

Типичные недостатки в публикациях по надежности

Typical shortcomings in the dependability-related publications

Нетес В.А.^{1*}
Netes V.A.^{1*}

¹Московский технический университет связи и информатики, Москва, Российская Федерация
*v.a.netes@mtuci.ru
¹Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow, Russian Federation
*v.a.netes@mtuci.ru



Нетес В.А.

Резюме. Цель. Выявить и разобрать типичные недостатки, встречающиеся в публикациях по надежности, для того чтобы предостеречь авторов будущих публикаций от их повторения. **Методы.** При написании статьи был проведен критический анализ текстов большого числа публикаций и их сравнение с основными положениями базовых отечественных и международных стандартов по надежности. Для анализа были взяты отечественные стандарты, не входящие в систему «Надежность в технике», и учебные пособия для высших учебных заведений. Такой выбор объясняется тем, что характер этих изданий ведет к тиражированию допущенных в них ошибок. Кроме того, для них особенно важно правильное и недвусмысленное изложение материала. **Результаты.** Выявлены и разобраны следующие типичные недостатки, имеющиеся во многих публикациях. 1. Путаница в основных понятиях надежности, выражающаяся в некорректном использовании некоторых базовых терминов. Основные ошибки этого рода таковы: использование термина «надежность» вместо термина «безотказность» и термина «доступность» вместо термина «готовность», что обусловлено неверным (в рассматриваемом контексте) переводом английских терминов “reliability” и “availability” соответственно; использование термина «отказ» для состояния объекта. 2. Ошибки, связанные с показателями надежности: неправильный выбор номенклатуры показателей и использование некорректных названий для показателей. 3. Необоснованное использование простейших формул, справедливых только для экспоненциального распределения наработки до отказа, в общем случае. 4. Отсутствие формулировки критерия отказа при задании количественных требований к надежности. **Заключение.** Результаты статьи помогут авторам будущих публикаций по надежности повысить их качество, избежав повторения указанных недостатков. Для улучшения ситуации предлагаются следующие меры. Организовать тщательное и независимое рецензирование готовящихся к изданию учебных пособий, широкое и беспристрастное обсуждение профессиональным сообществом проектов стандартов и уже изданных материалов с публикацией результатов таких обсуждений. Техническому комитету по стандартизации 119 «Надежность в технике» следует навести порядок в соответствующей системе стандартов, которая должна стать стройной и непротиворечивой основой для написания других публикаций и документов, а также взять на себя экспертизу всех технических стандартов, затрагивающих вопросы надежности.

Abstract. Aim. To identify and analyse the shortcomings that are typical for publications on dependability in order to warn the authors of future publications against them. **Methods.** When writing the paper, the author critically analysed a large number of publications and compared them with the key provisions of the basic Russian and international dependability-related standards. The analysis covered Russian standards that are not part of the Dependability in Technics system, as well as course books. This choice is due to the fact that the nature of such publications leads to the replication of errors. In addition, correct and unambiguous presentation of information is especially important for them. **Results.** The following typical shortcomings found in many publications were identified and analysed. 1. Confusion in the basic concepts of dependability causing incorrect use of some basic terms. The most common errors of this kind are as follows: the use of the term “dependability” instead of the term “reliability” and the term “accessibility” instead of the term “availability”, which is due to the incorrect (in this context) translation of the English terms “reliability” and “availability”, respectively; the use of the term “failure” as a state of an item. 2. Errors associated with dependability measures, i.e., incorrect choice of the set of indicators and the use of incorrect names for indicators. 3. Unnecessary use of simple formulas that are valid only for the exponential distribution of time to failure, in the general case. 4. Undefined criterion of failure when setting quantitative dependability requirements. **Conclusion.** The paper’s findings will help the authors of future publications

on dependability to improve their quality by avoiding the above shortcomings. The following measures are proposed for improving the situation. To ensure thorough and independent review of the forthcoming course books, a broad and impartial discussion by the professional community of draft standards and already published materials with the publication of the results of such discussions. The Technical Committee for Standardization 119 Dependability in Engineering should put into order the corresponding system of standards that is to become a coherent and consistent basis for other publications and documents, as well as undertake the expert assessment of all dependability-related technical standards.

