УДК 629.7.03 Группа Д15

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ БОРТОВАЯ

Общие требования

ОСТ 1 02621-96

На 20 страницах

ОКСТУ 7502

Дата введения 1997-01-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий стандарт распространяется на бортовые системы контроля и диагностирования (БСКД) газотурбинных двигателей (ГТД) самолетов и вертолетов, являющиеся составной частью комплексной системы эксплуатационного контроля двигателя.

№ изм. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 02519

Издание официальное ★

Перепечатка воспрещена

gost.e-ecolog.ru

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

ГОСТ 3044-77 Преобразователи термоэлектрические. Номинальные статические характеристики преобразования

ГОСТ 6651-84 Термопреобразователи сопротивления ГСП. Общие технические условия

ГОСТ 18977-79 Комплексы бортового оборудования самолетов и вертолетов. Типы функциональных связей. Виды и уровни электрических сигналов

ГОСТ 19705-89 Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии

ГОСТ 19919-74 Контроль автоматизированный технического состояния изделий авиационной техники. Термины и определения

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 26765.52-87 Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования

ОСТ 1 00207-85 Машины бортовые цифровые вычислительные. Требования к программному обеспечению

ОСТ 1 00340-84 Отраслевая система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение автоматизированных средств контроля изделий авиационной техники. Основные положения

ОСТ 1 00406-80 Совместимость электромагнитная комплексов радиоэлектронного оборудования самолетов и вертолетов. Общие требования

ОСТ 1 00467-82 Оборудование радиоэлектронное и электротехническое самолетов (вертолетов). Требования по электромагнитной совместимости

ОСТ 1 00683-89 Датчики бортовые для автоматизированных систем контроля. Общие технические требования

ОСТ 1 01025-82 Экранирование проводов, жгутов, кабелей и металлизация самолетов (вертолетов). Общие технические требования

ОСТ 1 03528-84 Датчики температуры. Типы, основные параметры, размеры и технические требования

ОСТ 1 03554-88 Аппаратура бортовая для контроля вибрации двигателей. Общие технические требования

ОСТ 1 03828-85 Расходомеры топлива. Типы, основные параметры и технические требования

ОСТ 1 03894-78 Масломеры. Типы, основные параметры и технические требования

№ изм
№ изв
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
6259

ОСТ 1 03996-81 Накопители эксплуатационные бортовых устройств регистрации. Типы, основные параметры и технические требования

ОСТ 1 04043-86 Преобразователи оптические пирометрические для бесконтактного измерения температуры поверхности лопаток

РТМ 1495-73 Обмен информацией двухполярным кодом в оборудовании летательных аппаратов

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 Определения терминов, используемых в стандарте, – в соответствии с ГОСТ 19919 и ГОСТ 20911.

4 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования назначения

4.1.1 БСКД предназначена для:

а) непрерывного контроля в полете основных параметров ГТД;

б) контроля предельно допустимых значений параметров по фиксированным и изменяемым, в зависимости от режимов работы двигателей, границам;

в) выявления повреждений и отказов, влияющих на формирование оперативных решений о необходимых действиях экипажа в полете, а также обслуживающего персонала при послеполетных проверках;

г) идентификации режимов работы ГТД для регистрации диагностической информации на установленных режимах;

д) прогнозирования технического состояния ГТД и предотвращения опасных отказов в полете с помощью анализа тенденций изменений (трендовый анализ) диагностических признаков в течение одного и нескольких полетов;

е) контроля наработки двигателя на режимах ограничения и общей наработки;

ж) контроля выработки ресурса деталей различных модулей ГТД, лимитирующих их ресурс;

з) контроля процессов запуска и останова двигателей, включения и выключения форсированных и чрезвычайного режимов;

и) контроля тяговых (мощностных) характеристик;

к) формирования обобщенных сигналов об отказах двигателей и их систем (масляной, топливной, регулирования, механизации газовоздушного тракта и др.);

л) формирования обобщенной информации о степени готовности ГТД к вылету.

