

DOI 10.22363/2313-2329-2019-27-2-269-279
УДК 339.543

Научная статья

Обоснование предупредительных замен элементов технических средств таможенного контроля

С.О. Бондаренко¹, Т.Н. Сауренко², М.Р. Гапов³, Е.Н. Шакун²

¹Михайловская военная артиллеристская академия
Российская Федерация, 195009, Санкт-Петербург, ул. Комсомола, 22

²Российский университет дружбы народов

Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

³Министерство экономического развития Карачаево-Черкесской Республики
Российская Федерация, 369000, Черкесск, ул. Комсомольская, 23

Эффективность таможенного контроля перемещаемых через таможенную границу товаров в существенной степени зависит от надежности функционирования технических средств таможенного контроля (ТС ТК), которая обеспечивается своевременностью предупредительных замен элементов этих средств. Случайный характер отказов указанных элементов и их относительно высокая стоимость обуславливают необходимость тщательного обоснования сроков предупредительных замен, что предполагает наличие соответствующего научно-методического аппарата. Развитие этого аппарата составляет цель настоящей статьи. Разработанные в статье научно-методические положения позволяют рационально определять сроки замен и состав заменяемых элементов ТС ТК. Их применение снизит затраты на поддержание ТС ТК в работоспособном состоянии. На стадии создания ТС ТК они будут способствовать повышению качества эксплуатационной документации, а в процессе эксплуатации на основе сбора и обработки соответствующих статистических данных позволят обоснованно корректировать сроки замен.

Ключевые слова: предупредительные замены; работоспособные элементы; параметры потока отказов; межпроверочные интервалы времени

Ускорение проведения таможенных операций при сохранении высокой эффективности выполнения предусмотренных таможенным кодексом Евразийского экономического союза мероприятий защиты национальной безопасности, здоровья и жизни граждан, а также охраны окружающей среды существенным образом зависит от рациональной организации обслуживания и ремонта технических средств таможенного контроля (ТС ТК) (Анисимов и др., 2015; Афонин, Кондрашова, Мютте, 2012; Афонин, Денисова, Мютте, 2012). Важная роль в этом процессе отводится предупредительным заменам функциональных элементов (узлов, блоков, устройств), которые могут быть как плановыми, так и неплановыми – вызванными текущим состоянием заменяемого элемента.

Цель предупредительной замены i -го элемента – снизить параметр ω_i потока его отказов и, следовательно, сократить число ремонтов и время неготовности объектов из-за отказов. Замена должны подлежать работоспособные элементы, параметр потока отказов которых заметно возрос или начинает возрастать (Анисимов и др., 2014; Астанков, Симонова, Черных, 2015). В интервале времени $0-t_{0i}$ (рис. 1) заменять i -й элемент на новый нецелесообразно, так как выигрыша в уменьшении числа отказов это не дает. По истечении времени t_{0i} замена может дать выигрыш в уменьшении показателя ω : в результате замены сохраняется (в интервале времени t_{3i}) значение этого показателя ($\omega_i \approx \omega_{0i}$), а без замены величина ω_i существенно возрастает, и спустя время t_{3i} (отсчитывает с момента t_{0i}) достигает значения ω_{1i} .

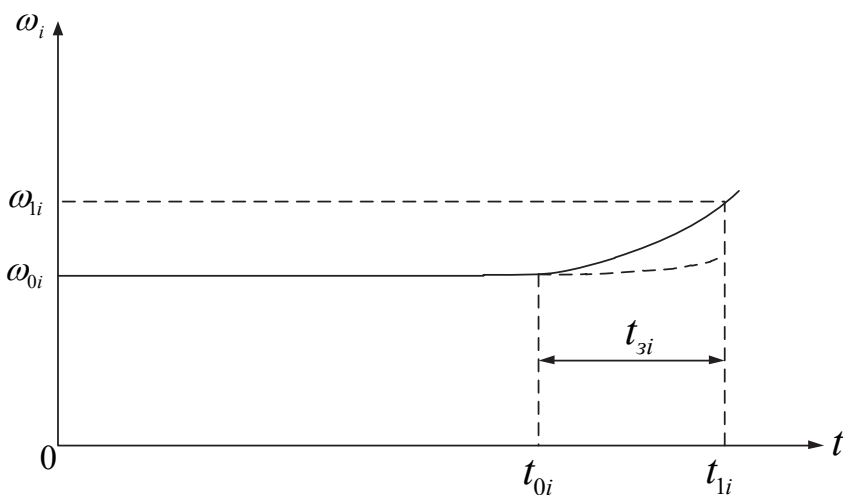


Рис. 1. Пояснение целесообразности предупредительных замен элементов
[Figure 1. The explanation of the advisability of preventive replacement of elements]