Ключевые слова: надежность, стандарты, учебные пособия, типичные недостатки, безотказность, готовность, показатели надежности, критерий отказа.

Keywords: dependability, standards, course books, typical shortcomings, reliability, availability, dependability measures, failure criterion.

Для цитирования: Нетес В.А. Типичные недостатки в публикациях по надежности // Надежность. 2025. №1. С. 40-45. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2025-25-1-40-45>

For citation: Netes V.A. Typical shortcomings in the dependability-related publications. Dependability 2025; 1:40-45. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2025-25-1-40-45>

Поступила: 30.08.2024 / **После доработки:** 25.11.2024 / **К печати:** 05.03.2025

Received on: 30.08.2024 / **Revised on:** 25.11.2024 / **For printing:** 05.03.2025

Введение

Автор этой статьи 50 лет занимается надежностью, почти половину этого срока преподает теорию надежности в вузе, принимал участие в разработке отечественных и международных стандартов по надежности в рамках соответствующих технических комитетов Росстандарта и Международной электротехнической комиссии (МЭК). За это время пришлось видеть и слышать огромное число ошибок в различных публикациях и докладах в этой области. При этом ошибки в работах студентов и аспирантов понятны и простительны, поскольку обусловлены молодостью и неопытностью авторов, хотя и в этих случаях их руководители должны были бы выявить большинство ошибок и потребовать их исправления. Менее простительны и гораздо более огорчительны ошибки, допущенные в публикациях более опытных авторов. Особенно неприятны они в стандартах и учебных изданиях, где, к сожалению, их также встречается немало. Характер этих изданий ведет к тому, что допущенные в них ошибки начинают тиражироваться.

Данная статья анализирует типичные недостатки, которые встречаются в публикациях по надежности. Хорошо известно, что осознание ошибок есть первый шаг на пути к их исправлению. Чтобы ограничить круг рассмотрения, будут взяты только отечественные стандарты, не входящие в систему «Надежность в технике», и учебные пособия. Впрочем, недостатки некоторых международных стандартов, перешедшие в созданные на их основе отечественные стандарты, также будут указаны. Серьезными недостатками обладают и некоторые стандарты системы «Надежность в технике», однако они уже рассматривались в целом ряде публикаций (например, [1–4] и др.).

Важно подчеркнуть, что основная цель статьи не есть просто критика упомянутых в ней публикаций (хотя, конечно, хотелось бы, чтобы в их последующих версиях указанные недостатки были бы исправлены). Главное –

на основе приведенных примеров показать, что в этих (и во многих других) публикациях не так, объяснить, почему те или иные формулировки, положения или формулы ошибочны, и тем самым предостеречь авторов будущих публикаций от повторения подобных ошибок.

1. Путаница в основных понятиях

Хорошо известно, что надежность – это сложное свойство, включающее в себя несколько более простых свойств. К сожалению, состав этих свойств различается в отечественных и международных стандартах. Например, в нашей стране одним из свойств, составляющих надежность, традиционно считается сохраняемость, а в международных стандартах такого понятия нет. Поэтому автор считает неправильным разрабатывать стандарты системы «Надежность в технике» на основе международных как идентичные или слегка модифицированные, поскольку это приводит к несогласованности с базовым терминологическим стандартом. Однако использовать зарубежные источники при создании наших стандартов и написании других публикаций, безусловно, нужно. При этом важно не допускать ошибки при переводе основных понятий, в частности в названиях составляющих надежность свойств. Далее рассмотрены две распространенные ошибки такого рода.

Первым из свойств, составляющих надежность, является безотказность, называемая по-английски “reliability”. Это закреплено международным терминологическим стандартом IEC 60050-192:2015¹. Однако слово “reliability” имеет еще два значения. Дело в том, что в англоязычной терминологии для некоторых показателей надежности используются те же названия, что и

¹ IEC 60050-192:2015. International Electrotechnical Vocabulary – Part 192: Dependability. С его содержанием можно ознакомиться на портале «Электропедия» МЭК: <https://electropedia.org>.

для свойств, характеризующихся этими показателями, и это также закреплено стандартом. В частности, “reliability” означает показатель безотказности, называемый по-русски «вероятность безотказной работы». Наконец, слово “reliability” нередко используется в широком смысле и обозначает надежность в целом. Хотя в стандарте для этого предназначен термин “dependability”, исторически сложилось так, что “reliability” часто выступает как его синоним. Поэтому термин “reliability” нельзя переводить механически, его смысл зависит от контекста. К сожалению, это обстоятельство порой не учитывают.