4.1.2 БСКД должна выдавать информацию, обеспечивающую:

– сигнализацию экипажу об отклонениях в работе ГТД и о степени опасности этих отклонений с выдачей рекомендаций о необходимых действиях экипажу и обслуживающему персоналу;

– индикацию экипажу текущих значений основных параметров ГТД (в соответствии с техническим заданием (ТЗ) на систему);

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника

– визуализацию и документирование необходимой диагностической информации с целью оперативного принятия решений обслуживающим персоналом о готовности ГТД к следующему полету;

– регистрацию диагностической информации в эксплуатационном бортовом накопителе для ее последующей наземной обработки.

4.1.3 Структура БСКД определяется типом ГТД, назначением самолета (вертолета), используемыми средствами измерения параметров, функциональными характеристиками системы автоматического управления (САУ) ГТД, организацией и средствами комплексной системы эксплуатационного контроля двигателя.

4.1.4 Основными составными и/или взаимодействующими функциональными устройствами БСКД являются:

а) датчики;

б) устройство первичной обработки (УПО);

в) устройство обработки и анализа (УОА);

г) устройство отображения информации (УОИ);

д) эксплуатационный бортовой накопитель (ЭБН);

е) устройство документирования (УД).

Функции указанных устройств могут выполняться устройствами, входящими в состав других систем двигателя и/или летательного аппарата (системы автоматического управления двигателем, комплексной информационной системы сигнализации летательного аппарата и др.). В этом случае на эти устройства распространяются требования настоящего стандарта в части контроля и диагностирования ГТД.

4.1.5 Номенклатура взаимодействующих в составе БСКД устройств определяется головными разработчиками ГТД, самолета (вертолета) и БСКД, исходя из особенностей принятой структуры связей между различными бортовыми электронными системами самолета (вертолета).

4.1.6 Обмен цифровой информацией между составными и взаимодействующими устройствами БСКД и другими системами ГТД и самолета (вертолета) должен осуществляться по ГОСТ 26765.52, ГОСТ 18977 и РТМ 1495.

4.1.7 Перечень параметров ГТД для контроля и диагностирования его технического состояния определяется типом ГТД, его назначением и особенностью силовой установки самолета (вертолета) и выбирается предприятием-разработчиком ГТД из типового перечня основных параметров ГТД, подлежащих контролю, приведенного в приложении А.

4.1.8 БСКД должна обеспечивать контроль параметров ГТД с погрешностью каналов (см. приложение А). Значения приведенных в приложении А погрешностей соответствуют погрешностям для реальных условий эксплуатации по ГОСТ 8.009.

№ изм. | № изв | Инв. № дубликата | Инв. № подлинника

Погрешности устройств, взаимодействующих в составе БСКД, указываются в ТЗ на конкретную БСКД.

4.2 Требования к электропитанию

4.2.1 Устройства БСКД должны питаться от бортсети переменного тока напряжением 115 В частотой 400 Гц или постоянного тока напряжением 27 В с качеством электроэнергии для нормального и аварийного режимов работы согласно ГОСТ 19705 или НЛГС-3, приложение к главе 8, п. 8.1.5.

4.2.2 В полете БСКД должна автоматически восстанавливать свою работоспособность после перерыва в электропитании. При этом должна быть исключена возможность выдачи во взаимодействующие системы ложной информации об отказах аппаратуры и критических режимах работы ГТД и его агрегатов.

4.2.3 Устройства БСКД должны быть устойчивы к воздействию атмосферного электричества в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

4.2.4 По взрывобезопасности устройства БСКД должны соответствовать требованиям НЛГС-3, приложение к главе 8, п. 8.1.3.

4.3 Требования стойкости к внешним воздействиям и живучести

4.3.1 Устройства БСКД должны сохранять свои технические и точностные характеристики при воздействии внешних факторов в соответствии с действующими нормативными документами в зависимости от места установки конкретного устройства.

