ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56116— 2014

Воздушный транспорт

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Основные положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2020

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» (ФГУП «ГосНИИ ГА»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 034 «Воздушный транспорт»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 сентября 2014 г. № 1124-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Февраль 2020 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2015, 2020

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Общие положения . . . 2
5 Вероятностный подход к оценке метрологических рисков (ошибок I и II рода при контроле параметров процессов авиационной деятельности) . . . 2
6 Оценка метрологических рисков на основе теории нечетких множеств (математическая интерпретация концепции ИКАО) . . . 4
7 Источники метрологических рисков негативных ситуаций в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности . . . 5
Библиография . . . 7

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Воздушный транспорт

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ

Основные положения

Air transport. Safety management system of aviation activity. Metrological risks. General principles

Дата введения — 2015—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт РФ определяет процедуры действия в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности и оценки метрологических рисков на предприятиях воздушного транспорта при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте авиационной техники.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ 19919 Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **критерий (criterion):** Показатель и правило, по которым оценивают некоторую измеряемую величину, характеризующую качество системы и ее состояние.

3.2 **фактор (factor):** Обозначение (название) признака процесса, возмущения или явления, определяющего характер воздействия на систему или вид реакции системы на обозначенные процессы, возмущения или явления.

3.3 **управление (management):** Целенаправленное воздействие на систему, на процессы деятельности, на события только через измеряемые величины, изменения которых приводят к изменениям состояния системы в соответствии с требованиями критерия качества и видом функции цели.

3.4 **опасность (danger):** Состояние системы, при котором возможно возникновение события (опасного), несущего вред (ущерб), и такого, что уровень риска (как количества опасности) нанесения

Издание официальное

вреда или последствий превышает значения приемлемого риска; при этом возможно возникновение ситуации, при которой может возникнуть серьезный ущерб.

3.5 **угроза (threat):** Источник опасности, потенциально являющийся причиной телесных повреждений персонала, повреждений оборудования или конструкций, материальных потерь или снижения возможности выполнения функций, предписываемых системе.

3.6 **уровень безопасности (security level):** Степень безопасности системы, определенной в виде четких или нечетких стандартных показателей.

3.7 **показатели безопасности (safety indicators):** Критерии оценки уровня безопасности системы с помощью некоторых величин и их значений.

3.8 **величина показателя безопасности (indicator value security):** Количественное выражение показателя безопасности, характеризующего результат целенаправленного воздействия на систему.

3.9 **опасное событие (dangerous event):** Событие, возникновение которого влечет негативные последствия (вред).

3.10 **риск (risk):** Мера прогнозируемого количества опасности, измеряемого в форме экспертного значения сочетания двух величин — меры возможности случайного появления опасных событий (нормированной частоты) и меры возможного ущерба от этих событий.

3.11 **метрологический риск (metrological risk):** Это мера опасности и последствий наступления неблагоприятных событий, обусловленных применением недостоверных методов, средств и способов достижения требуемой точности измерения.

3.12 **рисковое событие (risk event):** Опасное событие (см. 3.9), при возникновении которого обязательно проявляются ущерб или нежелательные последствия, но количество опасности оценивается с применением инструментов анализа рисков.

3.13 **приемлемость риска (acceptable risk):** Степень готовности общества к принятию данного риска.

3.14 **простой риск (simple risk):** Риск (как количество опасности) при случайных событиях одного типа с ущербом одного вида в условиях одиночного опыта независимо от случайных событий другого вида.

3.15 **составной риск (composite risk):** Риск (как количество опасности) при сложных случайных событиях в виде цепи из элементарных событий, которые в совокупности приводят к негативным последствиям и определяют возможный наихудший ущерб.

3.16 **рисковая ситуация (risk situation):** Опасная ситуация, при возникновении которой обязательно проявляются ущерб или определенные нежелательные последствия, оцениваемые по значимости риска.

3.17 **вероятность рискового события (the probability of the risk event):** Либо строгое, либо приблизительное определение вероятности, т. е. частота случайного появления опасных ситуаций в некотором опыте при выполнении аксиом вероятностного пространства.

3.18 **серьезность (или значимость) риска (the importance of a risk):** Возможные наихудшие последствия опасной ситуации и опасного события.