В частности, если “reliability” стоит в одном ряду с названиями других свойств, составляющих надежность, его следует переводить «безотказность», слово «надежность» в этом контексте будет неправильным. Подобная ошибка допущена, например, в названии стандарта ГОСТ Р 52527–2006¹. В оригинальном названии стандарта ИСО, на основе которого он создан, имеются слова “reliability, availability, maintainability and safety”, правильным переводом которых будет «безотказность, готовность, ремонтпригодность и безопасность» (попутно исправлена еще одна ошибка: стандартизованный эквивалент английского “maintainability” – «ремонтпригодность»).

Перейдем теперь к рассмотрению понятия «готовность» (availability). В соответствии с ИЕС 60050-192:2015 – это одно из свойств составляющих надежность. То же слово используется и для основного показателя, характеризующего это свойство, по-русски его называют «коэффициент готовности». В отечественных стандартах это свойство много лет в явном виде не присутствовало, хотя коэффициент готовности широко использовался. Более подробно об этом можно прочитать в [3].

К сожалению, английский термин “availability” нередко переводится на русский язык как «доступность». Действительно, словари общей лексики дают в первую очередь это значение. Однако применительно к надежности такой перевод будет неверным. Правильными, т.е. закрепленными стандартами, значениями будут «готовность» или «коэффициент готовности» в зависимости от того, идет ли речь о свойстве или показателе. Добавим к этому, что «доступность» имеет иной смысл и является эквивалентом для другого английского термина “accessibility”. Это установлено во многих стандартах (см. ГОСТ Р 52872–2012, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015, ГОСТ Р 51671–2015, ГОСТ 33249–2015, ГОСТ Р 54937–2018, ГОСТ Р ИСО/МЭК 19086-1–2019, ГОСТ 33652–2019, ГОСТ Р 52872–2019, ГОСТ Р 51671–2020, ГОСТ Р 59812–2021, ГОСТ Р 70186–2022).

Эта ошибка была детально описана и разобрана почти 20 лет назад [5], но повторяется вновь и вновь, в том числе во многих стандартах. В ГОСТ Р ИСО 9000–2015² в примечании 3 к термину «характеристика» (п. 3.10.1) в

числе примеров характеристик, связанных со временем, наряду с безотказностью указана доступность. Поскольку здесь имеются в виду характеристики, относящиеся к надежности, и в оригинале написано “availability”, надо было написать «готовность». В ГОСТ Р 57392–2017³ и ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1–2021⁴ многократно упоминается «доступность», однако в большинстве случаев также следовало использовать термин «готовность». Эта же ошибка допущена в ГОСТ Р 56205–2014⁵. Более того, при определении термина «доступность» (п. 3.2.16) после него в скобках написано «работоспособность». Видимо, эти два термина считаются синонимами, что является еще более грубой ошибкой, поскольку работоспособность – это состояние, а не свойство объекта. Совсем нелепая ситуация в ГОСТ Р ИСО/МЭК 19086-1–2019⁶ и ГОСТ Р ИСО/МЭК 25023–2021⁷, в которых термин «доступность» используется сразу в двух смыслах: accessibility и availability. Более того, в последнем упомянутом стандарте в качестве показателей готовности к работе (п. 8.6.2) указаны «доступность системы» и «среднее время недоступности».

Среди студентов, изучающих информационные и коммуникационные технологии, большой популярностью пользуется учебное пособие «Компьютерные сети» (авторы В. Олифер и Н. Олифер), которое за 20 лет выдержало 6 изданий⁸. В нем содержится много полезной информации, но, к сожалению, небольшой раздел, посвященный надежности, оставляет желать много лучшего. В частности, для коэффициента готовности там также использован термин «доступность». Другие, имеющиеся там ошибки, будут указаны ниже.

Одно из важнейших понятий в надежности – отказ. Он определяется как событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Однако иногда отказ ошибочно считается состоянием объекта. Например, ГОСТ 27751–2014⁹ определяет отказ как «состояние (sic!) строительного объекта, при котором не выполняются одно или несколько условий предель-

³ ГОСТ Р 57392–2017. Информационные технологии. Управление услугами. Часть 10. Основные понятия и терминология.

