ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56495— 2015

Воздушный транспорт

Система управления безопасностью вертолетной деятельности

ПРИЕМЛЕМЫЙ РИСК

Принципы и методы определения

Основные положения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Авиатехприемка» (ОАО «Авиатехприемка»)

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 19 июня 2015 г. № 770-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 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, 2016

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, определения, сокращения и обозначения 1
4 Определение приемлемого риска в соответствии с рекомендациями ИКАО 2
5 Принципы и методы оперативного определения уровня безопасности полетов, обеспечиваемого системой управления безопасностью вертолетной деятельности 3
6 Принципы и методы оперативного определения приемлемого риска для поставщиков обслуживания вертолетной деятельности 6
Библиография 8

Введение

Представленные в настоящем стандарте методы определения приемлемого риска являются едиными для эксплуатантов воздушного транспорта и поставщиков обслуживания авиационной деятельности. При этом показатели оценок уровня безопасности учитывают в реальном масштабе времени как воздействие всех тех факторов риска, которые могут независимо друг от друга привести к катастрофе воздушного судна, так и воздействия различного рода причин, обусловливающих проявление указанных выше факторов.

В основу метода определения приемлемого уровня безопасности положено предположение, что система менеджмента безопасности авиационной деятельности должна обеспечивать заданный уровень безопасности полетов со степенью достоверности оценок состояния воздушных судов не хуже ее рекомендуемого для данной системы значения.

Показано, что величина приемлемого уровня безопасности зависит как от допустимой степени достоверности указанных оценок, так и от отношения критического состояния воздушного судна к его минимально допустимому для нормального функционирования значению.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Воздушный транспорт. Система управления безопасностью вертолетной деятельности

ПРИЕМЛЕМЫЙ РИСК

Принципы и методы определения. Основные положения

Air transport. Safety management system of helicopter activity. Acceptable risk. Principles and methods of determination. Basic provisions

Дата введения — 2016—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на единые для воздушного транспорта принципы и методы определения уровня безопасности полетов и приемлемого риска, обеспечиваемого системой менеджмента безопасности вертолетной деятельности.

Стандарт предназначен для применения органами государственного регулирования и организациями, ответственными за управление безопасностью вертолетной деятельности.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 51898—2002 Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты

ГОСТ Р 51901.1—2002 (МЭК 60300-3-9:1995) Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем

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, определения, сокращения и обозначения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 51898, ГОСТ Р 51901.1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **система:** Совокупность различных взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, посредством которых реализуются процессы деятельности, направленные на достижение заданных целей.

3.1.2 **регулирование безопасности:** Применение норм и правил воздействия на процесс функционирования авиационной транспортной системы в целях обеспечения приемлемого уровня безопасности авиационной деятельности.

3.1.3 **безопасность:** Состояние системы, при котором риск снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом либо более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления угроз, контроля факторов риска и управления состоянием.

3.1.4 **показатели безопасности:** Критерии оценки уровня безопасности системы с помощью некоторых величин и их значений.

Издание официальное

3.1.5 **риск:** Мера количества опасности, измеряемая в форме экспертного значения сочетания двух величин – нормированной частоты или меры возможности случайного появления опасных событий и возможного ущерба от них.

3.1.6 **приемлемость риска:** Степень готовности общества к принятию данного риска.

3.1.7 **организация:** Корпорация, холдинговая компания (интегрированная структура), организация (предприятие) поставщиков обслуживания Авиационного комплекса Российской Федерации.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АС — аварийная ситуация;

БП — безопасность полетов;

ВС – воздушное судно;

ИКАО — Международная организация гражданской авиации;

КС — катастрофическая ситуация;

ОС — особая ситуация;

СС — сложная ситуация;

СУБ ВД—SMS — система управления безопасностью вертолетной деятельности;

УУП — усложненные условия полета.

