

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ**

«»

ОКПД2: 26.30.11.150

**СОГЛАСОВАНО:**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Иванов Иван Алексеевич

Котлов Арсений Павлович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Радиостанция абонентская автомобильная РС  
MT680 Plus F4**

**РАСЧЕТ НАДЁЖНОСТИ  
РН 26.30.11.150-006-11618542-2023**

Дата введения: \_\_\_\_\_ 2023 г.

Без ограничения срока действия

**Разработаны:**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

г. Москва

2023 г.

Собственность ООО «НТЦ»:

не копировать и не передавать организациям и частным лицам

Инва. № подл.	Подл. и дата
Взам. инв. №	Подл. и дата
Ине. № дубл.	Подл. и дата



**В НАСТОЯЩЕМ РАСЧЕТЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ СЛЕДУЮЩИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

$\lambda_A$	интенсивность отказа оборудования радиостанции абонентской автомобильной
$\lambda_i$	интенсивность отказа модуля оборудования радиостанции абонентской автомобильной
$\lambda_j$	интенсивность отказа элемента модуля оборудования радиостанции абонентской автомобильной
$K_j$	коэффициент готовности
$P_i (T_{эв})$	вероятность безотказной работы
MTTF	средняя наработка до отказа
$f(t)$	плотность распределения наработки до отказа
$dt$	приращение времени, стремящееся к нулю
$R_t$	вероятность безотказной работы в момент времени $t$
$\beta_{эз}$	вероятность безошибочного выполнения операции
$\beta_{эз}^t$	вероятность безошибочного выполнения операции в момент времени $t$
$T_{сн}$	срок службы изделия
MTTR	среднее время восстановления

**1. Цель расчета показателей надёжности.**

Расчеты, предназначенные для определения количественных показателей надежности. Они проводятся на различных этапах разработки, создания и эксплуатации изделий. На этапе проектирования расчет надежности производится с целью прогнозирования (предсказания) ожидаемой надежности проектируемого изделия. Методы расчетов описаны согласно ГОСТ Р 27.013-2019, ГОСТ Р 27.102-2021, ГОСТ 15467-79, ГОСТ 26291-84, ГОСТ 27.003-2016.

**2. Технические характеристики изделия.**

Чертёж изделия, схема подключения согласно КД.

**2.1 Радиостанция абонентская автомобильная РС МТ680 Plus F4**

Состав изделия:

- Радиостанция МТ680 Plus – 1 шт.;
- Антенна автомобильная – 1 шт.;
- Комплект монтажного кронштейна – 1 шт.;
- Ручной микрофон – 1 шт.;
- Предохранитель – 1 шт.;
- Шнур питания – 1 шт.;
- Винты и держатель микрофона – 1 шт.;
- Внешний динамик – 1 шт.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инд. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

### 3. Интенсивность отказов

Интенсивность отказов есть вероятность того, что неремонтируемое изделие, работавшее безотказно до момента  $t$ , откажет в последующую единицу времени.

#### 3.1 Значения интенсивности отказов элементов оборудования радиостанции абонентской автомобильной.

Используемые справочные данные по значениям интенсивности отказов элементов оборудования радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4:

ТОМСК 2004 Министерство образования Российской Федерации ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР) В.Г. Козлов Теория надёжности Учебное пособие для студентов специальностей 201300 - Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования и 2008000 - Проектирование и технология радиоэлектронных средств				
Учебное издание Корчагин Анатолий Борисович Сердюк Виталий Степанович Бокарев Александр Иванович Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие в двух частях Часть 2. ПРАКТИКУМ ИД № 06039 от 12.10.2001 г. Сводный темплан 2011 г.				
Интенсивность отказов и условные долговечности изделий по данным седьмого, восьмого и девятого симпозиумов США СТАНДАРТ MIL-HDBK-217F Приложение 2 2011-2014 г.				
Надежность электрорадиоизделий (Единый справочник РНИИ «Электростандарт»), т.1-2, издание 9; т.3, издание 8.				
Надежность изделий электронной техники для устройств народного хозяйственного назначения (Справочник ВНИИ «Электростандарт»), т.1, издание 6.				
Надежность электрорадиоизделий СПРАВОЧНИК ЭРИ 2004 год Министерство обороны России				

