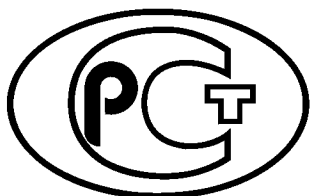


---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ  
789—  
2022

---

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Алгоритм оценки состояния бедствия  
воздушного судна.  
Общие требования

Москва  
Российский институт стандартизации  
2022

## Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «ННК Консалтинг»
- 2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 164 «Искусственный интеллект»
- 3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2022 г. № 103-пнст

*Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6). Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес. до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: [contact@nncscompany.ru](mailto:contact@nncscompany.ru) и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.*

*В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет ([www.rst.gov.ru](http://www.rst.gov.ru))*

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Сокращения .....	1
3 Комплексная система оценки состояния бедствия воздушного судна гражданской авиации .....	1
4 Характеристики алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна .....	2
5 Обучающие наборы данных для алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна, использующего искусственный интеллект .....	4
Приложение А (обязательное) Примеры наборов данных для обучения алгоритмов оценки состояния бедствия воздушного судна, использующего искусственный интеллект . . . .	8

## Введение

В полете может произойти ряд происшествий со смертельным исходом, в которых:

- аварийные радиомаяки не действовали, были уничтожены во время удара или сразу после него вследствие пожара либо были погружены в воду, что сильно снижало эффективность спасательных операций;

- для обнаружения обломков и, соответственно, для восстановления бортовых самописцев (регистраторов полетных данных) потребовалось значительное количество времени либо их нельзя было восстановить, что значительно уменьшало вероятность выяснения фактической причины таких происшествий.

Учитывая непредсказуемый характер авиационных происшествий и сложности в части надежного обеспечения сигнала бедствия при ударе воздушного судна о землю, концепция обнаружения в полете ситуации неизбежного происшествия и передачи сигнала бедствия и/или полетных данных до падения ВС рассматривается как возможность в значительной степени повысить точность определения места происшествия и эффективность спасательной операции.

Срабатывание передачи полетной информации на основе анализа бортовым оборудованием полетных параметров в реальном времени представляет собой отлаженный механизм. Такие системы уже разработаны и внедряются авиакомпаниями с целью мониторинга и контроля местоположения воздушных судов.

Развитие методов искусственного интеллекта и рост вычислительных мощностей делают возможным решение задач оценки состояния комплексных систем или подтверждения достоверности решения посредством нейронных сетей с точностью, превышающей классические аналитические и статистические методы. Это способствует применению методов искусственного интеллекта при условии проведения качественных испытаний в сферах, связанных с высоким риском для жизни и здоровья людей, в частности — навигации и гражданской авиации.

В настоящем стандарте:

- определена комплексная система оценки состояния бедствия воздушного судна гражданской авиации;

- определены характеристики алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна;

- формализованы требования к данным, необходимым для обучения алгоритма контроля целостности для приемников спутниковой навигации.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ДЛЯ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИАлгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна.  
Общие требования

Artificial intelligence for civil aviation aircraft.  
Algorithm for assessing the state of distress of an aircraft. General requirements

Срок действия — с 2024—01—01  
до 2026—01—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на алгоритм оценки состояния бедствия воздушного судна, применяемый в вычислительных системах воздушных судов гражданской авиации, и устанавливает типовые требования к контрольным выборкам исходных данных для обучения алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна, реализованного с использованием искусственного интеллекта.

## 2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВС — воздушное судно;  
УВД — управление воздушным движением;  
АОА — истинный угол атаки;  
CAS — расчетная воздушная скорость;  
CVR — бортовой речевой регистратор;  
EGPWS — усовершенствованная система предупреждения о приближении земли;  
ERP — система для решения задач привязки оперативных параметров полета — времени, скорости, высоты — к потребности самолета с конкретной конфигурацией в ресурсах и материалах для оперативного ремонта и технического обслуживания;  
ГЛОНАСС — глобальная навигационная спутниковая система;  
GPWS — система предупреждения столкновения с землей;  
GPS — глобальная система определения местоположения;  
TAWS — система предупреждения о близости земли;  
TCAS — система предупреждения столкновения самолетов;  
RA TCAS — система рекомендаций по ликвидации угрозы столкновения.

## 3 Комплексная система оценки состояния бедствия воздушного судна гражданской авиации

### 3.1 Описание модели

Компоненты системы оценки состояния бедствия ВС в полете и критериев срабатывания передачи данных могут быть разбиты на отдельные функциональные блоки, которые имеют уникальные входные и выходные сигналы. Каждый функциональный блок изображен на рисунке 1 и определен в пункте 3.1.1.

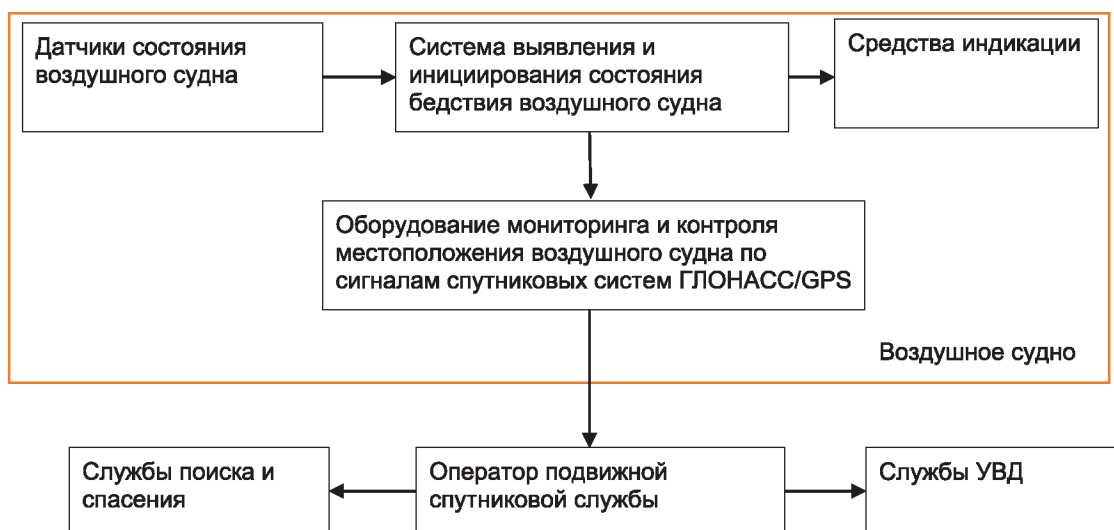


Рисунок 1 — Модель системы критериев оценки состояния бедствия воздушного судна в полете и критериев срабатывания для передачи данных

### 3.1.1 Описание функциональных блоков

#### 3.1.1.1 Датчики состояния воздушного судна

Этот блок включает входные сигналы для логики срабатывания, которые могут использоваться для идентификации изменения состояния ВС. Они могут включать следующее (но не ограничиваются этим): воздушную скорость или пространственное положение. Источниками этих входных сигналов являются бортовые радиоэлектронные системы.

#### 3.1.1.2 Система выявления и инициирования состояния бедствия воздушного судна

Этот блок содержит алгоритмы, которые выполняют операции для оценки состояния ВС.

#### 3.1.1.3 Средства индикации

Этот блок включает все виды индикации, обеспечиваемой летному экипажу, которые информируют экипаж о статусе срабатывания и/или состоянии передачи.

#### 3.1.1.4 Оборудование мониторинга и контроля местоположения воздушного судна по сигналам спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS

Этот блок включает оборудование мониторинга и контроля местоположения ВС по сигналам спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, которое передает информацию о состоянии бедствия ВС оператору.

## 4 Характеристики алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна

### 4.1 Введение

Целью этого раздела является определение требований работе алгоритма оценки состояния бедствия ВС. Соответствие этим требованиям рекомендуется как средство обеспечения удовлетворительного выполнения алгоритмом своей предполагаемой функции при штатных условиях эксплуатации.

Алгоритм оценки состояния бедствия ВС должен быть спроектирован для обработки данных, относящихся к состоянию воздушных судов, и обеспечения выходных сигналов в оборудование мониторинга и контроля местоположения ВС по сигналам спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS для запуска и/или отмены передачи полетной информации. Настоящие требования содержат минимальный набор сценариев, которые должны быть обнаружены алгоритмом.

Чтобы свести к минимуму отвлекающие срабатывания и оптимизировать логику срабатывания, такой алгоритм может быть заблокирован или может быть ограничен в функции обнаружения событий бедствия на следующих этапах полета: взлет, начальный набор высоты, конечный участок захода на посадку, посадка и уход на второй круг.

Подавление логики срабатывания не отменяет активность системы.

## 4.2 Требования к алгоритму срабатывания

Алгоритм срабатывания, основанный на искусственном интеллекте, должен отслеживать состояние ВС на предмет возникновения состояния бедствия.

Рекомендуется, чтобы алгоритм срабатывания максимально увеличивал обнаружение состояния бедствия ВС, в то же время ограничивая частоту отвлекающих срабатываний. Чрезмерная частота срабатываний может снизить доверие к системе.

Возможный перечень критериев для обучения алгоритма контроля оценки состояния бедствия ВС приведен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Перечень критериев для обучения алгоритма

Тип критерия	Наименование критерия
Необычное положение в пространстве	Чрезмерный угол крена
	Чрезмерный угол тангажа
Необычная скорость	Сваливание
	Низкое значение CAS
	Чрезмерная вертикальная скорость (V/S)
	Превышение скорости
Чрезмерное ускорение	Необычная степень перегрузки
Ввод команд управления	Команда чрезмерного крена
	Чрезмерное отклонение руля направления
Сближение с землей	Предупреждение TAWS
	Слишком низкое значение высоты (плохой набор высоты после взлета)
Прочее	TCAS
	Предупреждение о высоте в кабине экипажа

### 4.2.1 Сценарии

Сценарии определяются условиями, которые, если их не устранить, могут привести к происшествию. Производители могут включать дополнительные сценарии или комбинировать сценарии при условии, что они не ухудшают общую эффективность и/или надежность логики срабатывания.

Каждое условие определяется порогами параметрических данных, которые могут различаться в зависимости от типа ВС и его эксплуатации.

Перечень сценариев:

1 Необычное пространственное положение. Условия могут включать следующее (но не ограничиваются этим): чрезмерные значения крена, тангажа и рыскания и их соответствующих скоростей изменения.

2 Необычная скорость. Условия могут включать следующее (но не ограничиваются этим): чрезмерную вертикальную скорость, состояние сваливания, низкую скорость, завышенную скорость или другие условия скорости.

3 Столкновение с землей. Условия могут включать следующее (но не ограничиваются этим): высокую скорость приближения к земле или несоответствующую высоту для текущего местоположения.

4 Полная потеря тяги/движения вперед на всех двигателях. Параметрическими данными, используемыми для определения этого условия, могут быть параметры характеристик двигателя или другие параметры, которые являются результатом потери тяги.

### 4.2.2 Длительность

Длительность — это время, в течение которого условие (условия) действует до генерирования иницирующего сигнала. Значение длительности для каждого из критериев необходимо сбалансировать с целью иницировать передачу данных, как только это практически возможно, чтобы зафиксировать наибольшее количество возможных происшествий, одновременно ограничивая частоту отвлекающих срабатываний.

#### **4.2.3 Автоматическая отмена срабатывания**

При отсутствии условий срабатывания и соблюдении критериев отмены срабатывания будет выдаваться «уведомление об отмене передачи данных». Рекомендуется, чтоб набор критериев отмены срабатываний максимально увеличивал вероятность обнаружения того, что летный экипаж восстановил контроль над ВС и выдерживает стабильный режим полета либо что ВС безопасно приземлилось. Уведомление будет генерироваться в течение времени, достаточного для его получения приемником, после чего логика срабатывания возвращается к штатной функции обнаружения.

#### **4.2.4 Отвлекающие срабатывания**

Как было определено выше, отвлекающее срабатывание представляет собой любое срабатывание, которое ошибочно генерируется, когда вероятность происшествия отсутствует. Сохранение низкой частоты ложных срабатываний имеет первостепенное значение для поддержания уверенности пользователей в системе в целом. Рекомендуется, чтобы общая система обнаружения события в полете и срабатывания передачи данных соответствовала целевому значению частоты отвлекающих срабатываний не более одного срабатывания на 100 000 летных часов.

К срабатыванию могут привести многие факторы, например:

- логика срабатывания;
- ошибочный ввод (например, аппаратный сбой, поврежденные данные);
- ошибки разработки или неисправность аппаратного обеспечения системы срабатывания;
- техническое обслуживание;
- наземные и/или летные испытания;
- другие факторы.

Решение проблемы надежности аппаратного обеспечения и проектной реализации выходит за рамки настоящего документа. Часть общей доли отвлекающих срабатываний, относящаяся к логике срабатывания и вызывающая ложное предупреждение, должна составлять не более одного отвлекающего срабатывания за 100 000 летных часов. Для достижения этого целевого значения необходимо реализовать эффективный алгоритм, а также проверить его на предмет корректной работы с базой данных примерных данных полета, чтобы уменьшить частоту отвлекающих срабатываний.

### **4.3 Взаимодействие со сработавшей системой**

#### **4.3.1 Информация о срабатывании**

Информация о срабатывании должна быть достаточной, чтобы определить, запрашивает ли логика запуск инициированной (сработавшей) передачи или передачу сигнала отмены.

*Примечание* — Если происходит автоматическая отмена инициированной передачи, предполагается, что система передачи должна передать конкретное сообщение об отмене. Это необходимо, чтобы получатели сообщения знали, что инициированное событие было отменено, а не прекращено в результате происшествия.

## **5 Обучающие наборы данных для алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна, использующего искусственный интеллект**

### **5.1 Требования к формированию баз данных для обучения алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна**

При использовании или разработке баз данных для обучения алгоритма оценки состояния бедствия ВС, использующего искусственный интеллект, рекомендуется использовать набор данных, приведенный в таблице 2.

Характеристики формата базы данных следующие:

- формат файла — может применяться любой формат;
- частота дискретизации — 1 Гц (одна точка данных в 1 с);
- минимальная длина файла — 30 мин;
- максимальная длина файла — не ограничена.



Таблица 2 — Рекомендуемый набор данных для разработки баз данных

Наименование параметра	Единицы	Описание
1 Абсолютная высота	фут	Барометрическая высота Совмещенный параметр (грубая высота + точная высота)
2 Воздушная скорость	уз	Может указываться приборная воздушная скорость, индикаторная земная скорость или расчетная воздушная скорость
3 Путевая скорость	уз	
4 Угол тангажа	градусы	Положительное число = кабрирование
5 Угол крена	градусы	Положительное число = правое крыло опущено
6 Магнитный курс	градусы	1° — 360°
7 Мощность двигателя 1	Разные	N1 или EPR или крутящий момент
8 Мощность двигателя 2	Разные	
9 Радиовысота	фут	Может быть получена от радиовысотомера 1 или 2 или от обоих посредством совмещения в один параметр
10 Вертикальная скорость	фут/мин	Может регистрироваться или быть получена из высоты
11 nx	g	Продольное ускорение Положительное число = замедление скорости
12 ny	g	Поперечное ускорение Положительное число = правый разворот
13 nz	g	Нормальное ускорение Положительное число = вверх
14 Конфигурация закрылков/предкрылков	Дискрет.	0 = Убраны; 1 = конфигурация для взлета; 2 = конфигурация для захода на посадку
15 Статус TAWS	Дискрет.	Оповещение или предупреждение GPWS или EGPWS, при любом режиме. (0 = Предупреждения нет; 1 = Предупреждение есть)
16 Предупреждение о сваливании	Дискрет.	Может быть включение автомата тряски ручки управления. Может быть информация от CVR (бортовых речевых самописцев)
17 Предупреждение о высоте в кабине	Дискрет.	0 = Предупреждения нет; 1 = Предупреждение есть
18 Предупреждение/предостережение	Дискрет.	0 = Предупреждения/предостережения нет; 1 = Предупреждение/предостережение есть
19 Левый АОА	Градусы	Левый истинный угол атаки (или АОА1) Положительное число = вверх
20 Правый АОА	Градусы	Правый истинный угол атаки (или АОА2) Положительное число = вниз
21 Задействование автопилота (A/P)	Дискрет.	0 = Автопилот выключен; 1 = Автопилот включен
22 Предупреждение об обледенении двигателя 1	Дискрет.	0 = Нет льда; 1 = Лед есть

**ПНСТ 789—2022**

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Единицы	Описание
23 Предупреждение об обледенении двигателя 2	Дискрет.	0 = Нет льда; 1 = Лед есть
24 N2 двигателя 1	%	
25 N2 двигателя 2	%	
26 Обработка крыльев антиоблед. реагентом	Дискрет.	0 = ВЫКЛ.; 1 = ВКЛ.
27 Обработка двигателя 1 антиоблед. реагентом	Дискрет.	0 = ВЫКЛ.; 1 = ВКЛ.
28 Обработка двигателя 2 антиоблед. реагентом	Дискрет.	0 = ВЫКЛ.; 1 = ВКЛ.
29 Количество топлива	фунт	Суммарный объем всех топливных баков
30 Вес брутто	фунт	
31 CG	%	Центр тяжести
32 Расход топлива двигателя 1	фунт/ч	
33 Расход топлива двигателя 2	фунт/ч	
34 Отбирание воздуха двигателя 1	Дискрет.	0 = ВЫКЛ.; 1 = ВКЛ.
35 Отбирание воздуха двигателя 2	Дискрет.	0 = ВЫКЛ.; 1 = ВКЛ.
36 Положение переключателя передачи	Дискрет.	0 = ВВЕРХУ; 1 = ВНИЗУ
37 Истинная воздушная скорость	уз	
38 Команда по тангажу со стороны капитана	Градусы	Положительное число = кабрирование
39 Команда по тангажу со стороны второго пилота	Градусы	Положительное число = кабрирование
40 Команда по крену со стороны капитана	Градусы	Положительное число = вправо
41 Команда по крену со стороны второго пилота	Градусы	Положительное число = вправо
42 Положение педали управления рулем направления	Градусы	Положительное число = вправо
43 Положение левого элерона	Градусы	Положительное число = вверх (разворот налево)
44 Положение правого элерона	Градусы	Положительное число = вверх (разворот направо)
45 Положение руля направления	Градусы	Положительное число = разворот направо
46 Положение левого руля высоты	Градусы	Положительное число = пикирование
47 Положение правого руля высоты	Градусы	Положительное число = пикирование
48 RA TCAS	Дискрет.	0 = Конс. сообщения нет; 1 = Конс. сообщение есть
49 Пожар в двигателе 1	Дискрет.	0 = Пожара нет; 1 = Пожар есть
50 Пожар в двигателе 2	Дискрет.	0 = Пожара нет; 1 = Пожар есть