Выигрыш в уменьшении ω_i является необходимым, но еще недостаточным условием целесообразности предупредительных замен элементов. Действительно, увеличение ω_i после момента t_{0i} не означает, что необходимо сразу же заменять i -й элемент. Это объясняет следующим:

1) замена элемента требует затрат:

$$c_{3i} = c_i - c_{0i} + c_{p.3i}, \quad (1)$$

где c_i – стоимость нового i -го элемента; c_{0i} – стоимость заменяемого i -го элемента; $c_{p.3i}$ – стоимость работ по замене i -го элемента;

2) замена приводит к уменьшению числа отказов элемента, а следовательно, и объекта после замены; это означает, что уменьшается стоимость потерь из-за отказов.

Таким образом, замена элемента в момент времени t_{0i} не позволит компенсировать затраты c_{3i} уменьшением стоимости потерь из-за отказов (так как для этого требуется некоторое время $t_{3i} > 0$). Определить t_{3i} можно на основании равенства

$$C_i^o(t_{oi}, t_{li}) = C_i(t_{zi}), \tag{2}$$

где $C_i^o(t_{oi}, t_{li})$ – суммарные затраты, вызванные отказами i -го элемента на интервале времени $t_{li} - t_{oi} = t_{zi}$ без его замены (на этом интервале времени $\omega_i = f(t)$); $C_i(t_{zi})$ – суммарные затраты, вызванные отказами i -го элемента на интервале времени t_{zi} , если бы его замена была произведена в момент t_{oi} , при этом $\omega_i = \text{const}$ на интервале $t_{oi} \div t_{li}$.

Для решения задачи отыскания t_{zi} (а следовательно, $T_{zi} = t_{oi} + t_{zi}$, как показано на рис. 2) требуется иметь статистические данные, позволяющие определять t_{oi} , ω_{oi} и прогнозировать значения $\omega_i(t)$ по истечении времени t_{oi} .

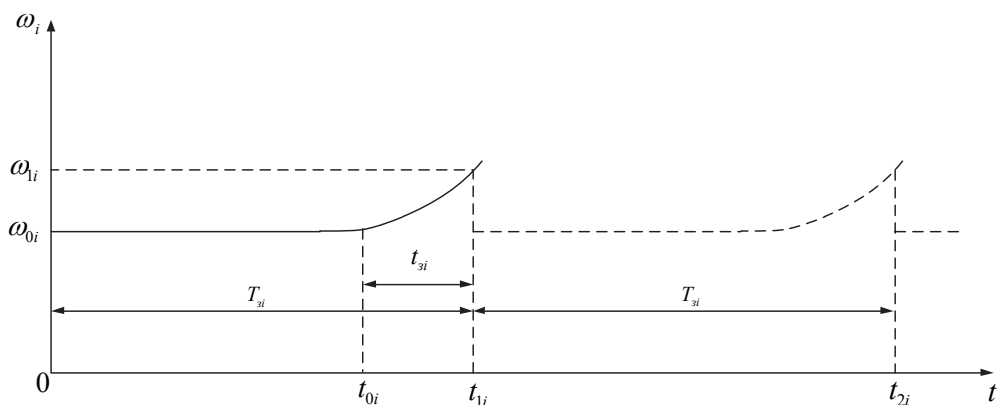


Рис. 2. Назначение предупредительных замен элементов
[Figure 2. The purpose of the preventive replacement of elements]

При определении значения t_{zi} следует в первую очередь учитывать особенности структуры объекта, в состав которого входит i -й элемент, условия его эксплуатации, периодичность контроля его работоспособности, задачи, решаемые объектом (Анисимов и др., 2016; Афонин, Афонин, Шележонкова, 2016; Казакова, Астанков, Черных, 2015). Так, если в сложной технической системе имеется несколько одинаковых функциональных элементов, выполняющих одни и те же функции, то при определении параметра ω_i следует учитывать не один, а все элементы i -го типа. Аналогично, если в сложной большой системе имеется несколько объектов, выполняющих одинаковые функции и содержащих рассматриваемые элементы i -го типа, то необходимо также при определении ω_i учитывать количество таких объектов.