4.3.2 Устройства БСКД должны сохранять свои технические и точностные характеристики в процессе и после воздействий спецфакторов. Конкретные требования по степени жесткости устанавливаются в ТЗ на БСКД.

4.4 По электромагнитной совместимости устройства БСКД должны соответствовать требованиям ОСТ 1 00406 и ОСТ 1 00467 и НЛГС-3, приложение к главе 8, п. 8.1.4.

4.5 Переходные сопротивления узлов металлизации для контактных переходов не должны превышать значений, указанных в ОСТ 1 01023.

4.6 Требования надежности

4.6.1 Показатели надежности БСКД должны соответствовать указанным в таблице 1.

№ изм. | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 02759

Таблица 1

Наименование показателя	Значение показателя
1 Средняя (расчетная) наработка на отказ, приводящий к выдаче ложного сигнала на выключение двигателя в полете (на начало эксплуатации), ч	250000
2 Средняя наработка на отказ составного конструктивно-съемного блока БСКД в полете, ч:	
на начало эксплуатации	2000
на четвертный год эксплуатации	5000
3 Наработка на отказ каналов аварийной сигнализации (на начало эксплуатации), ч	20000

Примечание – Назначенный ресурс, назначенный срок службы и назначенный срок хранения составного конструктивно-съемного блока БСКД, установленного на двигателе, должен быть не меньше аналогичных показателей ГТД.

4.6.2 Расчет показателя 1 таблицы 1 приведен в приложении Б.

4.6.3 В БСКД должен быть предусмотрен встроенный контроль, осуществляющий проверку функционирования БСКД (с учетом датчиков и линий связи) с глубиной поиска дефекта до конструктивно-съемного блока.

Встроенный контроль должен обеспечивать проверку функционирования БСКД при всех видах подготовки самолета (вертолета).

4.6.4 БСКД должна быть контролепригодна для проверки ее с помощью наземных средств контроля.

4.6.5 Устройства БСКД не должны являться источником аварийной ситуации или нарушения нормальной работы сопрягаемых устройств.

4.7 Метрологическое обеспечение БСКД должно соответствовать требованиям ОСТ 1 00340.

4.8 Требования к программному обеспечению

4.8.1 Состав, назначение и требования к программному обеспечению БСКД должны соответствовать ОСТ 1 00207.

4.8.2 В БСКД должна быть предусмотрена возможность внесения изменений в программы выполнения функций по назначению, в том числе изменений предельно допустимых значений контролируемых параметров, начальных значений показателей выработки ресурса, характеристик датчиков (индивидуальных градуировочных характеристик), коэффициентов и других значений, определяющих конкретный экземпляр ГТД.

№ изм. | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника

4.9 Масса устройств, входящих в состав БСКД и расположенных на двигателе, должна входить в общую массу ГТД.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ДАТЧИКАМ

5.1 Датчики БСКД должны отвечать требованиям ОСТ 1 00683 и требованиям: датчики температуры – ГОСТ 3044, ГОСТ 6651, ОСТ 1 03528; расходомеры топлива – ОСТ 1 03828; пирометрические оптические преобразователи – ОСТ 1 04043; масломеры – ОСТ 1 03894; бортовая аппаратура контроля вибрации – ОСТ 1 03554.

5.2 Требования к погрешностям датчиков должны устанавливаться в ТЗ на конкретную БСКД в соответствии с требованиями к погрешностям измерения параметров по каждому каналу контроля (см. приложение А). Требуемая погрешность измерения параметров может быть обеспечена применением алгоритмической коррекции характеристик датчиков.

5.3 Состав датчиков устанавливается согласно ТЗ на БСКД в зависимости от конкретного перечня параметров.

5.4 Место установки датчика должно выбираться из условия максимальной чувствительности его показаний к изменениям параметра из-за повреждений и отказов, проявившихся на ГТД.

5.5 В случае использования общих датчиков для нескольких систем ГТД или самолета (вертолета) выбор места установки и числа датчиков должен определяться с учетом требований каждой из систем.

6 ТРЕБОВАНИЯ К УПО

6.1 УПО, как правило, должно устанавливаться на ГТД или силовой установке.

6.2 УПО должно обеспечивать:

- электропитание датчиков;
- нормализацию сигналов с датчиков;
- мультиплексирование нормализованных сигналов;
- аналого-цифровое преобразование сигналов;
- формирование физических значений измеряемых параметров в соответствии с базовыми или индивидуальными градуировочными характеристиками;
- прием и преобразование дискретных двоичных сигналов (разовых команд);
- вывод параметров и сигналов во взаимодействующие устройства в аналоговом, дискретном и цифровом виде.

6.3 Частота опроса входных сигналов и разовых команд должна соответствовать значениям, указанным в приложении А.

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 02511

6.4 Суммарная погрешность аналогового и цифрового преобразования для каждого из каналов в УПО не должна превышать 0,2 максимальной величины погрешности датчика соответствующего канала.

7 ТРЕБОВАНИЯ К УОА

7.1 УОА может устанавливаться на ГТД, в силовой установке или в техническом отсеке самолета (вертолета).

7.2 УОА должно обеспечивать решение следующих задач:

– прием входных данных из УПО и других взаимодействующих устройств БСКД, САУ двигателя, силовой установки, самолета (вертолета);

– входной контроль и фильтрацию сигналов от сбойных значений. фильтрация не должна приводить к искажению последовательности изменения по времени параметров работы ГТД. Запаздывания в передаче информации, связанные с наличием фильтрации, не должны превышать длительности цикла формирования решений;

– функциональную обработку и анализ преобразованной информации в соответствии с алгоритмами, реализующими требования, указанные в 4.1.1;

– формирование обработанной информации для выдачи ее в устройства БСКД, силовой установки и самолета (вертолета). Перечень взаимодействующих устройств устанавливается в ТЗ на БСКД;

– выдачу информации в дискретном и цифровом виде.

7.3 Частота выдачи и запаздывание информации на выходе УОА должны быть приемлемыми для восстановления информации о контролируемых параметрах.

8 ТРЕБОВАНИЯ К УОИ

8.1 УОИ должно быть единым для самолета (вертолета). По согласованию с головными разработчиками ГТД и самолета (вертолета) УОИ может быть выполнено в виде отдельного устройства индикации для двигателя или силовой установки.

8.2 УОИ должно обеспечивать информирование экипажа и обслуживающего персонала об отклонениях работы ГТД от нормальной с выдачей рекомендаций о необходимых действиях, обеспечивающих соответствующие проверки и устранение опасных последствий, связанных с отказом или неисправностью ГТД.

8.3 УОИ должно выполнять следующие функции (в части контроля ГТД):

– прием выходных сигналов от УОА;

– распознавание выходных сигналов от УОА и отыскание хранящейся в памяти УОИ соответствующей информации для отображения;

– отображение информации в зависимости от ее приоритета в форме текста, шкал и мнемосхем на цветных многофункциональных индикаторах (дисплеях);

– выдачу звуковых сигналов и сигналов управления светосигнализаторами.

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | 12751
Инв. № подлинника

9 ТРЕБОВАНІЯ К ЭБН

9.1 ЭБН должен быть единым для самолета (вертолета). По согласованию с головными разработчиками ГТД и самолета (вертолета) ЭБН может быть выполнен в виде отдельного устройства для двигателя или силовой установки.

9.2 ЭБН должен обеспечивать регистрацию диагностической информации с целью последующей обработки ее на земле.

9.3 ЭБН должен удовлетворять требованиям ОСТ 1 03996.

10 ТРЕБОВАНИЯ К УД

10.1 УД должно быть единым для самолета (вертолета). По согласованию с головными разработчиками ГТД и самолета (вертолета) УД может быть выполнено в виде отдельного устройства.

10.2 УД должно обеспечивать выдачу автоматически или по запросу экипажа информации, поступающей из УОД в алфавитно-цифровой форме, на печатающее устройство.

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
№ изм
№ изв

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ТИПОВОЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГТД, ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ

Таблица А1

Наименование параметра	Рекомендуемая суммарная погрешность измерения параметра по каждому каналу контроля	Частота опроса, 1/с, не менее	Примечание
1 Положение РУД	±0,5 % ВП	4	
2 Относительная частота вращения ротора ГТД (от номинального значения)	±0,1 % ВП	8	По каждому ротору
3 Полная температура воздуха на входе в ГТД	±2 К	4	
4 Полная температура газа за ТНД	±5 К	8	
5 Массовый расход топлива	±1,0 % ИВ	4	ж) При температуре топлива на входе в ГТД от 283 до 340 К – в диапазоне измерения расхода топлива от 10 до 100 %
6 Частота вращения свободной турбины	±0,1 % ВП	8	Для ТВД, ТВВД и вертолетных ГТД
7 Полное давление воздуха на входе в ГТД	±0,5 % ИВ	4	
8 Полное давление воздуха за вентилятором (во внешнем контуре)	±0,5 % ИВ	4	
9 Полное давление воздуха за КНД (во внутреннем контуре)	±0,5 % ИВ	8	ж)
10 Полная температура воздуха за КНД	±2 К	4	ж)

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 6251

Продолжение таблицы А1

Наименование параметра	Рекомендуемая суммарная погрешность измерения параметра по каждому каналу контроля	Частота опроса, 1/с, не менее	Примечание
11 Полная температура воздуха за КВД	±2 К	4	ж)
12 Полное давление воздуха за КВД	±0,5 % ИВ	8	ж)
13 Полная температура газа за ТВД	±5 К	4	
14 Полное давление газа за ТНД или отношение давлений $\left(P_T^* / P_{ax}^*\right)$	±0,5 % ИВ ±1,0 % ИВ	8 4	
15 Температура рабочих лопаток 1 ступени турбины	±6 К	8	ж)
16 Температура опоры турбины	±3 К	2	ж)
17 Крутящий момент на выходном валу	±1,0 % ИВ	4	Для ТВД, ТВВД и вертолетных ГТД
18 Вибрации:			
виброперемещение	**±10 % ВП**	2	
виброскорость	**±10 % ВП**	2	
виброускорение	**±10 % ВП**	2	
19 Давление воздуха, отбираемого на охлаждение за КНД	±1,0 % ВП	4	ж)
20 Положение лопаток ВНА, НА компрессора	±0,5 % ВП	4	
21 Положение критического сечения сопла	±0,5 % ВП	4	
22 Положение створок среза реактивного сопла	±0,5 % ВП	4	
23 Температура топлива на входе в ГТД	±1,0 % ВП	2	ж)

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 0259

Продолжение таблицы А1

Наименование параметра	Рекомендуемая суммарная погрешность измерения параметра по каждому каналу контроля	Частота опроса, 1/с, не менее	Примечание
24 Давление топлива на входе в ГТД	±(1,0-1,5) % ВП	2	
25 Давление топлива в 1 контуре форсунок камеры сгорания	±(1,0-1,5) % ВП	2	ж)
26 Температура масла на входе в ГТД	±1,0 % ВП	2	
27 Температура масла на выходе из ГТД	±1,0 % ВП	2	ж)
28 Давление масла на входе в ГТД	±(1,0-1,5) % ВП	2	
29 Давление в суфлирующей полости маслосистемы	±1,0 % ВП	1	ж)
30 Количество масла в баке	±1,0 % ИВ	1	
31 Давление масла в индикаторе крутящего момента (ИКМ)	±(1,0-1,5) % ВП	2	Для вертолетных ГТД
32 Давление масла на входе в редуктор	±(1,0-1,5) % ВП	2	Для вертолетных ГТД
33 Положение лопастей воздушного винта	±0,5 % ВП	4	Для ТВД, ТВВД и вертолетных ГТД
34 Стружка в масле	-	1	
35 Обледенение ВНА	-	1	
36 Помпаж компрессора	-	4	
37 Засорение топливного фильтра	-	1	
38 Засорение масляного фильтра	-	1	

№ изм | № изв | 6259 | Инв № дубликата | Инв. № подлинника

Окончание таблицы А1

Наименование параметра	Рекомендуемая суммарная погрешность измерения параметра по каждому каналу контроля	Частота опроса, 1/с, не менее	Примечание
39 Минимальное давление масла на входе в двигатель	-	1	
40 Минимальное давление топлива на входе в двигатель	-	1	

ВП – верхний предел измерения

ИВ – измеряемая величина

*) – не обязательны для вертолетных ГТД, ГТД для ЛА со взлетной массой до 5700 кг, ВСУ

Примечания

1 Частота опроса уточняется в ТЗ на конкретную БСКД.

2 Точности измерения параметров на переходных режимах ниже малого газа устанавливаются в ТЗ на разработку БСКД.

3 Диапазоны измерения параметров устанавливаются для каждого конкретного ГТД в ТЗ на БСКД

№ изм
№ изв
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
0250

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

РАСЧЕТ СРЕДНЕЙ НАРАБОТКИ НА ОТКАЗ БСКД, ПРИВОДЯЩЕГО К ВЫДАЧЕ ЛОЖНОГО СИГНАЛА НА ВЫКЛЮЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ В ПОЛЕТЕ

Б1 Расчетная оценка показателя надежности БСКД, характеризующего наработку на отказ, который проявляется в виде выдачи экипажу ЛА ложного аварийного сигнала на выключение двигателя в полете (далее – активный отказ), осуществляется по результатом лабораторных и стендовых испытаний БСКД и двигателя, на которых определяются статистические характеристики номинальных и предельно допустимых значений контролируемых параметров, а также на основе имеющихся оценок показателей надежности двигателя. В случае наличия аналогичных статистических данных по результатам эксплуатации двигателя с БСКД оценка показателя наработки на активный отказ корректируется на основе этих данных.

Б2 Вероятность активного отказа (за час полета) вычисляется как произведение трех показателей, характеризующих работоспособность БСКД и двигателя:

$$\tilde{R} = k \cdot P_{oc} \cdot q \cdot \sum_j R_j \,, \qquad (Б1)$$

где $\tilde{R}$ – вероятность активного отказа БСКД;

P_{oc} – вероятность функционального отказа БСКД (любой отказ, обуславливающий потерю работоспособности системы);

q – вероятность безотказной работы контролируемого двигателя;

R_j – вероятность активного отказа j-го информационного канала БСКД при наступившем ее функциональном отказе (если сигнал j-го информационного канала формируется при условии превышения предельно допустимых значений по нескольким контролируемым параметрам, то R определяется как произведение вероятностей активных отказов каждого из этих параметров);

k – коэффициент, учитывающий поправки на сложность БСКД (по числу контролируемых каналов) и поправки, связанные со степенью реализации в БСКД функций, обеспечивающих встроенный контроль этой системы.

Соответственно наработка T на активный отказ системы в полете составит:

$$T = 1/R \text{ ч.}$$

Ниже приводятся выражения для вычисления составляющих, входящих в состав формулы (Б1).

№ изм
№ изв
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
0259

Б.2.1 Вероятность активного отказа j-го информационного канала, осуществляющего контроль физического значения аналогового параметра R_{js}, определяется по формуле

$$R_{j\_an} = 1 - \Phi\left(-\frac{\mu_{uc} - \mu_{om}}{\sqrt{\sigma_{uc}^2 - \sigma_{om}^2}}\right), \qquad (Б2)$$

где Φ – интеграл вероятностей;

μ_{uc} – статистическое среднее значение контролируемого параметра на фиксированном режиме в случае исправно работающего двигателя (при отсутствии статистических данных в качестве данного параметра берется номинальное его значение, установленное расчетными или экспериментальными исследованиями);

μ_{om} – статистическое среднее значение контролируемого параметра на фиксированном режиме в случае неисправного двигателя (при отсутствии статистических данных в качестве данного параметра берется величина, соответствующая максимальному (минимальному) физически реализуемому значению контролируемого параметра);

σ_{uc} – среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра на фиксированном режиме в случае исправно работающего двигателя (при отсутствии статистических данных может быть принято равным 0);

σ_{om} – среднее квадратическое отклонение контролируемого параметра на фиксированном режиме в случае неисправного двигателя (при отсутствии статистических данных может быть принято равным среднему значению).

Б2.2 Вероятность активного отказа j-го информационного канала, осуществляющего контроль по результатам измерения разового сигнала (да-нет) от датчика-сигнализатора параметра R_{jN} вычисляется путем численного решения следующего уравнения относительно R_{jN}:

$$P_{дв} = \frac{N \cdot R_{jN}(1-R_{jN})^{N-1}}{1+N \cdot R_{jN}(1-R_{jN})^{N-1}}, \qquad (Б3)$$

где $P_{дв}$ – априорная вероятность возникновения ложной сигнализации при контроле БСКД парка из N двигателей. Эта вероятность оценивается, исходя из имеющихся статистических данных по формуле

$$P_{дв} = \frac{l}{N \cdot T}, \qquad (Б4)$$

где l – число ложных сигналов, возникших по результатам оценки эксплуатации парка из N двигателей в течение T часов или задается, исходя из имеющегося опыта эксплуатации двигателя прототипа.

Б2.3 Коэффициент k вычисляется по формуле

$$k = k_{сл} \cdot k_{вк},$$

где $k_{сл}$ – вычисляется как отношение $N_{ин}$ (числа контролируемых параметров (числа информационных каналов БСКД), которые могут вызвать актив-

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв. № подлинника | 6250

ный отказ системы контроля) к общему числу контролируемых БСКД параметров N_{Σ}:

$$k_{сл} = \frac{N_{ин}}{N_{\Sigma}}, \qquad (Б5)$$

$k_{вк}$ – вычисляется по формуле

$$k_{вк} = 1 - k_{сл} \cdot (1 - P_{вк}). \qquad (Б6)$$

где $k_{сл}$ – коэффициент глубины встроенного контроля, определяемый как отношение числа каналов БСКД, для которых предусмотрен встроенный контроль, к общему числу каналов;

$P_{вк}$ – вероятность отказа, обуславливающего невыполнение функции встроенного контроля.

Б3 Пример расчета*

Б3.1 Значения основных характеристик БСКД приведены в таблице Б1.

Таблица Б1

Наименование параметра	Значение
1 Общее число параметров и разовых сигналов, контролируемых БСКД	56
2 Число параметров и разовых сигналов, по которым формируется аварийный сигнал об отказе двигателя	6
3 Расчетная наработка на отказ аппаратных средств БСКД, ч	4500
Соответствующая вероятность отказа за 1 ч полета	$2{,}22 \cdot 10^{-4}$
4 Вероятность безотказной работы двигателя	~ 1
5 Коэффициент сложности системы $k_{сл}$	0,1
6 Коэффициент глубины встроенного контроля $k_{вк}$	0,9
7 Вероятность пропуска отказа встроенным контролем $P_{вк}$	0,1
8 Вероятность активного отказа по каналам разовых сигналов R_{jN}.	$1{,}24 \cdot 10^{-2}$

*Программа расчета наработки на активный отказ (на компьютере типа PC) может быть представлена ЦИАМ.

№ изм | № изв
Инв № дубликата | 02501
Инв № подлинника

Б3.2 Характеристики контролируемых аналоговых параметров приведены в таблице Б2.

Таблица Б2

Аварийный сигнал	Контролируемый параметр	μ_s	μ_B	σ_s	σ_s
1 "Вибрация велика"	Вибрация в зоне опоры КВД, мм/с	18,8	0,18	50	50
2 "Мало давление масла"	Давление масла на входе в двигатель, кг/см^2	3,6	0,008	2,8	2,8
3 "Опасная вибрация"	Вибрация в зоне опоры КВД, мм/с	18,8	0,18	70	70
4 "Опасная $T_г$"	Температура газа за ТНД, ^oC	432	0,48	625	625
5 "Опасная $T_г$" (РЭД)"	Температура газа за ТНД, ^oC	432	0,48	625	625

Б3.3 Перечень разовых сигналов приведен в таблице Б3.

Таблица Б3

Аварийный сигнал	Сигнализатор
6 "Стружка в масле"	Наличия стружки в маслосистеме
7 "Масло мало"	Уровня масла
8 "Помпаж"	Предпомпажного режима

Б3.4 Условие формирования комплексного сигнала

Комплексный сигнал "Двигатель отказал" формируется при наличии следующих комбинаций аварийных сигналов:

"Вибрация велика" и "Стружка в масле"

"Мало давление масла" и "Масло мало"

"Стружка в масле" и "Мало давление масла"

"Опасная вибрация" и "Опасная $T_г$"

"Опасная $T_г$ (РЭД)" и "Опасная $T_г$"

"Помпаж" и "Опасная $T_г$

Б3.5 В результате расчета получены:

– составляющие, характеризующие вероятности возникновения активного отказа по аналоговым каналам контроля БСКД:

$R_1 = 1-\Phi(0,624)=0,74;$

$R_2 = 1-\Phi(0,285)=0,62;$

№ изм | № изв
Инв. № дубликата | Инв № подлинника | 02550

$R_3 = 1-\Phi(0,730) = 0,77;$

$R_4 = 1-\Phi(0,308) = 0,62;$

$R_5 = 1-\Phi(0,308) = 0,62;$

– составляющие, характеризующие вероятности возникиовения активного отказа по каналам контроля разовых сигналов БСКД:

$$R_7 = R_8 = R_9 \approx 1,24 \cdot 10^{-2}.$$

Б3.6 Расчет по формуле (Б.1) дает следующее значение для вероятности активного отказа БСКД:

$$R = 2,22 \cdot 10^{-4} \cdot 0,107\left[1-0,9(1-0,1)\right]\cdot\left[0,74 \cdot 0,012 + 0,62 \cdot 0,0124 + \right.$$
$$\left. + 0,62 \cdot 0,0124 + 0,77 \cdot 0,62 + 0,62 \cdot 0,62 + 0,62 \cdot 0,0124\right] = 3,99 \cdot 10^{-6}$$

Б3.7 Значение наработки на активный отказ определяется как $T = 1/R = 1/3,99 \cdot 10^{-6} \approx 250\,000$ ч, что удовлетворяет требованиям настоящего стандарта.

№ изм
№ изв
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника

ИНФОРМАЦИЯ О СТАНДАРТЕ

1 РАЗРАБОТАН НИИСУ

2 УТВЕРЖДЕН ТК 323

ЗАРЕГИСТРИРОВАН ТК 323 (НИИСУ) за № 1158 от 24.07.96

3 ВЗАМЕН ОСТ 1 02621-87

№ изм
№ изв
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
02511

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата внесения изм.	Дата введения изм.
	измененного	замененного	нового	аннулированного				

Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
0259

gost.e-ecolog.ru