3.3 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$f_р$ — нормированный аргумент функции распределения;

l_1 — коэффициент, характеризующий «долю» $x_{кр}$ в $x_{норм}$;

$K_{дост}$ — коэффициент достоверности оценки;

$P_{кат}$ — вероятность катастрофы;

$T_{пол}$ — продолжительность полета, ч;

t — аргумент интегральной функции распределения;

x — случайная величина состояния объекта;

$x_{кр}$ — критическое состояние объекта;

$x_{норм}$ — нормальное состояние объекта;

$\sigma_{кр}$ — среднеквадратическое отклонение (с.к.о.) ошибок определения критического состояния $x_{кр}$;

$У^*$ — заданный уровень безопасности;

$У_{БП}$ — уровень безопасности полетов;

$У^{Пр}_{ВД}$ — приемлемый уровень безопасности.

4 Определение приемлемого риска в соответствии с рекомендациями ИКАО

4.1 Методической основой определения приемлемого риска является приведенное в Руководстве по управлению безопасностью полетов [1] определение безопасности как «…состояния, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска».

В соответствии с [1] приемлемый уровень БП отражает те цели (или ожидаемые результаты) надзорного полномочного органа, эксплуатанта или поставщика обслуживания, которые должны быть достигнуты в области обеспечения безопасности. При определении приемлемого уровня безопасности необходимо учитывать такие факторы, как существующий уровень риска, затраты/выгоды от совершенствования системы и ожидания общества в отношении безопасности авиационной отрасли [1, пункт 1.4.9].

На практике концепция приемлемого уровня БП выражается двумя единицами измерения или показателями (показатели БП и заданные уровни БП) и реализуется путем применения различных требований к безопасности полетов [1, пункт 1.4.10].

4.2 Показатели БП являются мерой результатов, достигнутых авиационной организацией в сфере обеспечения БП. Показатели безопасности должны легко измеряться и быть связанными с основными компонентами государственной программы обеспечения БП.

4.3 Заданные уровни БП определяются с учетом того, какие уровни БП являются желательными и реалистичными для конкретного эксплуатанта/поставщика обслуживания. Заданные уровни БП должны быть измеряемыми, приемлемыми для участвующих сторон и соответствовать положениям государственной программы обеспечения БП.

4.4 Требования к БП необходимы для достижения соответствующих показателей БП и заданных уровней БП. Они включают в себя эксплуатационные процедуры, технические средства, системы и программы, для которых можно установить показатели надежности, доступности полученных результатов и точности.

4.5 Взаимосвязь между приемлемым уровнем БП, показателями БП, заданными уровнями БП и требованиями к БП выражается в следующем: приемлемый уровень БП является всеобъемлющей концепцией; показатели БП представляют собой меру/систему измерения, используемую для определения того, достигнут ли приемлемый уровень БП; заданные уровни БП представляют собой количественные целевые параметры, характеризующие приемлемый уровень БП; требования к БП являются инструментом или средством, которые необходимы для достижения заданных уровней безопасности [1, пункт 1.4.12].

4.6 Заданный уровень БП предусматривает не более чем 0,5 происшествия с человеческими жертвами на 100000 часов полетного времени для эксплуатантов авиакомпаний [1, пункт 1.4.13].

Каждый согласованный между эксплуатантами/поставщиками обслуживания приемлемый уровень БП должен быть соизмерим со степенью сложности эксплуатационных условий того или иного эксплуатанта/поставщика обслуживания [1, пункт 1.4.14].

5 Принципы и методы оперативного определения уровня безопасности полетов, обеспечиваемого системой управления безопасностью вертолетной деятельности

5.1 Объектом стандартизации являются показатели оценок уровня БП, разработанные в интересах системы управления безопасностью вертолетной деятельности (СУБ ВД—SMS) с учетом требований ГОСТ Р 51898.

Данные показатели разработаны в интересах решения задачи упреждающего управления уровнем БП в условиях неопределенности и позволяют:

- учитывать воздействие как всех тех факторов риска, каждый из которых независимо от других может привести к катастрофе вертолета, так и различного рода причин, обусловливающих проявление указанных выше факторов;
- проводить оценку не только обеспечиваемого уровня БП, но и степени достоверности получаемых результатов;
- не только получать указанные выше оценки оперативно, то есть в реальном масштабе времени, но и проводить экстраполяцию тенденций изменения уровня безопасности на заданные времена прогноза;
- управлять уровнем БП посредством изменения соответствующих параметров состояния вертолетов.