⁴ ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1–2021. Информационные технологии. Менеджмент сервисов. Часть 1. Требования к системе менеджмента сервисов.

⁵ ГОСТ Р 56205–2014 / ИЕС/ТС 62443-1-1:2009. Сети коммуникационные промышленные. Защищенность (кибербезопасность) сети и системы. Часть 1-1. Терминология, концептуальные положения и модели.

⁶ ГОСТ Р ИСО/МЭК 19086-1–2019. Информационные технологии. Облачные вычисления. Структура соглашения об уровне обслуживания (SLA). Часть 1. Обзор и концепции.

⁷ ГОСТ Р ИСО/МЭК 25023–2021. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программной продукции (SQuaRE). Измерения качества системы и программной продукции.

⁸ Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Юбилейное издание, дополненное и исправленное. – СПб.: Питер, 2024. – 1008 с.

⁹ ГОСТ 27751–2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения.

¹ ГОСТ Р 52527–2006 (ИСО 3977-9:1999). Установки газотурбинные. Надежность, готовность, эксплуатационная технологичность и безопасность.

² ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.

ных состояний» (п. 2.1.10). Кстати, здесь допущена еще одна серьезная ошибка: предельное состояние имеет отношение к свойству долговечности, а не безотказности. Выражение «состояние отказа» использовано в некоторых учебных пособиях¹.

2. Ошибки, связанные с показателями надежности

Показатели надежности служат для количественной оценки одного или нескольких свойств, составляющих надежность. Ошибки в выборе показателей надежности могут приводить к тому, что какие-то важные аспекты надежности не будут приняты во внимание, или что рассматриваемый технический объект будет считаться достаточно надежным, хотя в действительности он таковым не является, или наоборот надежность необоснованно будет признана низкой и предприняты излишние действия по ее повышению, на которые напрасно будут затрачены время и деньги.

Общие принципы выбора номенклатуры показателей надежности установлены ГОСТ 27.003–2016². Важно подчеркнуть, что показатели выбираются из числа тех, определения которых приведены в терминологическом стандарте по надежности. Для учета особенностей технического объекта и/или специфики его применения допускается модификация стандартизированных показателей, но она не должна противоречить сути их базовых определений. Примеры таких модификаций приведены в приложении А указанного стандарта. Однако порой вводятся показатели, которые по названию, а то и по своей сути, далеки от стандартизированных.

Например, в уже упомянутом выше ГОСТ Р 52527–2006 есть показатель «надежность выполнения задания» (п. 3.59). Соответствующий показатель в стандарте ИСО называется “mission reliability”, и здесь “reliability” означает показатель безотказности, так что правильно его следовало назвать просто «вероятность безотказной работы». При использовании этого показателя, как указано в ГОСТ 27.003–2016, требуемая непрерывная наработка, для которой определяется эта вероятность, принимается равной длительности выполнения одной типовой операции, длительности решения одной типовой задачи, объему типового задания и т.п. Таким образом и осуществляется привязка к выполнению задания. Заметим, что этот показатель нельзя назвать «вероятность выполнения задания», поскольку он учитывает только возможность отказов, но не берет в расчет

другие причины, по которым задание может быть не выполнено (например, ошибки персонала). Что же касается формулы, которая определяет в ГОСТ Р 52527–2006 этот показатель, то она будет рассмотрена ниже.

В этом стандарте есть также другие еще более сомнительные показатели: эквивалентный коэффициент готовности (п. 3.18), коэффициент вынужденного простоя (п. 3.34), коэффициент безотказности (п. 3.82) и др. Кроме того, формула, приведенная для расчета коэффициента оперативной готовности, не соответствует его определению.

В уже упомянутом пособии «Компьютерные сети» в качестве показателя надежности предлагается использовать долю потерянных пакетов информации. Это важный показатель для современных телекоммуникационных сетей, но показателем надежности он не является. Более подробно этот вопрос рассмотрен в [6]. В этом пособии также упоминается «среднее время наработки на отказ». Однако наработка – это продолжительность (т.е. время) или объем работы объекта. Поэтому сочетание «время наработки» – тавтология. Правильное стандартизированное название этого показателя надежности – средняя наработка на отказ (есть также средняя наработка до отказа, средняя наработка между отказами).