3.19 **допустимый риск (acceptable risk):** Риск, значимость которого в данной ситуации считают приемлемой при существующих общественных ценностях.

3.20 **недопустимый риск (unacceptable risk):** Риск, который в данной ситуации считают неприемлемым при существующих общественных ценностях.

4 Общие положения

Оценка метрологических рисков в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности может проводиться двумя путями:

- вероятностным подходом к оценке метрологических рисков (ошибок I и II рода при контроле параметров процессов авиационной деятельности);
- на основе теории нечетких множеств (математической интерпретации концепции ИКАО).

5 Вероятностный подход к оценке метрологических рисков (ошибок I и II рода при контроле параметров процессов авиационной деятельности)

5.1 Достоверность *D* контроля согласно ГОСТ 19919, — это показатель степени объективности отображения действительного состояния изделия. Она может быть рассчитана по формуле:

$$D = 1 - (P_I + P_{II}), \quad (1)$$

где P_I — вероятность «ложного отказа», т. е. условная вероятность получения решения «не годен» при измерении параметра, значения которого в действительности соответствуют требованиям технической документации;

P_{II} — вероятность «необнаруженного отказа», т. е. условная вероятность получения решения «годен» при контроле параметра, значения которого в действительности не соответствуют требованиям технической документации.

5.2 Пусть с помощью некоторого средства измерения контролируется значение параметра X. Предположим, что систематические погрешности измерения известны и исключены, т. е. будем учитывать только случайные погрешности измерения.

5.3 Введем следующие обозначения:

x — действительное значение измеряемого параметра X для множества однотипных изделий (случайная величина);

$f(x)$ — плотность распределения значений x измеряемого параметра X;

y — результат измерения;

$t = y - x$ — погрешность измерения;

$f(t)$ — плотность распределения t.

5.4 Предположим, что результат измерения y не зависит от значения x параметра X, т. е. случайные значения x и y независимы.

Пусть в результате измерения величины x параметра X по измерительному прибору считано показание y. При этом возможны следующие события:

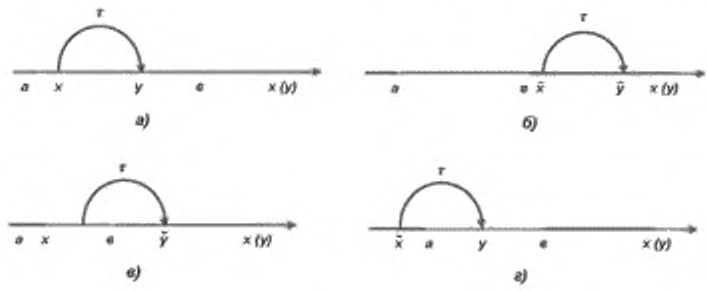
H_x — значение x параметра X находится в границах ($a - в$) поля допуска;

$H_{\bar{x}}$ — значение x параметра X находится вне границ поля допуска;

H_y — результат измерения y находится в границах поля допуска;

$H_{\bar{y}}$ — результат измерения y находится вне границ поля допуска.

5.5 Полная группа попарно совместных событий при измерении значений параметра и наличии случайных погрешностей (как пример возникновения ошибок I и II рода) показана на рисунке 1.



а), б) — верные заключения

Рисунок 1 — Случаи возникновения ошибок I и II рода при измерениях

5.6 События, связанные со значением x параметра X и результатом измерения y, попарно совместные. Поэтому возможны следующие сложные события:

H_{xy} — значение и результат измерения находятся в поле допуска (рисунок 1*а*), т. е. сделано верное заключение о нахождении значения параметра в границах поля допуска;

$H_{\bar{x}\bar{y}}$ — величины x и y находятся вне границ поля допуска, т. е. сделано верное заключение о результате измерения параметра (рисунок 1*б*);

$H_{x\bar{y}}$ — действительное значение величины x параметра X находится в границах поля допуска, а результат измерения y — вне границ поля допуска; это событие обычно называют ложным отказом (рисунок 1*в*);

$H_{\bar{x}y}$ — действительное значение x находится вне границ поля допуска, а результат измерения y — в границах поля допуска; это событие называют необнаруженным отказом (рисунок 1*г*).