Ине. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Ине. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

Лист

4

### 3.2 Причиной отказа изделия могут стать электронные компоненты оборудования радиостанции абонентской автомобильной

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО НАРАБОТКЕ ДО ПЕРВОГО ОТКАЗА			
Модуль	Элементы модуля	Компоненты элемента	Интенсивность отказов компонентов элемента ( $\lambda_j$ ); $10^{-6}$ (1/ч)
Радиостанция МТ680 Plus	Приёмопередатчик	Согласующее устройство; Блок УВЧ; Блок приёмника; Блок передатчика; Генератор плавного диапазона; Блок калибратора	0,046
	Модуль контроля канала	-	0,039
Ручной микрофон	-	Постоянный магнит Индукционная катушка Диафрагма	0,04
Внешний динамик	Краевой гофр	-	0,018
	Мембрана (диффузор)		
	Корпус		

### 3.3 Интенсивность отказов.

Интенсивность отказа модуля РАДИОСТАНЦИЯ АБОНЕНТСКАЯ АВТОМОБИЛЬНАЯ РС МТ680 Plus рассчитывается по формуле:

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^m \lambda_j = \sum_1^2 \left( \frac{39}{1000} + \frac{23}{500} \right) = 0,085 \cdot 10^{-6} (1/\text{ч})$$

где  $j = 1, 2, \dots, m$  - число элементов в модуле;  
 $\lambda_j$  - интенсивность отказов  $j$ -го элемента.

Ине. № дубл.	Ине. № подл.	Взаим. инв. №	Подп. и дата	Подп. и дата

## Значение интенсивности отказов оборудования радиостанции абонентской автомобильной.

$$\lambda_i = \sum_{j=1}^m \lambda_j = \sum_1^3 \left( \frac{9}{500} + \frac{1}{25} + \frac{17}{200} \right) = 0,143 \cdot 10^{-6} (1/\text{ч})$$

Из десяти миллионов изделий, работающих непрерывно в течение часа, откажет в работоспособности одно.

### 4. Вероятность безотказной работы

#### 4.1 Коэффициент готовности.

Коэффициент готовности - вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.

Коэффициент готовности рассчитывается по формуле:

$$K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_0}$$

где:

$\lambda_0$  - интенсивность отказов основного элемента модуля

$\lambda_i$  - интенсивность отказов модуля

#### 4.1.1 Коэффициент готовности ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОСТАНЦИИ АБОНЕНТСКОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ

$$K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_0} = \frac{0,142}{0,143} = 0,9999$$

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

Лист

6

## 4.2 Вероятность безотказной работы

4.2.1 Вероятность безотказной работы — это вероятность того, что в пределах заданной наработки или заданном интервале времени отказ объекта не возникает.

Вероятность безотказной работы модуля вычисляют по формуле:

$$P_i(T_{эв}) = \exp\left(-T_{эв} \cdot \lambda_0 \sum_{i=1}^{z_z} K_i N_v\right)$$

где:

$T_{эв}$  - время расчета значения одного измерения;

$Z_1; Z_2; \dots; Z_z$  - число типов элементов / датчиков в модуле 1, 2, ...,  $n$ .

$N_v$  - число ячеек  $i$ -го типа в модулях 1, 2, ...,  $n$ .

4.2.2 Вероятность безотказной работы оборудования радиостанции абонентской автомобильной. Беспереывная работа – 1 год

$$P_i(T_{эв}) = \exp\left(-T_{эв} \cdot \lambda_0 \sum_{i=1}^{z_z} K_i N_v\right) = e^{-0,125848 \cdot 10^{-6}} = 0,98 (0,98)$$

Значение вероятности больше единицы, в скобках указана величина вероятности с коэффициентом вероятности по ГОСТ Р 27.010-2019

## 4.3 Расчет показателя надежности (R) действий ЧО (человек-оператор)

4.3.1 (R) действий ЧО по результатам расчетов вычисляют по формуле:

$$R = \beta_{эз} \cdot \dot{\beta}_{эз} = 0,99 \cdot 0,98 = 0,9702$$

Коэффициент безошибочных действий оператора стремится к единице.

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

Лист

7

4.3.2 Показатели надежности систем приёмного оборудования вычисляется по формуле:

$$P_{iko} T_{эв} = \prod_{i=1}^n P_i(T_{эв}) = 1,0012$$

При непрерывной работе оборудования радиостанции абонентской автомобильной в течение одного часа вероятность отказа системы приёмопередатчика сигнала составляет 0 % (стремится к нулю)

## 5. Средняя наработка до отказа

Средняя наработка на отказ— технический параметр, характеризующий надёжность восстанавливаемого прибора. Средняя продолжительность работы устройства между отказами показывает, какая наработка в среднем приходится на один отказ.

Среднюю наработку на отказ вычисляют по формуле:

$$MTTF = \frac{\sum_1^n TTF_i}{n} = \frac{1}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{R(t_1)}{R(t_2)}$$

Нарработка до отказа подчиняется экспоненциальному распределению - для всех значений  $t_1$  и  $t_2$ :

$$\lambda_{(t_1, t_2)} = \lambda$$

## 5.1 Средняя наработка до отказа ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОСТАНЦИИ АБОНЕНТСКОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

$$MTTF = \frac{\sum_1^n TTF_i}{n} = \frac{1}{\lambda} = 6,9 \text{ лет} = 60444 \text{ часов}$$

## 6. Определение срока службы

Срок службы определяется как амортизационный, на протяжении которого компенсируется начальная стоимость изделия:

$$T_{\text{сн}} = \frac{100}{\text{НА}_6}$$

где:

НА<sub>6</sub> – норма амортизации базового изделия

$$\text{НА}_6 = \frac{1}{T(\text{м})_{\text{п}}}$$

где:

T(м)<sub>п</sub> - срок полезного использования объекта в годах

6.1 Средний срок службы всех электронных модулей оборудования радиостанции абонентской автомобильной.

T(м)<sub>п</sub> – согласно нормам обслуживания равен 0,3

$$\text{НА}_6 = \frac{1}{0,3} = 3,23$$

$$T_{\text{сн}} = \frac{100}{\text{НА}_6} = 30,95 \text{ лет}$$

## 7. Среднее время восстановления

Общее время восстановления для заданного периода времени (t<sub>1</sub> и t<sub>2</sub>) равно сумме накопленных продолжительностей неработоспособных состояний. Поэтому среднее время восстановления имеет вид:

Ине. № подл.	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

Лист

9

$$MTTR = \frac{\sum_{i=Hc} Ast_j(t_1, t_2)}{N_R(t_1, t_2)}$$

где:

$Ast_j(t_1, t_2)$  - средняя накопленная продолжительность пребывания в  $i$ -м состоянии за период времени

$N_R(t_1, t_2)$  - количество восстановлений за период времени

По статистическим данным оборудование даёт сбой в среднем раз в пять лет и простаивает 30 минут, отсюда следует:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=Hc} Ast_j(t_1, t_2)}{N_R(t_1, t_2)} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ часа}$$

## 8. Результаты расчетов

$\lambda_A$ - интенсивность отказа оборудования радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4	0,143 · 10 <sup>-6</sup> (1/ч)	соотношение нерабочих изделий к исправным – 1,6 / 10000000
$P_A(T_{эв})$ - вероятность безотказной работы оборудования радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4	0,98 (0,98) %	вероятность безотказной работы в течение 1 года непрерывной работы составляет 98 %
$K_i$ - вероятность того, что оборудование радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4 окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени	0,9999	вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени в течение года
Наработка на отказ оборудования радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4	60444 часов	Средняя продолжительность работы устройства между отказами
$T_{сн}$ срок службы оборудования радиостанции абонентской автомобильной РС МТ680 Plus F4	30,95 лет	Срок службы изделия при расчетной амортизации (обслуживание, ремонт, утилизация)
MTTR – среднее время восстановления оборудования радиостанции абонентской	0,5 часа	Восстановление при наличие сбоя до момента отказа

Ине. № подл.	Взаим. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

РН 26.30.11.150-005-11618542-2023

Лист

10

автомобильной РС МТ680 Plus F4		
-----------------------------------	--	--

Ине. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ине. № дубл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>РН 26.30.11.150-005-11618542-2023</b>	Лист
						11