При этом для устройств, которые при отказе любого своего компонента переходят в неработоспособное состояние, в пособии «Компьютерные сети» рекомендуется использовать такие показатели, как средняя наработка на отказ, вероятность отказа или интенсивность отказов, а для систем, которые при отказе одного из компонентов могут сохранить свою работоспособность, рекомендуется использовать коэффициент готовности (здесь приведены правильные названия показателей). На самом деле все эти показатели можно использовать в обоих случаях, лишь бы только для рассматриваемого объекта был установлен критерий отказа (о нем еще будет сказано ниже).

Кроме того, в указанном пособии справедливо отмечается, что есть системы, в которых отказы некоторых элементов приводят к некоторому снижению качества работы, а не к полной остановке. Однако характеризовать подобную отказоустойчивость там предлагается лишь качественно. По всей видимости, авторы этого пособия не знакомы с таким показателем надежности, как коэффициент сохранения эффективности [7–10], который как раз и предназначен для количественной оценки надежности таких систем.

3. Необоснованное использование простейших формул

В теории надежности часто используется предположение о том, что наработка до отказа имеет экспоненциальное распределение. Такое предположение существенно облегчает решение многих задач, в частности, многие расчетные формулы становятся гораздо проще. Однако эти простейшие формулы нельзя применять в общем случае, они справедливы только для экспоненциального распределения. К сожалению, об этом порой забывают.

¹ Аполлонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во «Лань», 2011. – 448 с.

Атапин В.Г. Основы теории надежности: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 94 с.

Пеленко В.В., Верхоланцев А.А., Нечитайлов В.В. Надежность систем производства электрической и тепловой энергии: Учеб. пособие. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. – 75 с.

² ГОСТ 27.003–2016. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности.

В качестве примера опять рассмотрим показатель «надежность выполнения задания» из ГОСТ Р 52527–2006. Его определения в стандарте фактически нет, вместо него приведена формула $\exp(-\lambda t)$, где λ – интенсивность отказов, t – время выполнения задания. Это хорошо известная формула для вероятности безотказной работы в случае экспоненциального распределения наработки до отказа. Однако такой вид распределения нигде не оговорен. Наоборот, в этом стандарте есть понятие «ухудшение технического состояния» (п. 3.3), которое происходит вследствие износа. Наличие износа приводит к тому, что интенсивность отказов возрастает со временем, откуда следует, что распределения наработки до отказа не является экспоненциальным.

Немало ошибок связано с коэффициентом оперативной готовности. В общем случае для его расчета справедлива формула, в которой присутствует интеграл [11]. При экспоненциальном распределении наработки до отказа коэффициент оперативной готовности для требуемого времени безотказной работы $t_{б,р}$ выражается простой формулой $K_{о,г}(t_{б,р}) = K_r \cdot P(t_{б,р})$, где K_r – коэффициент готовности, $P(t_{б,р}) = \exp(-\lambda t_{б,р})$ – вероятность безотказной работы. Ошибкой является использовать эту формулу в общем случае, а тем более приводить ее как определение этого показателя.

Такая ошибка допущена в ГОСТ Р 53111–2008¹ (п. 5.40), в уже упомянутом ГОСТ 27.003–2016 (табл. Б.1), а также в целом ряде учебных пособий².

4. Отсутствие критерия отказа

Задание требований к надежности, проведение ее анализа и оценки невозможны без установления критерия отказа. Он необходим для разделения возможных состояний рассматриваемого технического объекта на работоспособные и неработоспособные. Исключением является

лишь ситуация, когда для оценки надежности системы используется коэффициент сохранения эффективности. Общие и весьма краткие правила установления критериев отказов приведены в ГОСТ 27.003–2016. Более детально этот вопрос исследован и описан в [12, 13].