Методической основой разработанных показателей является приведенное в [1] определение безопасности как «...состояния, при котором риск причинения вреда лицам или нанесения ущерба имуществу снижен до приемлемого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством непрерывного процесса выявления источников опасности и контроля факторов риска».

Предлагаемые показатели являются дальнейшим развитием приведенной в [1] двумерной концепции риска, в соответствии с которой предполагаемый риск должен зависеть как от степени вероятности возникновения определенного события, так и от степени серьезности его последствий. Отличие состоит в том, что в качестве показателя степени серьезности последствий возникновения данного события принята вероятность катастрофы вертолета, оценку которой проводят не путем фиксации частоты возникновения определенных событий на заданном интервале наблюдения, а посредством измерения степени близости текущего состояния вертолета к такому его критическому значению, при котором вероятность катастрофы равна 0,5.

5.2 Так как текущее состояние измеряют в условиях неопределенности, то его можно представить в виде случайной величины X, описываемой в соответствии с теорией вероятностей интегральной функцией распределения следующего вида:

$$F(x) = P\{X < x\} \ . \qquad (1)$$

Данная функция представляет собой вероятность того, что измеренное значение X не превысит своего какого-то заданного значения x, принадлежащего множеству P событий $X=\{x_1, x_2, ...x_{p1}, ...x_p\}$.

При этом функция распределения (1) в любой точке x_p ставит в соответствие вероятность $F(x_p)=P\{X<x_p\}$. Точка x_p, для которой выполняется условие $P=(x_p)$, называется квантилью уровня P. В свою очередь квантиль, при которой вероятность события равна 0,5, называется медианой.

Если в качестве событий рассматривать катастрофы вертолетов, то вероятности событий будут представлять собой вероятности катастроф. Для количественной оценки величины последних в качестве медианы принимают такое значение состояния $x_{кр}$, именуемое ниже критическим состоянием, при котором вероятность катастрофы будет равна 0,5.

В этом случае вероятность катастрофы в соответствии с выражением (1) примет вид:

$$P_{кат}=F(x_{хр})=P\{X<x_{кр}\}\ . \qquad (2)$$

5.3 В интересах последующего практического применения данной функции проводят ее преобразование к виду, удобному для использования. Для этого используют известное в теории вероятности нормированное значение аргумента функции распределения (1) следующего вида:

$$t=\frac{\hat{x}-m_x}{\sigma_x}\ . \qquad (3)$$

Приняв в данном выражении $m_x=x_{хр}$ и $\sigma_x=\sigma_{кр}$, получают следующее выражение для нормированного аргумента функции распределения по (2):

$$f_p=\frac{\hat{x}-x_{кр}}{\sigma_{кр}}\ , \qquad (4)$$

где $\sigma_{кр}$ — среднеквадратическое отклонение (с.к.о.) ошибок определения критического состояния $x_{кр}$.

Видно, что указанный аргумент характеризует степень близости оценки $\hat{x}$ текущего состояния объекта (m-го вертолета) ее критическому значению $x_{кр}$, при котором вероятность катастрофы $P_{кат}(m)$ равна 0,5, то есть является количественной мерой степени угрозы катастрофы.

С учетом изложенного ниже и для целей настоящего стандарта под аргументом f_p понимать коэффициент угрозы катастрофы m-го вертолета.

Необходимо отметить, что в настоящее время критическое состояние $x_{кр}$, тем более с.к.о. ошибок его определения считаются неизвестными и в существующих показателях оценок вероятностей катастроф не используются.

Выходом из создавшегося положения является использование в выражении (4) также такого значения состояния ВС, при котором будет обеспечен заданный уровень БП.

В качестве указанного значения на основании требований норм летной годности [2] и других нормативно-правовых документов проводят обоснование такого значения $x_{норм}$ состояния вертолета, при котором обеспечивается его нормальное функционирование.

В этом случае, то есть при $\hat{x}=x_{норм}$, выражение (4) примет вид:

$$f_p^*=\frac{x_{норм}-x_{кр}}{\sigma_{кр}}\ , \qquad (5)$$

где f_p^* — заданное значение коэффициента угрозы катастрофы, при котором вероятность катастрофы вертолета равна ее заданному значению $P_{кат}^*$.