Рассмотрим более подробно факторы и показатели, учитываемые при оценке целесообразности предупредительных замен элементов в ТС ТК на примере проведения первой замены, так как далее процесс повторяется.

Наиболее типичным комплексом факторов, характеризующих условия целесообразности предупредительных замен элементов, является следующий (Авдеев и др., 2001; Анисимов и др., 2016):

- при поступлении заявки на применение ТС ТК и обнаружении отказа i -го элемента допустимого времени восстановления работоспособности недостаточно для выполнения работ методом замены элемента ($t_{vi} > t_{в доп}$);

– отказы ТС ТК обнаруживаются только при контроле ее работоспособности через плановый межпроверочный интервал времени T или unplanned интервал времени ϑ с момента окончания плановой проверки до момента поступления заявки на подготовку и применение ТС ТК (рис. 3);

– плановые замены организационно совмещаются с техническими обслуживаниями и плановыми проверками работоспособности ТС ТК.

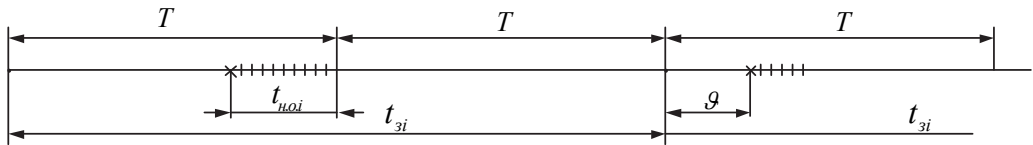


Рис. 3. Временная диаграмма контроля работоспособности и предупредительных замен элементов:

× – момент отказа i -го элемента; $t_{n,oi}$ – длительность нахождения ТС ТК в состоянии необнаруженного отказа

[Figure 3. The timing diagram of health monitoring and preventive replacement of elements:

× – the moment of failure of the i -th element, $t_{n,oi}$ – the duration of the TC TC in the state of undetected failure]

В соответствии с рис. 3 интервал времени t_{zi} содержит

$$n_{Ti} = \frac{t_{zi}}{T} \tag{3}$$

межпроверочных интервалов времени T . Если вероятность отказа ТС ТК из-за отказа i -го элемента на интервале $T - Q_i(T)$, то среднее число интервалов T с отказами составит

$$n_{отк.i} = Q_i(T) \cdot n_{Ti} \text{ или } n_{отк.i} = Q_i(T) \frac{t_{zi}}{T} \tag{4}$$

Заметим, что выражение (3) соответствует случаю, когда замена элемента производится в момент времени t_{oi} . Для случая замены элемента по истечении времени $T_{zi} = t_{oi} + t_{zi}$ для интервала t_{zi} будем иметь

$$n_{отк.i}^o = Q_i^o(T) \frac{t_{zi}}{T}, \tag{5}$$

где $Q_i^o(T) > Q_i(T)$.

На основании выражений (3)–(5) можно определить вероятность попадания заявки на интервал времени T с отказом i -го элемента:

$$\overline{P}_{Zi} = \frac{n_{отк.i}}{n_{Ti}}$$

или

$$\overline{P}_{Zi} = Q_i(T), \tag{6}$$

$$\overline{P}_{Zi}^o = Q_i^o(T). \tag{7}$$

Следует отметить, что предлагаемый способ определения значений $n_{отк.i}$ и \overline{P}_{Zi} не связан с ограничениями величин T и ω_i и в целом проще, чем изложенный в (Анисимов и др., 2004; Балясников, Ведерников и др., 2015; Анисимов и др., 2011).

Так как в случае замены i -го элемента в момент t_{oi} параметр потока его отказов на интервале времени t_{zi} постоянен, то для определения $Q_i(T)$ можно использовать экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы:

$$Q_i(T) = 1 - e^{-\omega_i T}. \tag{8}$$

В случае отсутствия предупредительной замены i -го элемента в момент t_{oi} параметр $\omega_i(t) \neq \text{const}$, эта формула также может быть использована путем введения вместо ω_i усредненного значения $\omega_{cp.i} \approx (\omega_{oi} + \omega_{li}) / 2$.