В ГОСТ Р 53111–2008 заданы требования к коэффициенту готовности для пяти типов сетей электросвязи: междугородной и международной телефонной связи, зонной телефонной связи, местной телефонной связи, телеграфной и Телекс, передачи данных. Это предполагает необходимость установления критериев отказов для каждого из этих типов сетей. Однако в стандарте они отсутствуют. Есть только критерии отказов для аналогового и цифрового каналов электросвязи (да и те не вполне правильные), но этого явно недостаточно. Вообще, в телекоммуникациях обычно используется параметрическое определение критерия отказа. При этом выбираются некоторые параметры, характеризующие качество функционирования объекта, для которых устанавливаются пороговые значения, выход за пределы которых считается отказом. В частности, для сетей с коммутацией пакетов определяющим параметром служит упомянутая выше доля потерянных пакетов. Более подробно этот вопрос рассмотрен в [14].

Заключение

Проведенный в статье анализ показывает, что многие стандарты и учебные пособия, посвященные надежности, обладают недостатками, что весьма прискорбно, поскольку характер этих изданий способствует тиражированию имеющихся в них ошибок. Поэтому требуется предпринять меры к улучшению ситуации.

В первую очередь следует обратить внимание на необходимость обеспечения широкого обсуждения проектов стандартов профессиональным сообществом и тщательного рецензирования готовящихся к изданию учебных пособий. Ведущим журналам стоит регулярно печатать рецензии на уже вышедшие пособия. При этом надо стремиться к тому, чтобы это были не комплиментарные публикации, заказанные самими авторами рецензируемых изданий, а мнения действительно независимых экспертов.

Техническому комитету (ТК) по стандартизации 119 «Надежность в технике» надо в первую очередь навести порядок в соответствующей системе стандартов, которая должна быть стройной и непротиворечивой основой для написания других публикаций и документов. К сожалению, на сегодняшний день она не может в полной мере играть эту роль [1–4]. Желательно также, чтобы ТК 119 взял на себя экспертизу всех технических стандартов, затрагивающих вопросы надежности. Для этого ему необходимо официально придать статус общетехнического (т.е. межотраслевого или горизонтального по терминологии ИСО и МЭК) и организовать его более тесное взаимодействие с другими ТК.

¹ ГОСТ Р 53111–2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки.

² Шкляр В.Н. Надежность систем управления: Учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2009. – 126 с.

Аполлонский С.М., Куклев Ю.В. Надежность и эффективность электрических аппаратов: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 448 с.

Корчагин А.Б., Сердюк В.С., Бокарев А.И. Надежность технических систем и техногенный риск: Учеб. пособие. Ч. 1: Основы теории – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 228 с.

Савина Н.В. Надежность систем электроэнергетики: Учеб. пособие. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2011. – 268 с.

Правиков Ю.М., Муслина Г.Р. Основы теории надежности технологических процессов в машиностроении: Учеб. пособие. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 122 с.

Ширшиков А.С., Лянденбургский В.В., Белоковильский А.М. Оценка надежности технических систем: Учеб. пособие. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 240 с.

Морозов Н.А. Надежность технических систем: Учеб. пособие. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 105 с.

Пеленко В.В., Верхоланцев А.А., Нечитайлов В.В. Надежность систем производства электрической и тепловой энергии: Учеб. пособие. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. – 75 с.

Библиографический список

1. Ершов Г.А., Семериков В.Н., Семериков Н.В. Чему верить? О системе стандартов «Надежность в технике» // Стандарты и качество. 2018. № 8. С. 27–31.
2. Нетес В.А. Как вернуть доверие? О системе стандартов «Надежность в технике» // Стандарты и качество. 2019. № 2. С. 19–24.
3. Нетес В.А., Шпер В.Л. О новых российских терминологических стандартах по надежности. Часть 1 // Стандарты и качество. 2024. № 1. С. 22–27. DOI: 10.35400/0038-9692-2024-1-269-23
4. Нетес В.А., Шпер В.Л. О новых российских терминологических стандартах по надежности. Часть 2 // Стандарты и качество. 2024. № 3. С. 19–23. DOI: 10.35400/0038-9692-2024-3-270-23
5. Нетес В.А. Готовность и доступность – почувствуйте разницу // Вестник связи. 2005. № 8. С. 22–26.
6. Нетес В.А. О показателях надежности и качества в телекоммуникациях // Электросвязь. 2022. № 11. С. 41–45. DOI: 10.34832/ELSV2022.36.11.006
7. Дзиркал Э.В. Задание и проверка требований к надежности сложных изделий. – М.: Радио и связь, 1981. – 176 с.
8. Нетес В.А. Коэффициент сохранения эффективности – показатель надежности сложных систем // Надежность. 2012. № 4. С. 14–23.
9. Нетес В.А. Коэффициент сохранения эффективности и его стандартизация // Надежность. 2021. Т. 21. № 2. С. 3–8. DOI: 10.21683/1729-2646-2021-21-2-3-8
10. Netes V. Effectiveness retention ratio and multi-state systems // Reliability: Theory and Applications. 2021. Vol. 16. No 4. P. 94–104. DOI: 10.24412/1932-2321-2021-465-94-104
11. Надежность технических систем: Справочник / Под ред. И.А. Ушакова. М.: Радио и связь, 1985. 608 с.
12. Нетес В.А. Критерий отказа и подходы к его определению // Методы менеджмента качества. 2017. № 2. С. 50–55.
13. Netes V. Failure criteria and time over thresholds in them // Reliability: Theory and Applications. 2022. Vol. 17. No 4. P. 35–42. DOI: 10.24412/1932-2321-2022-471-35-42
14. Нетес В.А. О нормативных требованиях к надежности сетей электросвязи // Вестник связи. 2022. № 5. С. 6–9.

References

1. Yershov G.A., Semerikov V.N., Semerikov N.V. [What to believe? On the system of standards “Dependability in engineering”]. *Standarty i kachestvo* 2018;8:14-19. (in Russ.)
2. Netes V.A. [How to regain trust? About the system of standards “Dependability in engineering”]. *Standarty i kachestvo* 2019;2:19-24. (in Russ.)
3. Netes V.A., Shper V.L. [On the new Russian terminological standards for dependability. Part 1]. *Standarty i kachestvo* 2024;1:22-27. DOI: 10.35400/0038-9692-2024-1-269-23. (in Russ.)

4. Netes V.A., Shper V.L. [On the new Russian terminological standards for dependability. Part 2]. *Standarty i kachestvo* 2024;1:22-27. DOI: 10.35400/0038-9692-2024-3-270-23. (in Russ.)
5. Netes V.A. [Availability and accessibility: feel the difference]. *Vestnik svyazi* 2005;8:22-26. (in Russ.)
6. Netes V.A. [On the dependability and quality indicators in telecommunications]. *Electrosvyaz* 2022;11:41-45. DOI: 10.34832/ELSV2022.36.11.006. (in Russ.)
7. Dzirkal E.V. [Specification and Verification of Dependability Requirements of Complex Products]. Moscow: Radio i svyaz; 1981. (in Russ.)
8. Netes V.A. [Efficiency retention factor as a dependability indicator of complex systems]. *Dependability* 2012;4:14-23. (in Russ.)
9. Netes V.A. Effectiveness retention ratio and its standardization. *Dependability* 2021;21(2):3-8. DOI: 10.21683/1729-2646-2021-21-2-3-8.
10. Netes V. Effectiveness retention ratio and multi-state systems. *Reliability: Theory and Applications* 2021;16(4):94-104. DOI: 10.24412/1932-2321-2021-465-94-104.
11. Ushakov I.A., editor. [Dependability of Technical Systems: a Guidebook]. Moscow: Radio i svyaz; 1985. (in Russ.)
12. Netes V.A. [Criterion of failure and methods of its definition]. *Methods of Quality Management* 2017;2:50-55. (in Russ.)
13. Netes V. Failure criteria and time over thresholds in them. *Reliability: Theory and Applications* 2022;17(4):35-42. DOI: 10.24412/1932-2321-2022-471-35-42.
14. Netes V.A. Regulatory requirements for the dependability of telecommunication networks. *Vestnik svyazi* 2022;5:6-9. (in Russ.)

Сведения об авторе

Виктор Александрович Нетес – доктор технических наук, профессор кафедры сетей связи и систем коммуникации Московского технического университета связи и информатики, Москва, Российская Федерация, e-mail: v.a.netes@mtuci.ru.

About the author

Victor A. Netes, Doctor of Engineering, Professor of the Department of Communications Networks and Switching Systems, Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow, Russian Federation, e-mail: v.a.netes@mtuci.ru.

Вклад автора

Автором Нетесом В.А. выполнен анализ различных публикаций по надежности, выявлены встречающиеся в них типичные недостатки, произведены их классификация, разбор и описание.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.