Окончание таблицы 2

Наименование параметра	Единицы	Описание
51 Предупреждение о завышенной скорости	Дискрет.	Завышенная скорость VMO/MMO 0 = Предупреждения нет; 1 = Предупреждение есть
52 Положение интерцепторов	Градусы	Столько параметров, сколько интерцепторов. Может меняться в зависимости от типа ВС. 0° = убраны

## 5.2 Обучающие наборы данных для алгоритма оценки состояния бедствия воздушного судна

Примеры обучающих наборов данных для алгоритма оценки состояния бедствия ВС приведены в приложении А.

**Приложение А  
(обязательное)**

**Примеры наборов данных для обучения алгоритмов оценки состояния бедствия  
воздушного судна, использующего искусственный интеллект**

А.1 Наборы данных для обучения алгоритмов оценки состояния бедствия ВС, использующего искусственный интеллект, в зависимости от события согласно таблице А.1 приведены на съемном носителе, прилагаемом к настоящему стандарту.

Т а б л и ц а А.1 — Перечень наборов данных для алгоритмов оценки состояния бедствия воздушного судна и требования к контрольным наборам данных

Номер	Этап полета	Индекс категории события	Описание события
001	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
002	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
003	Набор высоты	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
004	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
005	Набор высоты	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
006	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
007	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
008	Набор высоты	ICE	Обледенение
009	Набор высоты	F-NI	Пожар/дым (без столкновения с землей)
010	Набор высоты	SCF-NP	Отказ или неисправность системы/компонента (не силовой установки)
011	Крейсерский режим	ICE	Обледенение
012	Крейсерский режим	SCF-NP	Отказ или неисправность системы/компонента (не силовой установки)
013	Набор высоты	SCF-PP	Отказ или неисправность системы/компонента (не силовой установки)
014	Набор высоты	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
015	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
016	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
017	Набор высоты	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
018	Набор высоты	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
019	Взлет	ICE	Обледенение
020	Набор высоты	MAC	Сближение двух ВС/TCAS/нарушение интервалов эшелонирования/столкновение в воздухе
021	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
022	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
023	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
024	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
025	Набор высоты	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей

Окончание таблицы А.1

Номер	Этап полета	Индекс категории события	Описание события
026	Заход на посадку	AMAN	Крутой маневр
027	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
028	Крейсерский режим	SCF-NP	Отказ или неисправность системы/компонента (не силовой установки)
029	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
030	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей
031	Набор высоты	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
032	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
033	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
034	Крейсерский режим	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
035	Набор высоты	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
036	Крейсерский режим	SCF-NP	Отказ или неисправность системы/компонента (не силовой установки)
037	Заход на посадку	LOC-I	Потеря управляемости ВС во время полета
038FF	Заход на посадку	CFIT	Столкновение исправного воздушного судна с землей

УДК 004.89

ОКС 35.020

Ключевые слова: искусственный интеллект, навигационная система, воздушное судно, гражданская авиация, алгоритм, оценка состояния бедствия

---

Редактор *З.А. Лиманская*  
Технический редактор *И.Е. Черепкова*  
Корректор *И.А. Королева*  
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 10.11.2022. Подписано в печать 16.11.2022. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,68.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

---

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ»  
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,  
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.  
[www.gostinfo.ru](http://www.gostinfo.ru) [info@gostinfo.ru](mailto:info@gostinfo.ru)