Тогда

$$Q_i^o(T) = 1 - e^{-\omega_{cp.i} T}. \tag{9}$$

Теперь для определения t_{zi} необходимо конкретизировать выражение (2). Для правой части этого выражения можно записать

$$C_i(t_{zi}) = c_{zi} + (c_{pi} + c_{yi})n_{отки}(t_{zi}), \tag{10}$$

где c_{pi} – средняя стоимость ремонта ТС ТК при отказе i -го элемента; c_{yi} – средний ущерб из-за неготовности ТС ТК по причине отказа i -го элемента при его замене в момент времени t_{oi} .

Показатель c_{yi} можно определить с помощью выражения

$$c_{yi} = u \overline{P}_{Zi}, \tag{11}$$

где u – ущерб от последствий отказа ТС ТК.

Условно можно считать, что отказу ТС ТК соответствует (в условиях жесткого ограничения времени на восстановление работоспособности) необходимость иметь одно резервное ТС ТК, то есть $N_{рез} = 1$ при количестве N ТС ТК в составе комплекса средств технического контроля. При этом допускаем, что вероятность отказа одновременно более одного ТС ТК весьма мала. Тогда

$$u \approx C_{кшм} \frac{N_{рез}}{N}$$

и при $N_{рез} = 1$

$$u \approx \frac{C_{кшм}}{N}. \tag{12}$$

В случае отсутствия предупредительной замены i -го элемента в момент t_{oi} используется показатель

$$c_{yi}^o = u \overline{P_{Zi}^o}. \quad (13)$$

Левая часть выражения (2) представляется соотношением

$$C_i^o(t_{oi}, t_{li}) = (c_{pi} + c_{yi}^o) n_{отки}^o(t_{zi}). \quad (14)$$

Теперь выражение (2) с учетом выражений (10, 14, 4, 5, 8, 9) получим в более развернутом виде

$$c_{zi} + (c_{pi} + c_{yi}) \frac{t_{zi}}{T} = (c_{pi} + c_{yi}^o) \frac{t_{zi}}{T} (1 - e^{-\omega_{cpoi} T}).$$

Отсюда после несложных преобразований получим выражение для t_{zi} :

$$t_{zi} = T \frac{c_{zi}}{\Delta C}, \quad (15)$$

где
$$\Delta C = (1 - e^{-\omega_{cp,i} T})(c_{pi} + c_{yi}^o) - (1 - e^{-\omega_{oi} T})(c_{pi} + c_{yi}). \quad (16)$$

При расчетах для определения t_{zi} применительно к ТС ТК необходимо учитывать следующее.

1. Так как в общем в состав ТС ТК входит N технических средств, каждое из которых, как правило, имеет элемент i -го типа, то в выражении (16) следует вместо показателей ω_{oi} и $\omega_{cp,i}$ использовать $\omega_{oi}^* = N\omega_{oi}$ и $\omega_{cp,i}^* = N\omega_{cp,i}$ соответственно.

2. Поскольку значение $\omega_{cp,i}$, соответствующее искомому показателю t_{zi} , неизвестно, то необходимо, последовательно задавая значения $\omega_{cp,i} > \omega_{oi}$, определить t_{zi} . Расчеты заканчиваются, если по известным (спрогнозированным) данным найденному значению t_{zi} будет соответствовать примерно то же значение $\omega_{cp,i}^*$, которое использовалось при расчетах.

3. При этом известные статистические (спрогнозированные) данные для $\omega_i(t)$ переводят в зависимость $\omega_i^*(t) = \omega_i(t)N$.

На графике зависимости $\omega_i^*(t)$ по найденному значению t_{zi} определяется для $t_{oi} + t_{zi}/2$ величина $\omega_{cp,i}^*$. Если $\omega_{cp,i}^* = \omega_{cp,i}^*(расч.)$, то найденное t_{zi} является окончательным, то есть граничным значением $t_{zi}^{гп}$. Поэтому предупредительную замену следует назначать в момент $T_{zi}^{гп} = t_{oi} + t_{zi}^{гп}$.

4. Проверка результатов расчета поясняется с помощью рис. 4. Подобную зависимость целесообразно использовать при задании значения $\omega_{cp,i}^*$ на

каждом очередном шаге расчетов. Если $\omega_{\text{ср.}i(\text{расч.})}^*$ для найденного значения $T_{zi} = t_{oi} + t_{zi}/2$ меньше значения $\omega_{\text{ср.}i}^*$ на графике, то на очередном шаге расчетов следует задать большее значение $\omega_{\text{ср.}i(\text{расч.})}^*$ (и наоборот, если $\omega_{\text{ср.}i(\text{расч.})}^* > \omega_{\text{ср.}i(\text{на графике})}^*$, то $\omega_{\text{ср.}i(\text{расч.})}^*$ следует уменьшить).

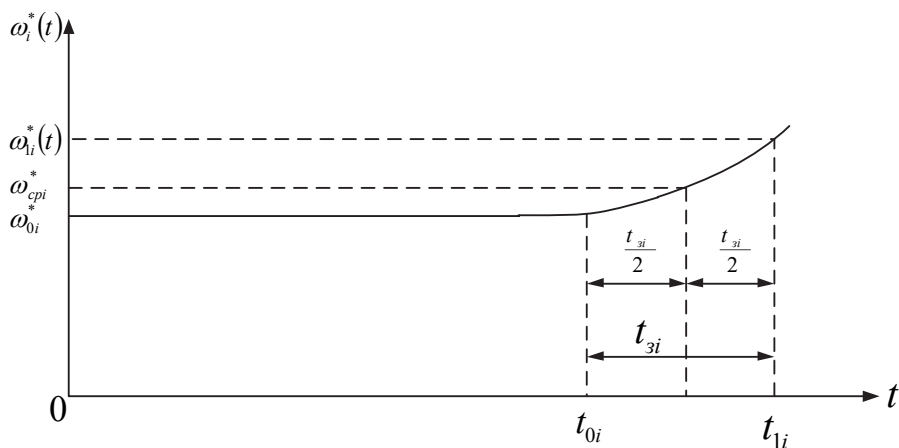


Рис. 4. Пояснение проверки обоснованности рассчитанного значения t_{zi}^{TP}

[**Figure 4.** The explanation of the validity of the calculated value t_{zi}^{TP}]

Рассмотренные положения по предупредительным заменам функциональных элементов ТС ТК позволят обоснованно определять их состав и сроки проведения таких замен. Это будет способствовать качеству эксплуатационной документации на стадии создания ТС ТК и корректировке сроков замен на основании сбора статистических данных в процессе эксплуатации.

Благодарности и финансирование. Исследование выполнено при поддержке Проекта 5–100 Российского университета дружбы народов.

Список литературы

- Авдеев М.М. и др.* Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами / Международная академия информатизации. СПб. – Тула, 2001. 139 с.
- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. и др.* Математические методы и модели в экономическом и таможенном риск-менеджменте. СПб.: Информационный издательский учебно-научный центр «Стратегия будущего», 2016. 236 с.
- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. и др.* Методы и модели оптимизации в управлении развитием сложных технических систем. СПб., 2004. 279 с.
- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г. и др.* Применение математических методов при проведении диссертационных исследований: учебник. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2011. 514 с.
- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М.* Формализация процедуры риск-ориентированного подхода при выполнении государственными органами контрольных функций // *Вестник Российской таможенной академии*. 2014. № 4. С. 96–102.

- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Богоева Е.М., Сауренко Т.Н., Гарькушев А.Ю.* Методологические основы построения показателей эффективности контрольной деятельности органов государственной власти // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 3–4. С. 17–20.
- Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Родионова Е.С., Сауренко Т.Н.* Стохастическая модель для оценки эффективности управления таможенными рисками // Управленческое консультирование. 2016. № 9 (93). С. 83–94.
- Астанков А.А., Симонова М.А., Черных А.К.* О прогнозировании эффективности применения инновационных технических решений и технологий в интересах обеспечения безопасности на транспорте // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2015. № 3. С. 25–31.
- Афонин Д.Н., Афонин П.Н., Шележонкова А.В.* Применение рентгеновских сканеров персонального досмотра для выявления наркокурьеров // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2016. № 4 (60). С. 27–31.
- Афонин П.Н., Денисова Е.Н., Мютте Г.Е.* Повышение качества таможенных услуг на таможенно-логистических терминалах // Российское предпринимательство. 2012. № 8 (106). С. 138–144.
- Афонин П.Н., Кондрашова В.А., Мютте Г.Е.* Управление государственным контролем в пограничных пунктах пропуска при реализации таможенных услуг // Управление экономическими системами. 2012. № 4 (40). С. 96.
- Балясников В.В., Ведерников Ю.В. и др.* Модель причинного анализа на основе использования данных об особых ситуациях // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 1–2. С. 31–38.
- Казакова Н.Р., Астанков А.А., Черных А.К.* Подходы к оценке эффективности внедрения новых технических решений и технологий для обеспечения безопасности на объектах нефтегазового комплекса // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2015. № 7–8 (85–86). С. 52–56.

История статьи:

Дата поступления в редакцию: 07 марта 2019

Дата проверки: 15 апреля 2019

Дата принятия к печати: 30 мая 2019

Для цитирования:

Бондаренко С.О., Сауренко Т.Н., Гапов М.Р., Шакун Е.Н. Обоснование предупредительных замен элементов технических средств таможенного контроля // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2019. Т. 27. № 2. С. 269–279. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2019-27-2-269-279>

Сведения об авторах:

Бондаренко Сергей Олегович – кандидат технических наук, донец кафедры автоматизированного управления Михайловской военной артиллерийской академии. E-mail: bond_piter@mail.ru

Сауренко Татьяна Николаевна – доктор экономических наук, заведующая кафедрой таможенного дела экономического факультета Российского университета дружбы народов. E-mail: tanya@saurenko.ru

Гапов Мурат Романович – кандидат экономических наук, заместитель министра экономического развития Карачаево-Черкесской Республики. E-mail: mgapov@gmail.com

Шакун Екатерина Николаевна – аспирант кафедры таможенного дела экономического факультета Российского университета дружбы народов. E-mail: shakun-en@rudn.ru

Justification of the warning replacement of the elements of technical means of customs control

Sergey O. Bondarenko¹, Tatiana N. Saurenko²,
Murat R. Gapov³, Ekaterina N. Shakun²

¹Mikhailovsky Military Artillery Academy

22 Komsomola St., Saint Petersburg, 195009, Russian Federation

²Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

³Ministry of Economic Development of the Karachay-Cherkess Republic

23 Komsomolskaya St., Cherkessk, 369000, Russian Federation

Abstract. The effectiveness of customs control of goods transported across the customs border to a significant extent depends on the reliability of the technical means of customs control. The reliability of their functioning is ensured by the timeliness of preventive replacements of the elements of these means. The random nature of the failures of these elements and their relatively high cost make it necessary to thoroughly justify the terms of preventive replacements. The justification of the terms of replacements presupposes the existence of an appropriate scientific methodological apparatus. The development of this apparatus is the goal of this article. The scientific and methodological provisions developed in the article will make it possible to reasonably determine the replacement times and the composition of the replaced elements of the technical means of customs control. Their use will reduce the cost of maintaining the technical means of customs control in working condition. At the stage of creating the technical means of customs control, it will improve the quality of the operational documentation, and in the course of their operation, based on the collection and processing of relevant statistical data, will allow for a reasonable correction of the replacement time.

Keywords: precautionary replacements; workable elements; parameter of the flow of failures; interesting intervals of time

Acknowledgements and Funding. The publication was prepared with the support of the RUDN University Program 5–100.

References

- Afonin D.N., Afonin P.N., Shelezhonkova A.V. (2016). Primenenie rentgenovskikh skanerov personal'nogo dosmotra dlya vyyavleniya narkokur'erov [The use of X-ray personal scanners scanner to identify drug couriers]. *Uchenye zapiski Sankt-Peterburgskogo imeni V.B. Bobkova filiala Rossiiskoi tamozhennoi akademii*, 4(60), 27–31. (In Russ.)
- Afonin P.N., Denisova E.N., Myutte G.E. (2012). Povyshenie kachestva tamozhennykh uslug na tamozhenno-logisticheskikh terminalakh [Improving the quality of customs services at the customs and logistics terminals]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo*, 8(106), 138–144. (In Russ.)
- Afonin P.N., Kondrashova V.A., Myutte G.E. (2012). Upravlenie gosudarstvennym kontrol'em v pogranichnykh punktakh propuska pri realizatsii tamozhennykh uslug [Management of state control at border crossing points in the implementation of customs services]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 4(40), 96. (In Russ.)

- Anisimov V.G., Anisimov E.G. et al. (2004). *Metody i modeli optimizatsii v upravlenii razvitiem slozhnykh tekhnicheskikh system* [Methods and models of optimization in managing the development of complex technical systems]. Saint Petersburg. 279 p. (In Russ.)
- Anisimov V.G., Anisimov E.G. et al. (2011). *Primenenie matematicheskikh metodov pri provedenii dissertatsionnykh issledovaniy: uchebnik* [The use of mathematical methods for dissertation research: a textbook]. Moscow: Rossiiskaya tamozhennaya akademiya Publ. 514 p. (In Russ.)
- Anisimov V.G., Anisimov E.G. et al. (2016). *Matematicheskie metody i modeli v ekonomicheskom i tamozhennom risk-menedzhmente* [Mathematical methods and models in economic and customs risk management]. Saint Petersburg, Informatsionnyi izdatel'skii uchebno-nauchnyi tsentr "Strategiya budushchego". 236 p. (In Russ.)
- Anisimov V.G., Anisimov E.G., Bogoeva E.M. (2014). Formalizatsiya protsedury risk-orientirovannogo podkhoda pri vypolnenii gosudarstvennymi organami kontrol'nykh funktsii [Formalization of the procedure of risk-based approach in the performance of control functions by state bodies]. *Vestnik Rossiiskoi tamozhennoi akademii*, (4), 96–102. (In Russ.)
- Anisimov V.G., Anisimov E.G., Bogoeva E.M., Saurenko T.N., Garkushev A.Y. (2015). Metodologicheskie osnovy postroeniya pokazatelei effektivnosti kontrol'noi deyatel'nosti organov gosudarstvennoi vlasti [Methodological basis for the construction of indicators of the effectiveness of control activities of state authorities]. *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu*, (3–4), 17–20. (In Russ.)
- Anisimov V.G., Anisimov E.G., Rodionova E.S., Saurenko T.N. (2016). Stokhasticheskaya model' dlya otsenki effektivnosti upravleniya tamozhennymi riskami [Stochastic model for assessing the effectiveness of customs risk management]. *Upravlencheskoe konsul'tirovanie*, 9(93), 83–94. (In Russ.)
- Astankov A.A., Simonova M.A., Chernykh A.K. (2015) O prognozirovanii effektivnosti primeneniya innovatsionnykh tekhnicheskikh reshenii i tekhnologii v interesakh obespecheniya bezopasnosti na transporte [On forecasting the effectiveness of the use of innovative technical solutions and technologies in the interests of ensuring safety in transport]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii*, (3), 25–31. (In Russ.)
- Avdeev M.M. et al. (2001). *Informatsionno-statisticheskie metody v upravlenii mikroekonomicheskimi sistemami* [Information and statistical methods in the management of microeconomic systems]. Saint Petersburg, Tula. 139 p. (In Russ.)
- Balyasnikov V.V., Vedernikov Yu.V. et al. (2015). Model' prichinnogo analiza na osnove ispol'zovaniya dannykh ob osobykh situatsiyakh [Model of causal analysis based on the use of data on special situations]. *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu*, (1–2), 31–38. (In Russ.)
- Kazakova N.R., Astankov A.A., Chernykh A.K. (2015). Podkhody k otsenke effektivnosti vnedreniya novykh tekhnicheskikh reshenii i tekhnologii dlya obespecheniya bezopasnosti na ob"ektakh neftegazovogo kompleksa [Approaches to assessing the effectiveness of introducing new technical solutions and technologies for ensuring security at oil and gas facilities]. *Voprosy oboronnoi tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeistviya terrorizmu*, 7–8(85–86), 52–56. (In Russ.)

Article history:

Received: 07 March 2019

Revised: 15 April 2019

Accepted: 30 May 2019

For citation:

Bondarenko S.O., Saurenko T.N., Gapov M.R., Shakun E.N. (2019). Justification of the warning replacement of the elements of technical means of customs control. *RUDN Journal of Economics*, 27(2), 269–279. <http://dx.doi.org/10.22363/2313-2329-2019-27-2-269-279>

Bio notes:

Sergey O. Bondarenko – Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor, Department of Automated Management, Mikhailovsky Military Artillery Academy. E-mail: bond_piter@mail.ru

Tatiana N. Saurenko – Dr. Sc. (Econ.), Head Department of Customs, Faculty of Economics, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: tanya@saurenko.ru

Murat R. Gapov – Cand. Sc. (Econ.), Deputy Minister of Economic Development of the Karachay-Cherkess Republic. E-mail: mgapov@gmail.com

Ekaterina N. Shakun – postgraduate student, Department of Customs, Faculty of Economics, Peoples Friendship University of Russia (RUDN University). E-mail: shakun-en@rudn.ru