5.4 Определяя из выражения (5) величину с.к.о. $\sigma_{кр}$ и подставляя ее затем в выражение (4), получают окончательное выражение для коэффициента f_p следующего вида:

$$f_p=\frac{\hat{x}-x_{кр}}{x_{норм}-x_{кр}}\cdot f_p^*\ . \qquad (6)$$

Здесь параметры $x_{кр}$, $x_{норм}$ и f_p^* задаются заранее, а оценку состояния $\hat{x}$ проводятся либо дискретно в точках особых ситуаций (катастрофическая — КС, аварийная — АС, сложная — СС и усложненные условия полетов — УУП соответственно) методом экспертных систем, либо квазинепрерывно по данным измерений первичных параметров.

5.5 При этом вероятность катастрофы вертолета, представляющая собой нормированную интегральную функцию $F(f_p)$, в случае линейной зависимости $f_p=\varphi(\hat{x})$ подчиняется экспоненциальному закону распределения и рассчитывается с помощью следующего выражения

$$P_{кат}(m) = 0{,}5 \cdot \exp\{-a_1 \cdot f_р\}\ , \qquad (7)$$

где $a_1 = \dfrac{\ln(2 \cdot P^*_{КАТ})}{f^*_р}$ — масштабирующий коэффициент, определяемый на основании заданных значений $P^*_{кат}$ и $f^*_р$.

5.6 Заданное значение коэффициента $f^*_р$ выбирают из условия удобства пользования специально организуемой и единой для непрерывных и дискретных случайных величин, характеризующих состояние различного рода объектов, количественной шкалой оценки степени угроз их катастроф.

По аналогии с десятибальной шкалой оценки силы стихийных воздействий за заданное значение коэффициента угроз катастроф принимают значение, равное десяти $(f^*_р = 10)$.

5.7 Анализ выражений (6) и (7) показывает, что при $\hat{x} = x_{кр}$, $f_р = 0$ и $P^*_{кат} = 0{,}5$. С другой стороны, при $\hat{x} = x_{норм}$ $f_р = f^*_р$ и $P_{кат} = P^*_{кат}$.

Так как выполнение в точках $f_р = 0$ и $f_р = f^*_р$ условий $P_{кат} = 0{,}5$ и $P_{кат} = P^*_{кат}$ не зависит от воздействия различного рода факторов выражение (6) в указанных точках обладает свойством инвариантности (неизменности), что позволяет избежать грубых ошибок при расчете данного коэффициента в остальных точках диапазона изменения состояния X.

Приведенный в выражении (6) показатель рекомендуется использовать в качестве единого для всех видов транспортных средств (в первую очередь воздушных судов и вертолетов) показателя угрозы их катастрофы, который функционально связан как с параметром $\hat{x}$ характеризующим текущее состояние исследуемого объекта, так и задаваемыми на основе требований нормативных документов, проведенных исследований, экспертных оценок и т. п. параметрами $x_{кр}$ и $x_{норм}$.

При этом также решаются проблемы сопоставимости результатов измерения состояния объектов, полученных разными методами (приборами), и шкалирования этих результатов.

5.8 Если состояние X объекта в силу ряда причин не представляется возможным измерить непосредственно, то используют квалиметрический метод количественных оценок указанного состояния по степени его качественного изменения, проводимых в указанных выше дискретных точках особых ситуаций (КС, АС, СС, УУП). При этом каждому из дискретных качественных состояний объекта приводят во взаимно однозначное соответствие определенное количественное значение коэффициента $f_р$, а затем — вероятность катастрофы данного объекта.

Необходимо отметить, что оценку данной вероятности проводят не путем фиксации частоты наступления опасных событий, а посредством оценки степени близости текущего состояния m-го вертолета к его критическому значению.

Для обнаружения угроз безопасности и последующего заблаговременного принятия мер (решений), направленных на уменьшение влияния различного рода воздействий на уровень БП m-го ВС, предлагается следующий критерий обнаружения ОС:

$$f_р(m) \geq f^*_р. \qquad (8)$$

При обнаружении опасной ситуации ОС, то есть при $f_р(m) < f^*_р$, принимается решение о ее разрешении, для чего в СУБ ВД — SMS формируются управляющие воздействия, которые посредством изменения состояния X обеспечивают выполнение условия (8).