5.7 Очевидно, что качество или инструментальная достоверность контроля параметра X можно оценить вероятностной мерой проявления рассмотренных сложных событий. Эти события несовместны, они составляют группу событий, поэтому сумма вероятностей их проявления равна единице

$$P\left(H_{xy}\right) + P\left(H_{\overline{xy}}\right) + P\left(H_{\overline{x}y}\right) + P\left(H_{x\overline{y}}\right) = 1. \quad (2)$$

5.8 Обозначим сумму вероятностей событий величиной $P_{вс}$

$$P_{вс} = P\left(H_{xy}\right) + P\left(H_{\overline{xy}}\right). \quad (3)$$

Эта величина — вероятности верного заключения о результате измерения.

Сумма вероятностей $P_{нс}$ равна

$$P_{нс} = P\left(H_{\overline{x}y}\right) + P\left(H_{x\overline{y}}\right). \quad (4)$$

Эта величина — вероятность неверного заключения.

При этом имеет место очевидное равенство

$$P_{нс} + P_{нс} = 1. \quad (5)$$

5.9 Вероятность события $P(H_{x\overline{y}})$ называется вероятностью ложного отказа и обозначается $P_{ло}$; вероятность события $P(H_{\overline{x}y})$ — вероятностью необнаруженного отказа и обозначается как $P_{но}$.

В этом случае можно записать

$$P_{нс} = P_{ло} + P_{но}. \quad (6)$$

5.10 Вероятности $P_{ло}$, $P_{но}$, $P_{нс}$ и $P_{вс}$ зависят от погрешностей средств измерений, поля допуска и распределения значений x намеряемого параметра X.

Если выразить эти вероятности через указанные характеристики, то можно вычислять значения этих вероятностей и производить оценку инструментальной достоверности измерений и метрологических рисков. При заданных вероятностных мерах качества измерения можно решать обратную задачу, т. е. выбирать необходимую точность средств измерения при определенных допусках для измеряемого параметра X.

6 Оценка метрологических рисков на основе теории нечетких множеств (математическая интерпретация концепции ИКАО)

6.1 Частотный подход, основанный на понятии предельной частоты (по А.Н. Колмогорову) при стремящемся к бесконечности числе испытаний, не позволяет обосновать применимость результатов теории вероятностей к практических задачам, в которых мы имеем дело с конечным числом испытаний.

К аналогичным выводам на основании закона редких событий (Пуассона) пришел и американский ученый Л. Заде.

6.2 С учетом этого в практике ИКАО принята концепция риска в виде:

$$\text{Risk Concept: Likelihood \& Severity of Harm.} \quad (7)$$

6.3 Согласно практике ИКАО физически риск — это опасность с нечеткой мерой случайности возникновения рискового события с негативными (нечеткими) последствиями в виде ущерба. Поэтому формула для оценки значимости $\bar{R}$ риска, вытекающая из концепции (7) риска по ИКАО, имеет вид

$$\bar{R} = \left(\mu_1, H\underline{R} \middle| \sum 0\right), \quad (8)$$

где R — множество элементов;

μ_1 — мера возможности появление события R;

$H\underline{R}$ — ущерб;

$\sum 0$ — комплекс условий для определения системы в пространстве событий и принятая в системе менеджмента безопасности модель опасности.

Выражение (8) является математической формой концепции (7) риска по ИКАО.

6.4 Для исчисления рисков на основе доктрины, обеспечивающей определение уровня безопасности авиационных систем, целесообразно разрабатывать альтернативные методы оценки уровня безопасности по ИКАО для объектов гражданской авиации.

Это может функция от множества двух элементов

$$\overline{R} = f\left(\bar{R}\middle|\sum 0\right), \tag{9}$$

где $\overline{R}$ — интегральная значимость риска в системе с прогнозируемым рисковым событием R при негативном результате $H\underline{R}$;

$H\underline{R}$ — мера последствий или ущерба (цена риска — «тяжесть» вреда);

$\sum 0$ — условия опыта или ситуация при эксплуатации системы (класс опасности и модель опасности системы, дерево отказов и т. д.);

$R = (\mu_1, H\underline{R})$ — двухмерная оценка риска, находящаяся, например, в рамках проблемы редких событий Fuzzy Sets.

