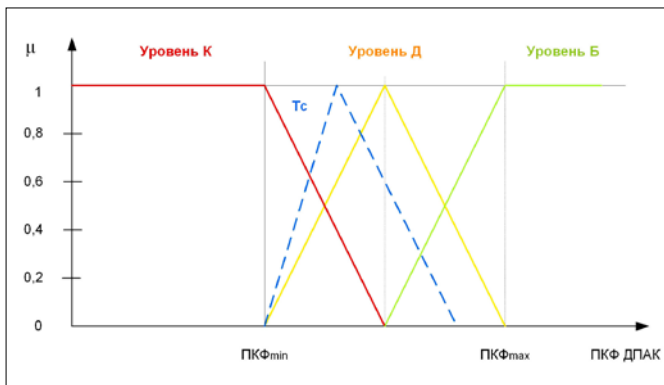


Рис. 2. Функции принадлежности для лингвистической переменной ПКФ ДПАК при трехуровневом нечетком классификаторе

5-й этап. Оценивание текущего состояния выполнения ДПАК функциональной задачи.

Текущее состояние \tilde{s}_0 нечетко включается в состояние \tilde{s}_1 при условии, что степень включения \tilde{s}_0 и \tilde{s}_1 не меньше некоторого порога ρ : $0,6 \leq \rho \leq 1$.

Степень включения состояния \tilde{s}_0 в состояние \tilde{s}_1 определяется выражением:

$$v(\tilde{s}_0, \tilde{s}_1) = \&_{y=Y} v(\mu_{s_0}(y), \mu_{s_1}(y)),$$

где $v(\mu_{s_0}(y), \mu_{s_1}(y))$ определяются следующим образом:

$$v(\mu_{s_0}(y), \mu_{s_1}(y)) = \&_{l=L} v(\mu_{s_0}(T_0^l) \rightarrow \mu_{s_1}(T_1^l)).$$

Таким образом, состояние \tilde{s}_0 нечетко включается в состояние \tilde{s}_1 , если степень включения \tilde{s}_0 в \tilde{s}_1 не меньше порогового $\rho_{нор} \in [0,6; 1]$, т. е. $v(\tilde{s}_0, \tilde{s}_1) \geq \rho_{нор}$.

Зачастую является актуальным и представляющим интерес для стратегического управления бизнесом (особенно для ДПАК-АСУ) оценивание функциональности ДПАК, в том числе в условиях деструктивных воздействий, на уровне бизнес-процессов и целей деятельности предприятия. Иерархическая модель активов для проведения таких оценок представлена на рис. 3. Данная модель является основой для построения иерархии показателей качества на уровнях цели, бизнес-процессов, ФЗ, ПКФ и функционально-технических характеристик ДПАК.

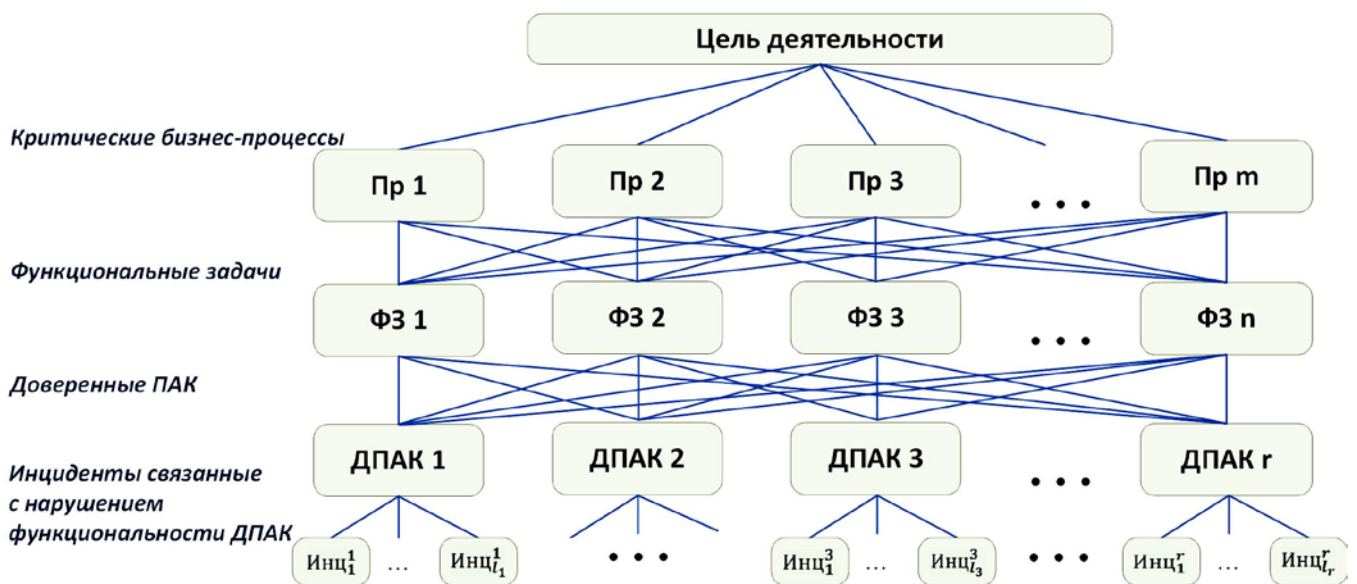


Рис. 3. Иерархическая модель активов для проведения оценивания функциональности ДПАК на уровне бизнес-процессов

В качестве основы модели определения уровней ИБ значимых активов пассажирских перевозок предлагается использовать продукционные правила и алгоритмы логического вывода [9].

В модель входят:

- иерархическая модель нечетко-продукционных правил;
- модель нечетко-продукционного правила;
- алгоритм логического вывода на нечетких правилах.

Особенностями предлагаемой иерархической модели продукционных правил являются:

1) модель представляет собой нечеткую иерархическую систему, которая включает в себя следующие уровни правил:

- для цели ПП;
- для бизнес-процессов ПП;
- для функциональных задач;
- для ДПАК;
- для деструктивных воздействий на ДПАК;

2) каждый выход одного правила (кроме самого верхнего) является входом для другого правила следующего уровня иерархии;

3) в иерархии нет независимых правил, у которых отсутствуют связи с другими правилами.

Формирование выходного множества показателей на разных уровнях иерархии можно производить:

- с использованием алгоритмов нечеткого вывода, например представленного выше;
- на основе статистических данных с применением методов машинного обучения;
- на основе экспертных оценок.

Основные этапы оценивания функциональности ДПАК по состоянию бизнес-процессов и целей деятельности представлены на рис. 4.

Пример оценивания ПКФ ДПАК

Рассмотрим в качестве примера оценивание одного из ПКФ ДПАК с использованием аппарата нечетких категорий.

Пусть уровням безопасности (уровни решения ДПАК ФЗ) ПКФ ДПАК соответствуют нечеткие понятия: «безопасный», «допустимый» и «критический».

Совокупность этих состояний опишем векторной лингвистической переменной, $Z = \langle NZ = \langle \text{уровень ИБ} \rangle, TZ, OZ, CZ \rangle$, где $Tz = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$.



Рис. 4. Основные этапы оценивания функциональности ДПАК по состоянию бизнес-процессов

Пусть, например:

$$y_1 = \langle N^{y_1} = \text{«критическое»}, O^{y_1} = [0,55], P^{y_1} = \{ \langle 0,1|0 \rangle, \langle 0,9|15 \rangle; \langle 0,65|25 \rangle; \langle 0,4|35 \rangle; \langle 0,2|45 \rangle; \langle 0,1|50 \rangle \} \rangle;$$

$$y_2 = \langle N^{y_2} = \text{«допустимое»}, O^{y_2} = [35,75], P^{y_2} = \{ \langle 0,1|40 \rangle, \langle 0,2|50 \rangle; \langle 0,45|55 \rangle; \langle 0,65|60 \rangle; \langle 0,8|65 \rangle; \langle 0,9|70 \rangle \} \rangle;$$

$$y_3 = \langle N^{y_3} = \text{«безопасное»}, O^{y_3} = [45,100], P^{y_3} = \{ \langle 0,1|50 \rangle, \langle 0,2|55 \rangle; \langle 0,45|65 \rangle; \langle 0,6|70 \rangle; \langle 0,8|80 \rangle; \langle 0,9|85 \rangle; \langle 1|100 \rangle \} \rangle;$$

$$y_4 = \langle N^{y_4} = \text{«текущее»}, O^{y_4} = [45,75], P^{y_4} = \{ \langle 0,1|50 \rangle, \langle 0,2|55 \rangle; \langle 0,4|60 \rangle; \langle 0,6|65 \rangle; \langle 0,9|70 \rangle \} \rangle$$

Функции принадлежности, характеризующие степень включения текущей ситуации состоянию «критическое», «допустимое», «безопасное», представлены в табл. 1.

Таблица 1

Степень включения текущей ситуации

ФП	Степень включения состояния
$\mu^{41}(y_4, y_1)$	0,1
$\mu^{41}(y_4, y_2)$	0,65
$\mu^{41}(y_4, y_3)$	0,45

Проверяем соответствие функции принадлежности двух ситуаций порогу включения ситуаций. Максимальное значение степени включения состояния: $\mu(y_1, y_2, y_3) = \max(0,1; 0,65; 0,45) = 0,65$.

Определяем принадлежность текущей ситуации (y_4) состоянию «допустимое» (y_2), при этом нечеткость с описания текущей ситуации снимается.

На рис. 5 представлены значения степеней включения текущего состояния и уровни функций принадлежности нечеткого ПКФ ДПАК. Проведенный расчет показал, что при сравнении экспертной оценки текущего состояния безопасности с допустимым состоянием было выявлено соответствие значению порога включения ситуаций, что свидетельствует о допустимом текущем состоянии ПКФ ДПАК.

Заключение

Таким образом, для решения задач оценивания функциональности ДПАК с учетом взаимосвязи показателей функциональности, надежности и защищенности представляется целесообразным проведение работ по созданию интеллектуальной автоматизированной системы мониторинга и управления функциональностью доверенных программно-аппаратных комплексов (АСУ Ф ДПАК)

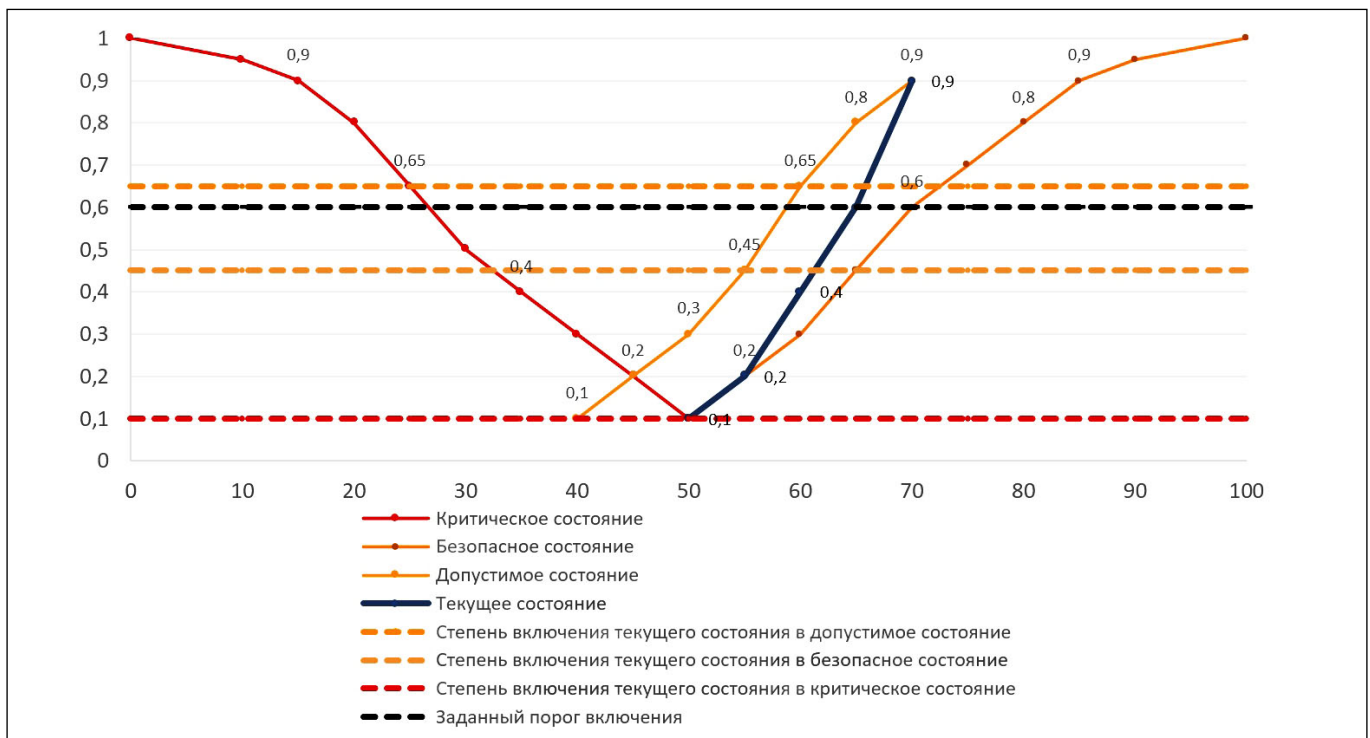


Рис. 5. Значения степеней включения текущего состояния и уровни функций принадлежности ПКФ ДПАК

и интеграции ее с системами управления и мониторинга ИТ-инфраструктуры и информационной безопасности. Применение предлагаемого подхода возможно в рамках разработки методологии построения риск-моделей функциональности,

надежности и защищенности ДПАК, моделей и методик оценивания ценности и состояния бизнес-процессов, функциональных задач и ДПАК (элементов ДПАК), моделей и методик управления рисками и ресурсами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О порядке перехода субъектов критической информационной инфраструктуры РФ на преимущественное применение доверенных программно-аппаратных комплексов (ПАК) на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры РФ: Постановление Правительства РФ от 14.11.2023 № 1912. Собр. законодательства Рос. Федерации. 2023. № 47, ст. 8423.
2. Глухов А. П., Корниенко А. А., Ададулов С. Е. и др. Оценивание информационной безопасности бизнес-процессов. Автоматика, связь, информатика. 2023. № 7. С. 17–20.
3. Глухов А. П., Сидак А. А., Василенко В. В. и др. Подходы к обеспечению безопасности критической информационной инфраструктуры железнодорожного транспорта. Двойные технологии. 2020. № 4. С. 69–74.
4. Белова Е. И. Модели и алгоритмы оценивания информационной безопасности автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками железнодорожного транспорта. Двойные технологии. 2023. № 2. С. 48–54.
5. Белова Е. И., Глухов А. П., Корниенко А. А. Подход к оцениванию информационной безопасности автоматизированных систем управления пассажирским перевозками железнодорожного транспорта. Двойные технологии. 2023. № 1 (102). С. 71–77.
6. Зиновьев П. А., Мейко А. В., Моисеев В. С. Инженерные методы расчета функциональной надежности и живучести корпоративных информационных систем. Монография. Казань: Отечество. 2009. 256 с.
7. Борисов А. Н., Крумберг О. А., Федоров И. П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования. Рига: Зинантне, 1990. 184 с.
8. Долженко А. И. Оценка нефункциональных характеристик качества информационной системы на основе теории нечетких чисел. Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. Приложение. 2006. № 8. С. 3–9.
9. Катасев А. С., Емалетдинова Л. Ю. Нечетко-производственная каскадная модель диагностики состояния сложного объекта. Программные системы и вычислительные методы. 2013. № 1 (2). С. 69–81.

Дата поступления: 28.05.2024.

Решение о публикации: 17.06.2024.

An Approach to Evaluating the Functionality of Trusted Software and Hardware Systems

Aleksandr P. Glukhov¹ — Doctor of Technical Sciences, Russian University of Technology MIREA.
E-mail: apg606@yandex.ru

Elena I. Belova² — Postgraduate student of the Department of Informatics and Information Security.
E-mail: elenabelovavm@yandex.ru

Aleksandr A. Glukhov³ — Director of Information and Telecommunication Systems Programs.
E-mail: alexander.glukhov@yandex.ru

¹ MIREA Russian Technological University, Moscow, Russia

² Emperor Alexander I Petersburg State Transport University, Saint Petersburg, Russia

³ JSC Scientific and Production Association “Critical Information Systems”, Moscow, Russia

For citation: Glukhov A. P., Belova E. I., Glukhov A. A. An approach to evaluating the functionality of trusted software and hardware complexes. *Intelligent technologies on transport*. 2024. No. 2 (38). P. 69–76. (In Russian). DOI: 10.20295/2413-2527-2024-238-69-76

Abstract. *The main provisions of a methodological approach for the functionality evaluating of trusted software and hardware systems according to its functional tasks performance indicators are presented in the article.*

The main purpose of the study is to create a critical objects functionality indicators monitoring system. The approach proposed is to assess the functionality status in conditions both precisely and vaguely defined parameters of information security, operability and reliability of trusted software and hardware systems.

Keywords: *trusted software and hardware systems, critical information infrastructure, functional tasks, performance indicators.*

REFERENCES

1. O poryadke perekhoda sub"ektov kriticheskoy informacionnoj infrastruktury RF na preimushchestvennoe primeneniye doverennykh programmno-apparatnykh kompleksov (PAK) na prinadlezhashchih im znachimykh ob"ektah kriticheskoy informacionnoj infrastruktury RF: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.11.2023 № 1912. *Sobr. zakonodatel'stva Ros. Federacii*. 2023. № 47, st. 8423. (In Russian)
2. Gluhov A. P., Kornienko A. A., Adadurov S. E. i dr. Ocenivaniye informacionnoj bezopasnosti biznes-processov. *Avtomatika, svyaz', informatika*. 2023. № 7. S. 17–20. (In Russian)
3. Gluhov A. P., Sidak A. A., Vasilenko V. V. i dr. Podhody k obespecheniyu bezopasnosti kriticheskoy informacionnoj infrastruktury zheleznodorozhnogo transporta. *Dvojnye tekhnologii*. 2020. № 4. S. 69–74. (In Russian)
4. Belova E. I. Modeli i algoritmy ocenivaniya informacionnoj bezopasnosti avtomatizirovannoy sistemy upravleniya passazhirskimi perevozkami zheleznodorozhnogo transporta. *Dvojnye tekhnologii*. 2023. № 2. S. 48–54. (In Russian)
5. Belova E. I., Gluhov A. P., Kornienko A. A. Podhod k ocenivaniyu informacionnoj bezopasnosti avtomatizirovannykh sistem upravleniya passazhirskim perevozkami zheleznodorozhnogo transporta. *Dvojnye tekhnologii*. 2023. № 1 (102). S. 71–77. (In Russian)

6. Zinov'ev P. A., Mejko A. V., Moiseev V. S. Inzhenernye metody rascheta funkcional'noj nadezhnosti i zhivuchesti korporativnyh informacionnyh sistem. Monografiya. Kazan': Otechestvo. 2009. 256 s. (In Russian)
7. Borisov A. N., Krumberg O. A., Fedorov I. P. Prinyatie reshenij na osnove nechetkih modelej. Primery ispol'zovaniya. Riga: Zinantne, 1990. 184 s. (In Russian)
8. Dolzhenko A. I. Ocenka nefunkcional'nyh harakteristik kachestva informacionnoj sistemy na osnove teorii nechetkih chisel. Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki. Prilozhenie. 2006. № 8. S. 3–9. (In Russian)
9. Katasev A. S., Emaletdinova L. Yu. Nchetko-produkcionnaya kaskadnaya model' diagnostiki sostoyaniya slozhnogo ob"ekta. Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody. 2013. № 1 (2). S. 69–81. (In Russian)

Received: 28.05.2024

Accepted: 17.06.2024