Для упреждающего управления уровнем БП m-го вертолета проводят экстраполяцию состояния X и тенденций его изменения на заданные интервалы прогноза, в результате чего обнаруживают потенциальные ОС и их последующее заблаговременное предотвращение.

Необходимо отметить, что принятие указанных выше решений по обеспечению нормального состояния m-го вертолета производится с помощью не вероятностных критериев типа $P_{кат}(m) \leq P^*_{кат}$, а количественного критерия (8), в силу чего исключаются дополнительные ошибки, обусловленные некорректной аппроксимацией приведенного в выражении (7) экспоненциального закона распределения вероятности $P_{кат}(m)$.

Ниже предлагается указанную вероятность использовать только для мониторинга уровня БП, обеспечиваемого как одним, так и совокупностью (группой, отрядом) вертолетов.

5.9 При расчете вероятности $P_{кат}\ (m;\ p)$ катастрофы m-го вертолета в результате воздействия на него p-го фактора риска необходимо четко понимать, что $I(p)$ причин возникновения данного фактора связаны между собой таким образом, что при определенных обстоятельствах только одна из них является главной, а остальные $I(p)$—1 причин являются второстепенными, оказывая положительное или отрицательное влияние на главную причину. Решение о том, какая из $I(p)$ причин является в данный момент главной, принимается на основе анализа специально разработанной матрицы состояния m-го вертолета при воздействии на него p-го фактора риска.

В данной матрице, кроме указанных выше $I(p)$ причин, учитывают также влияние человеческого фактора (экипажа вертолета и диспетчерских служб), различного рода возмущающих воздействий, формируемых СУБ ВД — SMS команд управления и т. п.

С учетом выше изложенного вероятность $P_{кат}(m;p)$ рассчитывают с помощью выражения (7), где $f_р(m;p)$ — приведенный в выражении (6) коэффициент угрозы катастрофы.

Так как P факторов риска независимы друг от друга и каждый из них независимо от другого может привести к катастрофе, то вероятность катастрофы m-го вертолета при воздействии указанных факторов может быть представлена в следующем виде:

$$P_{кат}(m)=1-\Pi_{p=1}^{P}\{1-P_{кат}(m;p)\}. \quad (9)$$

При этом уровень БП, обеспечиваемый m-м вертолетом, катастр./летн.ч, в соответствии с принятой в ИКАО методологией имеет вид

$$У_{БП}(m)=\frac{1}{T_{пол}(m)}\cdot P_{кат}(m), \quad (10)$$

где $T_{пол}(m)$ — продолжительность полета m-го вертолета, ч.

Уровень безопасности полетов, обеспечиваемый $M(g)$ вертолетами g-й группы (отряда), катастр./летн.ч, рассчитывается с помощью следующего показателя:

$$У_{БП}(g)=\sum_{m=1}^{M(g)}S_1(m)\cdot У_{БП}(m), \quad (11)$$

где $S_1(m)=\frac{T_{пол}(m)}{ST_{пол}(g)}$ — весовой коэффициент, определяющий вес m-го вертолета в уровне БП g-й группы (отряда);

$ST_{пол}(g)=\sum_{m=1}^{M(g)}T_{пол}(m)$ — суммарный налет вертолетов g-й группы (отряда).

При факторе риска, обусловленного сближением m-го вертолета с другими летательными аппаратами и различного рода препятствиями, исходными данными, требуемыми для расчета вероятности его катастрофы $P_{кат}(m;p)$ и обеспечиваемого СУБ ВД — SMS уровня БП, являются следующие:

$\hat{x}(m;p;i)$ — оценка вектора расстояния от m-го вертолета до другого летательного аппарата или препятствия в продольном, боковом и/или вертикальном направлениях воздушного пространства;

$x_{норм}(p;i)$ — установленные интервалы эшелонирования в указанных выше направлениях;

$x_{кр}(m;p;i)$ — критическое расстояние в данных направлениях, составляющее 20—30% соответствующего интервала эшелонирования;

$P^{*}_{кат}$ — заданное значение уровня безопасности, принятое при вертолетной деятельности в части поставщиков обслуживания.