6.5 Для иллюстрации схемы по 6.4 приведено соотношение для математического представления идей (7) и (8) ИКАО

$$\overline{R} = f\left(\mu_1, H\underline{R}\middle|\sum 0\right), \tag{10}$$

где $\overline{R}$ — интегральная оценка уровня риска («количества опасности») в виде функции от двухэлементного множества в R и $H\underline{R}$ (ущерб).

6.6 Для практического применения следует использовать матрицы оценок риска по ИКАО.

7 Источники метрологических рисков негативных ситуаций в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности

7.1 При производстве авиационной деятельности источниками метрологических рисков могут являться измерения, выполняемые при техническом обслуживании и ремонте воздушных судов (ВС), авиатопливообеспечении полетов, аэродромном и аэропортовом обслуживании, управлении воздушным движением и др.

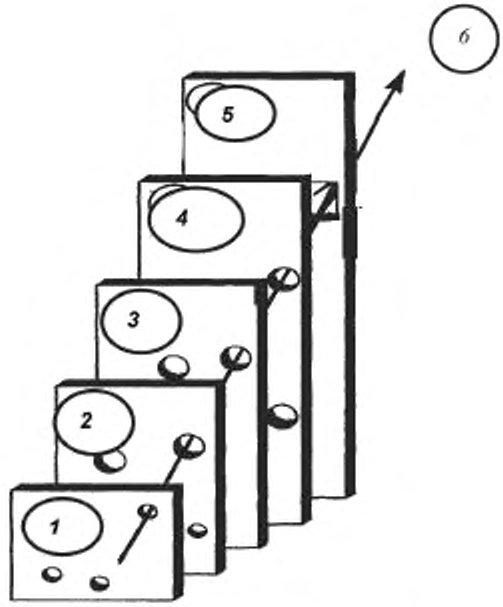
7.2 Примерами такого рода являются измерения, связанные с эшелонированием полетов и доплеровской скоростью движения самолета в полете.

Параметры измерения:

- коэффициент сцепления (Ксц) колес самолета с взлетно-посадочной полосой (ВПП) аэродрома;
- массы и положения центра масс ВС;
- концентрации продуктов изнашивания в работающих маслах авиационных газотурбинных двигателей,
- натяжение тросов в проводках систем управления ВС;
- измерение величины крутящего момента на испытательном стенде хвостовой трансмиссии вертолетов как при их производстве, так и при ремонте;
- давление зарядки бортовых гидроаккумуляторов гидравлических систем и др.

7.3 Неправильные результаты измерения жизненно важных параметров, влияющих на безопасность авиационной деятельности, могут суммироваться с другими факторами риска, обусловленными человеческими ошибками, например возможно выкатывание за пределы ВПП самолета при посадке.

7.4 Графическим примером такого суммирования может служить модель причинной обусловленности авиационного происшествия, связанного с метрологическими рисками. Вид такой модели рассмотрен на примере измерения $K_{сц}$ колес самолета с ВПП. Использованы измерители $K_{сц}$ с визуальной регистрацией. Модель разработана на основании модели Дж. Ризона и приведена на рисунке 2.



1 — ошибка оператора, обусловленная измерением $K_{сц}$ с визуальной фиксацией значения; *2* — инструментальная погрешность измерения $K_{сц}$; *3* — ошибка, обусловленная нарушением условий эксплуатации прицепного измерителя $K_{сц}$, например температурного режима или скорости движения автомобиля буксировщика по взлетно-посадочной полосе; *4* — ошибка, обусловленная использованием при калибровке измерителя $K_{сц}$ эталонов, не соответствующих требованиям методики калибровки и локальной калибровочной схемы *5* — ошибка, обусловленная нарушением условий калибровки измерителя $K_{сц}$; *6* — авиационные происшествия

Рисунок 2 — Модель причинной обусловленности авиационного происшествия, связанного с метрологическим риском при измерении коэффициента сцепления

Библиография

[1] Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. ИКАО — Управление безопасностью полетов. 1-е изд. 2013-08-23

УДК 658.006.1:006.354 ОКС 03.220.50

Ключевые слова: авиационная деятельность, безопасность, метрологический риск, вероятностный подход, закон Пуассона, достоверность измерений, матрица риска

Редактор переиздания *Ю.А. Расторгуева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 06.02.2020. Подписано в печать 09.04.2020. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,20.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов.
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru