ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71996— 2025

Беспилотные авиационные системы

ОЦЕНКА РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ КАТЕГОРИИ

Общие требования к проведению

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией дополнительного образования «Научно-образовательный центр МГТУ им. Н.Э. Баумана» (АНО ДО «НОЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана»), Автономной некоммерческой организацией «Аналитический центр «АЭРОНЕТ» (АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ») и Федеральным автономным учреждением «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФАУ «ЦАГИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 323 «Авиационная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 марта 2025 г. № 198-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

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

Введение

Беспилотные авиационные системы (БАС) предназначены для решения задач, возлагаемых на беспилотные воздушные суда (БВС), включая коммерческие воздушные перевозки в гражданских целях. Оценка рисков конкретного полетного задания должна быть произведена до выполнения работ вне зависимости от максимальной взлетной массы беспилотного воздушного судна. Различные виды работ и условия применения беспилотной авиационной системы могут нести в себе различные риски причинения вреда третьим лицам (людям, не участвующим в эксплуатации рассматриваемой БАС) и объектам инфраструктуры, считающиеся критически важными.

Международными рекомендательными документами ИКАО [1] и комитета JARUS [2] допускается практика возникновения аварийной ситуации, сопровождающейся, в том числе, разрушением БВС до невосстанавливаемого состояния при условии отсутствия нанесения повреждения третьим лицам и объектам инфраструктуры, что и определяет специальную категорию БАС (категория В по ГОСТ Р 59517). С экономической точки зрения для эксплуатанта БАС может оказаться более выгодной потеря одного или нескольких БВС по сравнению со стоимостью типовой сертификации каждого БВС.

Методика оценки рисков, установленная в настоящем стандарте, позволяет на этапе эксплуатации БАС специальной категории проверить выполнение требований к обеспечению безопасности полета БВС, входящего в состав указанной БАС, с точки зрения вероятности нанесения ущерба людям и инфраструктуре, находящимся в зоне полета, при возможном падении БВС на землю/поверхность, возникшем вследствие отказного состояния (отказа) БАС.

Предполагаемые пользователи настоящего стандарта:

- эксплуатанты БАС с целью обоснования безопасности выполнения полетного задания на заявляемом им маршруте полета БВС или с целью формирования наиболее безопасного для людей и инфраструктуры маршрута полета БВС;
- уполномоченные органы в области обеспечения безопасности полетов или лица, участвующие в оценке достаточности предъявляемой эксплуатантом доказательной документации по обеспечению безопасности выполнения полетного задания БВС.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Беспилотные авиационные системы

ОЦЕНКА РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОЙ КАТЕГОРИИ

Общие требования к проведению

Unmanned aircraft systems. Special category UAS operational risk assessment.
General requirements

Дата введения — 2025—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт определяет общие требования к проведению оценки рисков, связанных с эксплуатацией беспилотных авиационных систем, относящихся к специальной категории по ГОСТ 59517.

Данные требования должны рассматриваться как общие для всех типов полетных заданий гражданских беспилотных воздушных судов и могут использоваться в качестве основы при формировании разработчиками или эксплуатантами беспилотных авиационных систем доказательной документации по обеспечению безопасности полетов беспилотных воздушных судов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 24728 Ветер. Пространственное и временное распределение характеристик

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 51897 (ISO Guide 73:2009) Менеджмент риска. Термины и определения

ГОСТ Р 57258 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения

ГОСТ Р 58771 Менеджмент риска. Технологии оценки риска

ГОСТ Р 59517 Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация

ГОСТ Р 59751 Беспилотные авиационные системы с беспилотными воздушными судами самолетного типа. Требования к летной годности

ГОСТ Р ИСО 3534-1 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей

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.

Издание официальное

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 59517, ГОСТ Р 57258, ГОСТ Р 51897, ГОСТ Р 58771, ГОСТ Р 59751, ГОСТ Р 27.102, ГОСТ Р ИСО 3534-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 у**полномоченный орган:** Федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции в соответствии с Положением о Федеральном агентстве воздушного транспорта.

Примечание — См. [3].

3.1.2 **аварийная ситуация:** Обстановка, возникшая в зоне нахождения беспилотного воздушного судна (БВС), связанная с отклонением характеристик и/или условий эксплуатации беспилотной авиационной системы (БАС) от установленных эксплуатационной документацией, влияющая на безопасность полета БВС или воздушного судна иного участника воздушного движения, в том числе с людьми на борту, а также на безопасность людей и инфраструктуры, находящихся на земле.

3.1.3 **критически важный объект инфраструктуры:** Объект, нарушение или прекращение работоспособности которого приводит к необратимым негативным изменениям в экономике административно-территориальной единицы или всей страны, а также к существенному ухудшению безопасности населения, проживающего на этой территории.

3.1.4 **эксплуатант:** Физическое или юридическое лицо, владеющее беспилотной авиационной системой на праве собственности или на ином законном основании, осуществляющее ее эксплуатацию и имеющее предусмотренную законодательством лицензию (свидетельство, сертификат) на осуществление указанной деятельности.

3.2 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения и обозначения:

БАС — беспилотная авиационная система;

БВС — беспилотное воздушное судно;

ИКАО — Международная организация гражданской авиации (*ICAO — International Civil Aviation Organization*);

СВП — станция внешнего пилота;

BVLOS — за пределами прямой видимости (*beyond visual line of sight*);

EVLOS — в расширенных пределах прямой видимости (*extended visual line of sight*);

VLOS — в пределах прямой видимости (*visual line of sight*);

$S_{кр}$ — максимальная критическая площадь области вероятных точек падения беспилотного воздушного судна, м^2;

$\lambda_{ущерб}$ — ожидаемая частота столкновений беспилотного воздушного судна с людьми или постройками, в результате которого им наносится ущерб;

$\lambda_{столкн}$ — ожидаемое количество столкновений беспилотного воздушного судна с людьми или постройками;

$\lambda_{отк}$ — допустимая частота возникновения отказов работы беспилотного воздушного судна за час полета, приводящих к падению судна на заданную территорию;

$\rho_{нас}$ — максимальная плотность населения в рассматриваемом районе, чел./м^2.

4 Общие положения

4.1 В качестве объектов, подвергаемых риску в связи с эксплуатацией БАС должны рассматриваться люди и инфраструктура, считающаяся критической, а также любые объекты, где могут находиться люди, располагающиеся в районе полетов БВС в составе БАС согласно руководству [1].

4.2 Исходными данными для проведения оценки рисков являются сведения, перечень которых приведен в приложении А.

4.3 Риски, связанные с эксплуатацией БАС оцениваются для заявляемых маршрутов полета БВС. Маршрут полета должен быть разбит на участки, отличающиеся друг от друга совокупностью факторов риска для обеспечения безопасности людей и инфраструктуры, например, различными режимами полета БВС, различными атмосферными явлениями или иными условиями эксплуатации и, таким обра-

зом, по-разному влияющие на размеры площади области поверхности, содержащей вероятные точки падения БВС.

4.4 Методика оценки рисков представляет собой расчет вероятности столкновения БВС $\lambda_{ущерб}$ хотя бы с одним человеком или объектом инфраструктуры в результате падения БВС при выполнении полетного задания и при этом наносит ему тяжкий ущерб. Пример выполнения оценки рисков приведен в приложении Б.

$$\lambda_{ущерб} = k_{E_{кин}} \sum_{i=1}^{n} \lambda_{откi} \cdot \lambda_{столкнi}, \quad (1)$$

где $k_{E_{кин}} = 0,5$ — коэффициент, связанный со степенью причинения вреда, зависящей от взлетной массы, скорости и высоты полета или достигаемой БВС в полете кинетической энергии — более 100 Дж для категории В по ГОСТ Р 59517, что соответствует значению вероятности нанесения тяжкого повреждения 50 % в результате столкновения.

Примечание — Коэффициент $k_{E_{кин}}$ может быть установлен с другим значением в зависимости от плотности расположения на рассматриваемом участке поверхности инфраструктуры и ее отдельных объектов с находящимися в них людьми, высотность которых сопоставима с расчетной высотой профиля полета БВС или превышает ее, а также может изменяться в ходе эксплуатации таких объектов (высотные грузовые краны с подъемными стрелами, вышки и подъемники с телескопически выдвигающимися вверх элементами конструкции и пр.), что может изменить вероятность попадания в человека. В этом случае в формуле оценки рисков должен быть использован $k_i^{E_{кин}}$ для каждого выполняемого i-го режима заявленного маршрута;

i — номер режима заявленного маршрута;

n — количество режимов, на которые разбит заявленный маршрут;

$\lambda_{отк\,i}$ — вероятность возникновения отказного состояния, приводящего к падению БВС, при выполнении i-го режима заявленного маршрута;

$\lambda_{столкн\,i}$ — вероятность столкновения БВС хотя бы с одним человеком в результате выполнения i-го режима заявленного маршрута.

4.5 Значение $\lambda_{столкн}$ не должно превышать значение, соответствующее оценке вероятности аварийной ситуации по ГОСТ 59751 либо установленной разработчиком рассматриваемой БАС и согласованной с уполномоченным органом.

Примечание — Ввиду несущественного влияния типа БВС на суммарную вероятность возникновения особых ситуаций, допускается использование положений ГОСТ Р 59751 для всех типов БВС, входящих в БАС, в части, касающейся количественной оценки указанной случайной величины, как крайне маловероятной (10^{-6} и менее).

5 Требования к содержанию и правила проведения оценки рисков, связанных с эксплуатацией беспилотной авиационной системы

5.1 Оценка вероятности возникновения отказного состояния, приводящего к падению беспилотного воздушного судна

5.1.1 Должна быть рассчитана вероятность возникновения отказного состояния (отказа), приводящего к падению БВС, которая используется в дальнейшем при оценке рисков и/или определении расчетного уровня безопасности полета для сравнения его значения с допустимым (приемлемым).

5.1.2 В ходе разработки и проектирования БАС и/или в целях обоснования безопасности выполнения конкретного полетного задания БВС на этапе эксплуатации, должен быть составлен перечень особо ответственных элементов конструкции БВС, разрушение или отказ которых критически влияет на безопасность полета и с высокой долей вероятности может привести к столкновению с землей или иной поверхностью при его падении.

5.1.3 Вероятность возникновения отказного состояния, приводящего к падению БВС, оценивается по результатам анализа безотказности бортовых систем и элементов конструкции БВС, в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТ Р 58771 или по методикам, согласованным с уполномоченным органом.

5.2 Оценка площади области вероятных точек падения беспилотных воздушных судов

5.2.1 На каждом режиме полета для каждого из выявленных в результате анализа отказных состояний бортовых систем и элементов конструкции БВС в соответствии с 5.1, которые приводят к падению БВС на земную и водную поверхность, должны быть рассчитаны координаты точки падения с учетом воздействий ветра. При расчете площади поверхности, содержащей вероятные точки падения БВС, принимают:

- в качестве закона распределения вероятных точек падения БВС — нормальное распределение по ГОСТ Р ИСО 3534-1;
- в качестве среднего значения — точку падения с рассчитанными координатами без учета влияния характеристик навигационной системы БВС и ветровых возмущений;
- среднеквадратичное отклонение — с учетом влияния характеристик навигационной системы БВС и ветровых возмущений.

5.2.2 Математическая модель расчета координат падения БВС должна использовать уравнения движения БВС с учетом влияния воздействий атмосферных явлений по ГОСТ 24728 и аэродинамических свойств БВС.

5.2.3 Если применимо, математическая модель расчета площади поверхности, содержащей вероятные точки падения БВС, должна учитывать площадь разлета осколков/обломков элементов конструкции БВС при взрыве веществ, имеющихся в составе бортовых систем или полезной нагрузки, рассчитанную для установленной мощности взрыва, высоты и скорости полета. При этом, характеристики разлета осколков/обломков при взрыве должны быть определены для конкретного БВС заранее в условиях его статичного состояния (в состоянии покоя).

5.2.4 Рассчитанные для отдельных участков маршрута площади поверхностей, содержащие вероятные точки падения, должны быть интегрированы по всему маршруту полета БВС.

5.3 Определение вероятности столкновения БВС с людьми при падении

5.3.1 Правила определения плотности населения на территории по маршруту полета

5.3.1.1 Оценка ожидаемого числа людей в зоне полетов БВС должна проводиться эксплуатантом на основе согласованных с уполномоченным органом статистических данных по плотности или численности населения в заданном районе, с учетом возможности ограничения доступа третьих лиц в зону выполнения полетов БВС.

5.3.1.2 Если какой-либо из режимов заявленного маршрута полета БВС выполняется над территориями с различными значениями плотности населения или застройки, каждый из участков пролета над этими территориями должен рассматриваться отдельно.

5.3.2 Оценка вероятности столкновения с человеком в результате падения БВС

5.3.2.1 На основе плотности населения в районе выполнения текущего i-го режима полета БВС рассчитывается вероятность столкновения БВС $\lambda_{\text{столкн } i}$ хотя бы с одним человеком на площади $S_{\text{кр } i}$ по формуле

$$\lambda_{\text{столкн } i} = S_{\text{кр } i} \cdot \rho_{\text{нас } i}, \qquad (2)$$

где $S_{\text{кр } i}$ — площадь области вероятных точек падения БВС при выполнении i-го режима заявленного маршрута, м^2 (в соответствии с 5.2);

$\rho_{\text{нас } i}$ — плотность населения в районе, относящемся к i-му режиму заявленного маршрута полета БВС, чел./м^2 (в соответствии с 5.3.1).

5.3.2.2 Используемые в расчетах статистические данные по плотности населения должны быть приведены к размерности «чел./м^2».

Примечание — Ввиду требуемой высокой точности расчета плотности населения на каждый квадратный метр, рекомендуется при приведении статистических данных к размерности «чел./м^2» использовать равномерное распределение по ГОСТ Р ИСО 3534-1.

Приложение А
(обязательное)

Сведения, необходимые для проведения оценки рисков

А.1 Ожидаемые условия эксплуатации беспилотных авиационных систем

А.1.1 Общее техническое описание БАС для ведения архива и базы данных включает:

а) целевое назначение БАС;

б) условия видимости для внешнего пилота (*VLOS*, *EVLOS*, *BVLOS*);

в) количество и местоположение станций внешнего пилота;

г) описание процедур передачи управления между СВП (при наличии нескольких СВП).

А.1.2 Пункты вылета. Названия и условные обозначения ИКАО аэродромов вылета. В случае вылетов не с аэродрома указывают географические координаты конкретного места в соответствии с форматом ПЗ-90 [4].

А.1.3 Пункты назначения. Названия и условные обозначения ИКАО аэродромов назначения. В случае вылетов не с аэродрома указывают координаты конкретного места в соответствии с форматом ПЗ-90.

А.1.4 Маршрут полета. Указывают планируемые маршруты полета, с указанием крейсерских эшелонов.

А.1.5 Требования к выполнению взлета и посадки. Описание процесса взлета или посадки (вертикальный, с пробегом, с использованием вспомогательного оборудования). Описание мероприятий по размещению и обеспечению безопасности персонала во время взлета и посадки.

А.2 Летно-технические характеристики БВС и подтверждающие документы по их расчету или испытаниям

А.2.1 Тип воздушного судна. Должен быть указан тип воздушного судна, приложены рисунки, чертежи или фотографии БВС.

А.2.2 Максимальная взлетная масса.

А.2.3 Габаритные размеры БВС. Должен быть указан размах крыла или диаметр несущего винта. Для БВС с несколькими несущими винтами или БВС мультикоптерного типа указывают максимальный габаритный размер.

А.2.4 Максимальная эксплуатационная скорость БВС.

А.2.5 Минимальная эксплуатационная скорость БВС.

А.2.6 Крейсерская скорость БВС.

А.2.7 Максимальная скорость набора высоты.

А.2.8 Максимальная скорость снижения.

А.2.9 Максимальная эксплуатационная скорость разворота.

А.2.10 Количество и тип двигателей.

А.2.11 Максимальная продолжительность полета БВС.

А.2.12 Точность системы навигации.

А.3 Отчеты по анализу надежности и безотказности систем беспилотных авиационных систем

Классификация и последствия отказных ситуаций систем и основных элементов конструкции БАС, приводящих к неконтролируемому падению БВС, в соответствии с методиками, изложенными в ГОСТ Р 58771 или по методикам, согласованным с уполномоченным органом.

Приложение Б
(справочное)

Пример расчета вероятности столкновения БВС с людьми

Б.1 Анализ исходных данных

В соответствии с приложением А эксплуатантом собраны следующие исходные данные для обоснования безопасности полетов.

Б.1.1 Ожидаемые условия эксплуатации беспилотной авиационной системы включают:

а) целевое назначение БАС: доставка грузов и аэрофотосъемка.

Для сравнения результатов оценки рисков рассмотрим три сценария применения БАС:

1) сценарий С1: доставка груза;

2) сценарий С2: коммерческая геодезическая съемка;

3) сценарий С3: коммерческая фотосъемка здания;

б) условия видимости для внешнего пилота:

1) для сценариев С1 и С2: взлет и посадка в режиме VLOS (при посадке управление передается второму внешнему пилоту), режимы — BVLOS;

2) для сценария С3: взлет и посадка в режиме VLOS, крейсерский режим — EVLOS (в состав внешнего экипажа входит наблюдатель, в прямой видимости которого находится БВС);

в) количество и местоположение станций внешнего пилота:

1) для сценариев С1 и С2: две станции внешнего пилота (одна — в пункте вылета, вторая — в пункте назначения);

2) для сценария С3: одна станция внешнего пилота;

г) описание процедур передачи управления между СВП (при наличии нескольких СВП). Для сценариев С1 и С2 выполняется передача управления;

д) пункт вылета: аэропорт «Начало»;

е) пункты назначения: аэропорт «Окончание»;

ж) маршруты полета, соответствующие сценариям С1 — С3, обозначены М1 — М3 и проиллюстрированы на рисунке Б.1. Кроме того, на рисунке области A, B, C, D обозначены в алфавитном порядке в соответствии со значениями численности населения (по возрастанию);

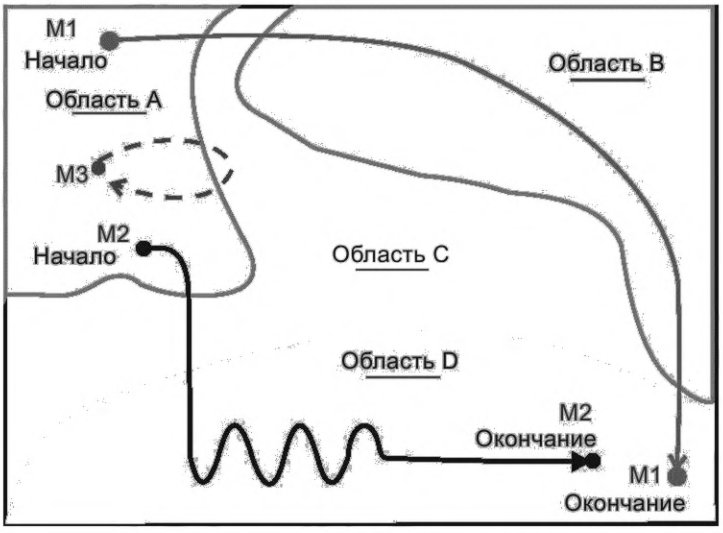

Рисунок Б.1 — Примеры маршрутов полета

и) описание процесса взлета или посадки: вертикальные взлет и посадка в условиях прямой видимости внешнего экипажа.

Б.1.2 Летно-технические характеристики БВС

В таблице Б.1 приведен пример перечисления параметров, используемых при создании математической модели БВС для проведения оценки рисков, без подтверждающих документов.

Таблица Б.1 — Летно-технические характеристики БВС

Характеристика	Значение
Тип воздушного судна. Должен быть указан тип воздушного судна, приложены рисунки, чертежи или фотографии БВС	Квадрокоптер
Максимальная взлетная масса	25 кг
Габаритные размеры БВС. Должен быть указан размах крыла или диаметр несущего винта. Для БВС с несколькими несущими винтами или БВС мультикоптерного типа указывают максимальный габаритный размер	Габаритные размеры — 2 м. Диаметр винта — 0,5 м
Максимальная эксплуатационная скорость БВС	30 м/с
Минимальная эксплуатационная скорость БВС	0 м/с
Крейсерская скорость БВС	20 м/с
Максимальная скорость набора высоты	2 м/с
Максимальная скорость снижения	Минус 1 м/с
Максимальная эксплуатационная скорость разворота	25 м/с
Количество и тип двигателей	4 электродвигателя
Максимальная продолжительность полета БВС	45 минут
Точность системы навигации	В горизонтальной плоскости: 5 м. В вертикальной плоскости: 10 м

Б.2 Оценка вероятности отказного состояния

Пример анализа дерева отказов одной из функциональных систем квадрокоптера приведен на рисунке Б.2.

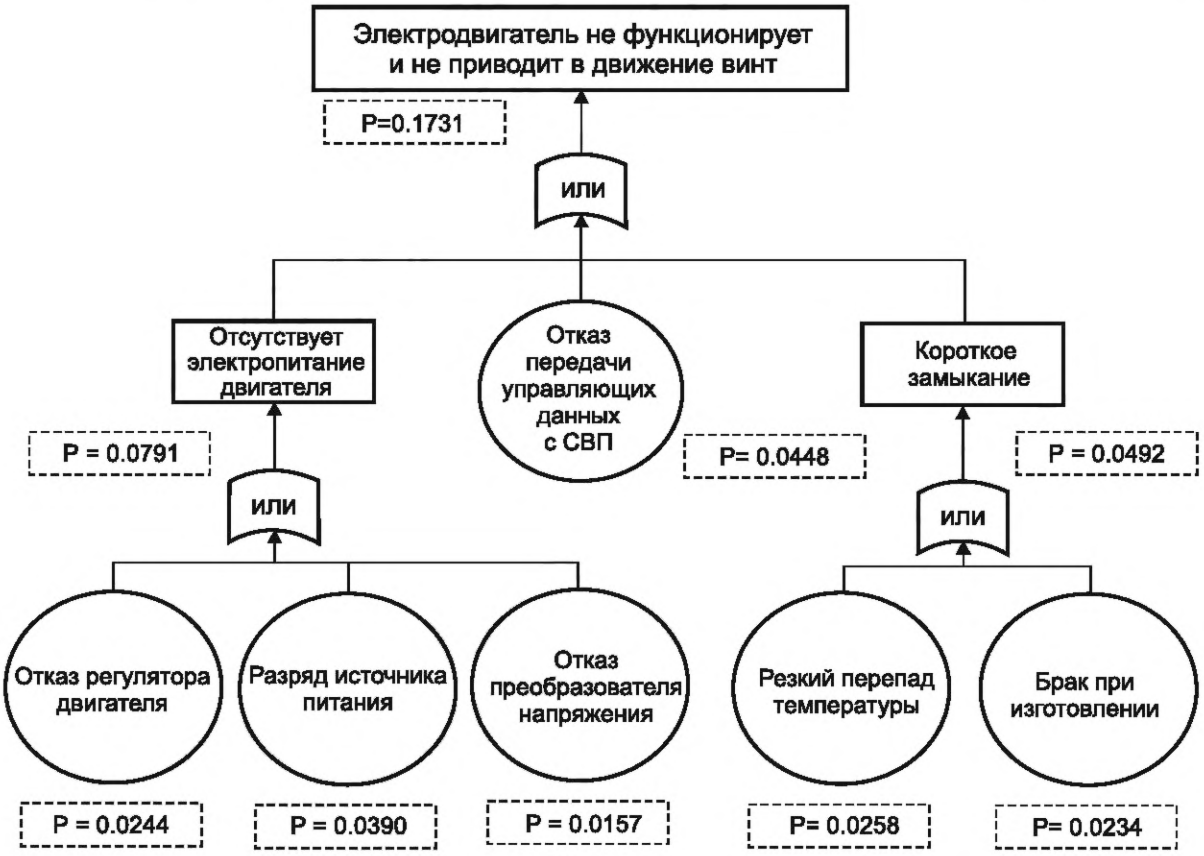

Рисунок Б.2 — Пример анализа дерева отказов для винта квадрокоптера

Суммарное значение вероятности отказного состояния электродвигателя квадрокоптера, приводящего к падению, равно 0,1731.

Б.3 Оценка Skp

Рассмотрим участок полета на высоте 150 м при скорости 25 м/с.

Ввиду отсутствия данных по результатам летных испытаний и эксплуатации беспилотных авиационных систем мультироторного типа проведем статистическое моделирование (методом Монте-Карло) динамики движения БВС в условиях возникновения рассмотренного отказного состояния с целью определения характера распределения точек падения БВС. Схема моделирования приведена на рисунке Б.3.



Рисунок Б.3 — Пример схемы моделирования последствий отказного состояния БВС

Пример обработки результатов статистического моделирования приведен на рисунках Б.4. На рисунке а) представлено распределение координат точек падения в результате отказа одного электродвигателя. На рисунке б) подсчитано количество точек, попадающих в каждый квадрат размером 2 × 2 м. На рисунках в) — г) приведен результат ядерной оценки плотности полученного распределения точек и вариант ее отображения с линиями равных значений вероятностей.

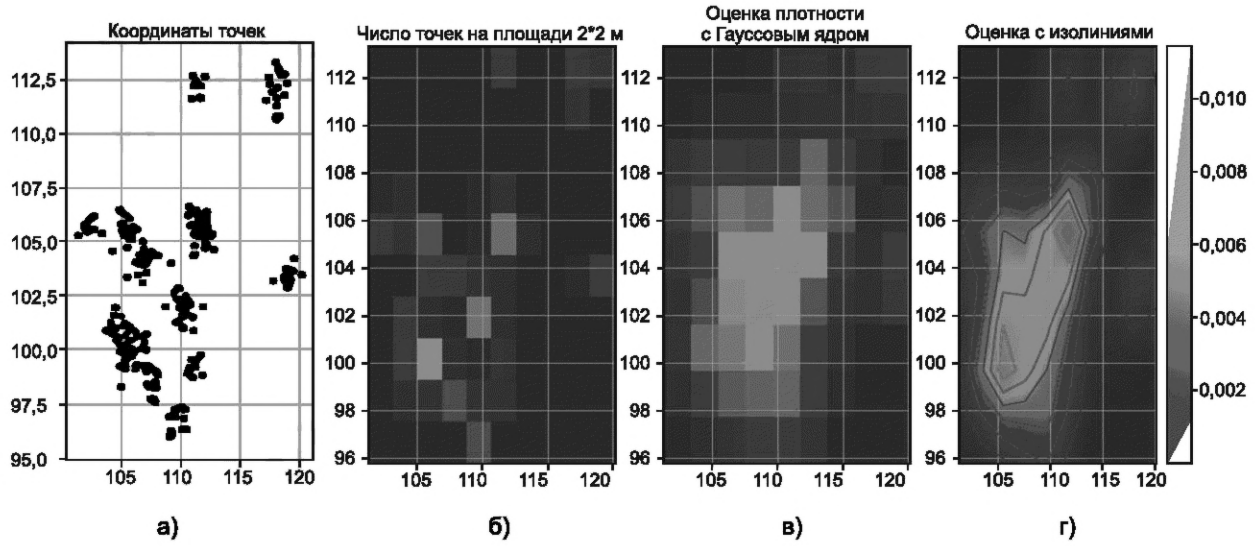

Рисунок Б.4 — Пример обработки результатов статистического моделирования падения БВС в результате отказа двигателя

Результатом расчета $S_{кр}$ является значение площади порядка 150 м^2 для режима горизонтального полета рассматриваемого квадрокоптера со скоростью 25 м/с на высоте 150 м.

Б.4 Оценка вероятности столкновения БВС с людьми

Для рассматриваемых сценариев С1 — С3 рассмотрим на временной шкале области территорий, над которыми выполняются полеты БВС (диаграмма приведена на рисунке Б.5). На диаграмме индексы параметра $t_{i,j}$ означают следующее: i — номер выполняемого режима полета над рассматриваемой областью территории, j — номер рассматриваемого полетного задания (сценария).

Рассмотрим полетное задание по сценарию С3. Время выполнения режима полета над населенной областью С ($t_{2,3}$) мало по сравнению с выполнением остальных режимов малозаселенной (незастроенной) области А. Тем не менее, этот участок является критическим с точки зрения безопасности полетов.

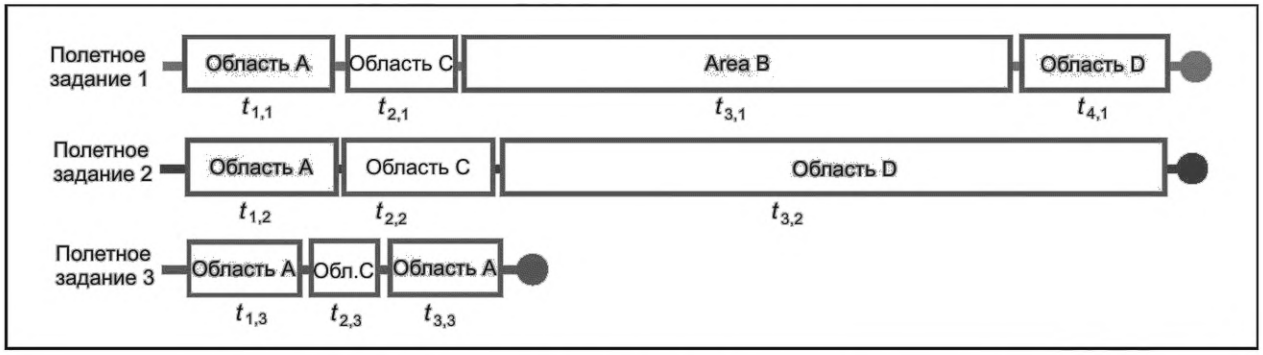

Рисунок Б.5 — Пример анализа сценариев выполнения полетного задания

На области территории с площадью $S_{кр}$ = 150 м^2 оценивается ожидаемое число людей, подвергаемое риску. Пусть для областей А — D были определены следующие максимальные значения плотности населения:

- область А: не более 0,5 чел./км^2;
- область В: не более 5 чел./км^2;
- область С: не более 50 чел./км^2;
- область D: не более 500 чел./км^2.

Расчет вероятности столкновения БВС хотя бы с одним человеком для областей А — D при условии возникновения отказа одного двигателя:

$\lambda_{столкн\ A} = \lambda_{отк} \cdot S_{кр} \cdot \rho_{нас\ A} = 0{,}1731 \cdot 150 \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-6} = 1{,}29 \cdot 10^{-5}$;

$\lambda_{столкн\ B} = \lambda_{отк} \cdot S_{кр} \cdot \rho_{нас\ B} = 0{,}1731 \cdot 150 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 1{,}29 \cdot 10^{-4}$;

$\lambda_{столкн\ C} = \lambda_{отк} \cdot S_{кр} \cdot \rho_{нас\ C} = 0{,}1731 \cdot 150 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 1{,}29 \cdot 10^{-3}$;

$\lambda_{столкн\ D} = \lambda_{отк} \cdot S_{кр} \cdot \rho_{нас\ D} = 0{,}1731 \cdot 150 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 1{,}29 \cdot 10^{-2}$.

Полученные результаты означают, что в каждой точке площади $S_{кр}$ в момент возникновения отказа вероятность столкновения хотя бы с одним человеком распределена по нормальному закону с математическим ожиданием $\lambda_{столкн\ i}$. Результаты расчета должны быть проинтегрированы по времени $t_{i,j}$. Таким образом, формируется «след» под рассматриваемой траекторией, который и считается областью, подвергаемой риску с точки зрения вероятности столкновения БВС с людьми или объектами инфраструктуры.

Библиография

[1] ИКАО Документ 10019 AN/507 Руководство по дистанционно пилотируемым авиационным системам (БАС) (RPAS)

[2] JARUS Документ JAR-doc-06 Рекомендации по оценке рисков, связанных с эксплуатацией дистанционно пилотируемых авиационных систем специальной категории

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 396 «Об утверждении Положения о Федеральном агентстве воздушного транспорта»

[4] Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы»

УДК 629.7.017:006.354 ОКС 49.020

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, беспилотное воздушное судно, безопасность полетов, специальная категория, оценка рисков

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 24.03.2025. Подписано в печать 24.03.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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