6 Принципы и методы оперативного определения приемлемого риска для поставщиков обслуживания вертолетной деятельности

6.1 В основу метода определения приемлемого риска (уровня безопасности) для поставщиков обслуживания вертолетной деятельности, учитывающего изложенные в [1, раздел 3] рекомендации ИКАО, положено следующее предположение: «система управления безопасностью вертолетной деятельности (СУБ ВД — SMS) должна обеспечивать заданный уровень безопасности полетов со степенью достоверности не хуже ее рекомендуемого для данной системы значения».

6.2 Для разработки показателя оценки приемлемого риска следует использовать определение степени достоверности оценки $\hat{x}(m;p;i)$ состояния m-го вертолета при i-й причине p-го фактора риска. При этом в качестве исходной предпосылки принимают следующую.

Пусть истинное значение состояния $X(m;p;i)$ имеет вид

$$X(m;p;i)=\hat{x}(m;p;i)\pm\Delta x=K_{\text{дост}}\cdot\hat{x}(m;p;i),\qquad(12)$$

где $\hat{x}(m;p;i)$ — оценка истинного состояния;

$\Delta x=f_{\text{н}}^{*}\cdot\hat{\sigma}_{x}$ — погрешности оценки $\hat{x}$, равные половине доверительного интервала ошибок указанной оценки,

$$f_{\text{н}}^{*}=\varphi\left(P_{\text{дов}}^{*}\right),$$

здесь $P_{\text{дов}}^{*}$ — заданное значение доверительной вероятности;

$K_{\text{дост}}$ — коэффициент достоверности оценки $\hat{x}(m;p;i)$, который характеризует степень ее близости к истинному значению состояния $X(m;p;i)$.

Выражение для указанного коэффициента имеет вид

$$K_{\text{дост}}=1-\frac{\Delta x}{\hat{x}(m;p;i)}.\qquad(13)$$

6.3 Оценку влияния степени достоверности на обеспечиваемый системой СУБ ВД — SMS уровень БП будем проводить с помощью приведенного в выражении (6) коэффициента угрозы катастрофы, преобразованного к виду

$$f_{\text{р}}(m;p;i)=\left(\frac{K_{\text{дост}}\cdot\hat{x}(m;p;i)}{x_{\text{норм}}(p;i)}-l_{1}\right)\cdot\frac{f_{\text{р}}^{*}}{1-l_{1}}.\qquad(14)$$

где $l_{1}=\dfrac{x_{\text{кр}}(m;p;i)}{x_{\text{норм}}(p;i)}$ — коэффициент, характеризующий «долю» критического состояния $x_{\text{кр}}$ в величине минимально допустимого состояния $x_{\text{норм}}$, при котором вероятность катастрофы будет равна ее заданному значению $P_{\text{кат}}^{*}$.

Величину l_{1} определяют опытным путем на основе анализа множества состояний $X=\{x_{1},x_{2},...\}$ и оценки степени их влияния на вероятность катастрофы. В случае оценки уровня БП при управлении воздушным движением значение указанного коэффициента находится в пределах от 0,2 до 0,4.

При этом величина заданного уровня безопасности У* будет равна вероятности $P_{\text{кат}}^{*}$, катастр./летн.ч, отнесенной к часу полета:

$$\text{У}^{*}=P_{\text{кат}}^{*}.\qquad(15)$$

6.4 В предположении того, что оценка состояния $\hat{x}$ проводят в момент t_{0}, показатель оценки обеспечиваемого СУБ ВД — SMS уровня БП m-го вертолета в указанный момент времени примет вид

$$\text{У}_{\text{ВД}}(m;t_{0})=\frac{1}{T_{\text{пол}}(m;t_{0})}\cdot P_{\text{кат}}(m;t_{0}),\qquad(16)$$

где $T_{\text{пол}}(m;t_{0})$ — время полета m-го вертолета в момент t_{0}, ч. Вероятность $P_{\text{кат}}(m;t_{0})$ определяется с помощью показателя, приведенного в выражении (9).

По аналогии с вышеизложенным показатель оценки приемлемого уровня безопасности полета (риска) m-го вертолета, катастр./летн.ч, имеет вид

$$\text{У}_{\text{ВД}}^{\text{пр}}(m)=P_{\text{кат}}^{\text{доп}}(m).\qquad(17)$$

Вероятность $P_{\text{кат}}^{\text{доп}}(m)$ определяется с помощью выражения (9) при $P_{\text{кат}}(m;p)=P_{\text{кат}}^{\text{доп}}(m;p)$,

где $P_{\text{кат}}^{\text{доп}}(m;p)$ — допустимая с точки зрения обеспечения приемлемого уровня безопасности вероятность катастрофы m-го вертолета при p-м факторе риска.

Данную вероятность определяют с помощью следующего выражения:

$$P_{\text{кат}}^{\text{доп}}(m;p)=0{,}5\cdot\exp\left\{-a_{1}\cdot f_{\text{р}}^{\text{доп}}(m;p)\right\}.\qquad(18)$$

6.5 Фигурирующая в данном выражении допустимая величина $f_{\text{р}}^{\text{доп}}(m;p)$ коэффициента $f_{\text{р}}$ угрозы катастрофы определяют по выражению (14) при следующих предпосылках:

а) величину вероятности (18) определяют при состоянии $\hat{x}(m;p;i)$, равном его минимально допустимому состоянию $x_{\text{норм}}(p;i)$, то есть в точке $\hat{x}(m;p;i)=x_{\text{норм}}(p;i)$;

б) показатель допустимой с точки зрения обеспечения приемлемого уровня безопасности (риска) степени достоверности оценок состояния $\hat{x}(m;p;i)$ в точке $x_{норм}(p;i)$ на основании выражения (13) имеет вид

$$K_{дост}^{доп}=1-\frac{\Delta_x^*}{x_{норм}(p;i)}, \quad (19)$$

где Δ_x^* — требуемая для обеспечения допустимой степени достоверности величина погрешностей определения оценки состояния в точке $x_{норм}(p;i)$.

6.6 С учетом выше изложенного фигурирующий в выражении (18) коэффициент $f_p^{доп}(m;p)$ посредством преобразования выражения (14) примет вид

$$f_p^{доп}(m;p)=\frac{K_{дост}^{доп}-l_1}{1-l_1}\cdot f_p^*. \quad (20)$$

Таким образом, величина приемлемого уровня безопасности $У_{ВД}^{пр}$ зависит как от допустимой степени достоверности $K_{дост}^{доп}$ оценки состояния $\hat{x}(m;p;i)$, так и от «доли» l_1 критического состояния в величине минимально допустимого состояния $x_{норм}(p;i)$.

6.7 Зависимость $У_{ВД}^{пр}$ от $K_{дост}^{доп}$ в качестве примера приведена в таблице 1 при $l_1=0{,}25$, $P_{кат}^*=5\cdot10^{-6}$, $f_p^*=10$.

Таблица 1

$K_{дост}^{доп}$	0,25	0,5	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	0,97	0,99	0,999
$У_{ВД}^{пр}$	0,50	0,011	$2{,}3\cdot10^{-4}$	$1{,}0\cdot10^{-4}$	$5{,}0\cdot10^{-5}$	$2{,}3\cdot10^{-5}$	$1{,}0\cdot10^{-5}$	$7{,}9\cdot10^{-6}$	$5{,}8\cdot10^{-6}$	$5{,}1\cdot10^{-6}$

Библиография

[1] Doc 9859–AN/460 Руководство по управлению безопасностью полетов (ИКАО, 2006 г.)

[2] АПН-25 Нормы летной годности самолетов транспортной категории

УДК 629.735.083:006.354 ОКС 03.220.50

Ключевые слова: система управления безопасностью, риск, приемлемый риск, обеспечение безопасности, методы определения

Редактор *М.Н. Штык*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Ю.М. Прокофьева*
Компьютерная верстка *К.Л. Чубанова*

Сдано в набор 22.12.2015. Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60 ×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,10. Тираж 32 экз. Зак. 143.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru