

**Решение задач управления надежностью сложных
изделий с использованием
ПО Pragmatica**

**Нахимович Александр Михайлович
АО НИЦ «Прикладная логистика»**

Новые платформенные решения АО НИЦ «Прикладная логистика» для решения задач надежности и ИЛП



TG Builder/TG WebServer – подготовка и сопровождение ЭД и РД и обеспечение процессов ТОиР и МТО



ILS Suite – АЛП, проектирование ТОиР, МТО и анализ данных о результатах эксплуатации



Mercury LCM – технико-экономический анализ СТЭ и ППО



Pragmatica

Программный комплекс для управления данными о надежности изделий на этапах жизненного цикла



A-YATZK – отечественная информационная платформа для создания информационных систем и обеспечивающая единое управление инженерными данными

Программный комплекс для управления надежностью Pragmatica



ПО Pragmatica – отечественный программный комплекс для автоматизации задач, связанных с управлением данными о надежности изделий, создаваемый с учетом требований:

- национальных стандартов, включая стандарты ГОСТ РВ 0027 серии;
- российских предприятий-разработчиков сложной наукоёмкой продукции малой и средней мощности;
- к защищенности объектов КИИ.

Начало 2023 г. - компания АО НИЦ «Прикладная Логистика» в инициативном порядке начала разработку кросс-платформенного **ПО Pragmatica** для импортозамещения полнофункциональных решений класса CAE-надёжность иностранного производства на предприятиях ОПК.

Начало 2024 г. – создана базовая версия **ПО Pragmatica**, которая проходит тестирование и апробацию на предприятиях-разработчиках сложной наукоёмкой продукции.



Задачи управления надежностью на этапах жизненного цикла изделий



Управление надежностью¹⁾ - совокупность координируемых действий, являющихся частью общего управления предприятием, осуществляемых в целях выполнения требований к надежности изделий

Обеспечение надежности¹⁾ - совокупность координируемых действий, являющихся частью системы управления надежностью и ориентированных на достижение, поддержание и подтверждение требуемого уровня надежности изделий

Стадия исследования

- Формирование требований

Стадия разработки

- Формирование требований к СЧ;
- Формирование модели надежности, выбор методов;
- Расчет и подтверждение требований;
- ПОНр

Стадия производства

- Учет и анализ данных входного и выходного контроля;
- Испытания и подтверждение требований;
- ПОНп

Стадия эксплуатации

- Учет и анализ данных об отказах;
- Расчет и подтверждение требований;
- ПОНэ

Группы показателей, используемые в процессе управления надежностью изделий

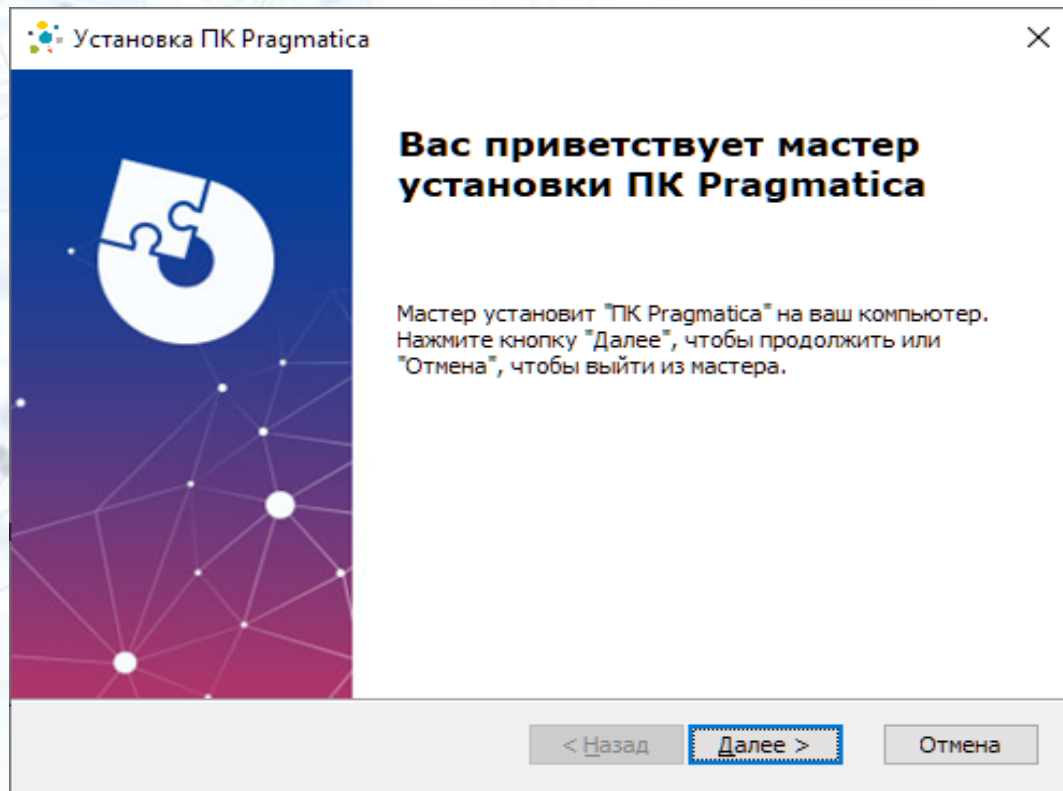
В соответствии с действующими нормативными документами, для задания требований по надежности используются следующие **группы показателей**:

1. Показатели безотказности
2. Показатели ремонтпригодности и восстанавливаемости (эксплуатационной (ремонтной) технологичности)
3. Показатели контролепригодности
4. Показатели долговечности
5. Показатели сохраняемости
6. Комплексные показатели
7. Эффективность
8. Безопасность

Управление надежностью сложных изделий осуществляется с использованием специализированных САЕ-систем, включающих специализированные методы и модели для прогнозирования показателей надежности и инструменты для анализа видов и последствий отказов.



Программный комплекс Pragmatica. Добро пожаловать!



1. Подготовка исходных данных для прогнозирования безотказности и выявления отказных состояний изделий
2. Описание анализируемого изделия и его составных частей
3. Формирование, нормирование и распределение требований к надежности
4. Построение моделей надежности и выполнение расчетов надежности
5. Оценка достигнутых результатов и подготовка отчетной документации

ПК Pragmatica. Подготовка исходных данных для прогнозирования безотказности и выявления отказных состояний изделий



СПРАВОЧНИК

Надёжность электрорадиоизделий

Справочник содержит сведения, предназначенные для использования при расчетах показателей надёжности радиоэлектронной аппаратуры военного назначения в соответствии с требованиями...

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

И.А. Бондарев, Е.И. Зорина

ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ХАРАКТЕРИСТИК НАДЕЖНОСТИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

NSWC Naval Surface Warfare Center Carderock Division
CARDEROCK DIVISION West Bethesda, Maryland 20817-5700

Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment

Logistics Technology Support
CARDEROCKDIV, NSWC-10
January 2010

Approved for Public Release; Distribution is Unlimited

1) Редактор справочников [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Administrator

Введите текст для поиска... | 31 - ЭРИ2006

Создать вид отказа | Удалить | Открыть окно свойств | Импорт из Excel

Обозначение	Наименование	Описание	Доля ВО	Связанный элемент
ВО-Г-1 (ИС-Г-XXX)	некорректный выходной сигнал			ИС-гибрид;Гибрид...
ВО-1 (ИС-Г-286)	ложный выходной сигнал			серия 286
ВО-1 (ИС-Г-401)	некорректный сигнал на выходе Р2			серия 401
ВО-2 (ИС-Г-286)	нет выходного сигнала			серия 286

- M1 - Надёжность-прочность : Расчет
- M2 - Механические СЧ (NSWC 2...
- M3 - NPRD 2011 : Part SUMMARIES onl
- M4 - NPRD-91 : Nonelectronic Pa...
- Отдел СПЕЦРАЗРАБОТОК Z-7 : издел.
- ОЭП : Оптико-электронные при...
- 31 - ЭРИ2006
 - Общие параметры и коэффициен.
 - Виды отказов
 - 1 : Интегральные микросхемы
 - ИС-гибрид : Гибридные
 - серия 286
 - серия 401
 - серия 427
 - серия 435
 - серия 820
 - серия 842
 - серия 843
 - серия 851
 - 20 : Коммутационные изделия

ей

СНОВЕ

В

ове

по

тации

ЖНОСТИ на

ИКОВ

СОСТОЯНИЙ

ПК Pragmatica. Описание анализируемого изделия и его составных частей



The screenshot displays the Pragmatica software interface. The main window is titled 'Редактор структуры изделия' and shows a tree view of components. The selected component is 'МПС-F02-02: Выполнение программы обработки'. A detailed view of this component is shown on the right, including fields for 'Номер инстанса', 'Функция', 'ЛКН', 'Наименование', 'Описание', and 'Связанные объекты'. The interface also includes a sidebar with navigation icons and a top menu with options like 'Структура изделия', 'Структура функций', and 'Сверка'.

МПС-F02-02: Выполнение программы обработки	
Номер инстанса	#30154
Функция	
ЛКН	МПС-F02-02
Наименование	Выполнение программы обработки
Описание	
Связанные объекты	
МК: Микроконтроллер	

Описание функций анализируемого объекта и его составных частей

Описание структуры и свойств составных частей анализируемого объекта

Описание основных отказных явлений составных частей

Использование справочников функциональности и аналогов

ПК Pragmatica. Формирование, нормирование и распределение требований к надежности.



Распределение надежности [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Равномерное распределение | Сохраненные расчеты | Administrator

П001 - МПС для БМП : Распреде

Состав изделия	Кол-во	Источник данных	Среднее время восстановления	Вероятность безотказной работы	Интенсивность отказов (λ), 1/ч.	Ср. наработка до отказа (T_0), ч.	Тип распределения
МПС : Модуль переда...		Требования проекта	2.5	0.81873	8.33333e-05	12000	Экспоненциальное
1 - Блок приема	1	Рассчитано		0.9518	2.05835e-05	48582.7	Экспоненциальное
АнтеннаВХ	1	Задано пользователем		0.994385	2.34600e-06	426257	Экспоненциальное
Фильтр	1	Задано пользователем		0.950849	2.10000e-05	47619	Экспоненциальное
2 - Блок обработк...	1	Рассчитано		0.9518	2.05835e-05	48582.7	Экспоненциальное
АЦП	1	Рассчитано		0.991793	3.43368e-06	291232	Экспоненциальное
ДешифраторВЫХ	1	Задано пользователем		0.975624	1.02824e-05	97253.5	Экспоненциальное
Коммутатор	1	Рассчитано		0.991793	3.43368e-06	291232	Экспоненциальное
МК : Микроконт...	1	Рассчитано		0.991793	3.43368e-06	291232	Экспоненциальное
3 - Блок передачи	1	Рассчитано		0.9518	2.05835e-05	48582.7	Экспоненциальное
АнтеннаВЫХ	1	Рассчитано		0.975602	1.02917e-05	97165.4	Экспоненциальное
Усилитель	1	Рассчитано		0.975602	1.02917e-05	97165.4	Экспоненциальное
БП 1 : блок питания	1	Аналог из Э1 - ЭРИ2006		0.997603	1.00000e-06	1000000	Экспоненциальное
БП 2 : блок питания	1	Аналог из Э1 - ЭРИ2006		0.9518	2.05833e-05	48583	Экспоненциальное

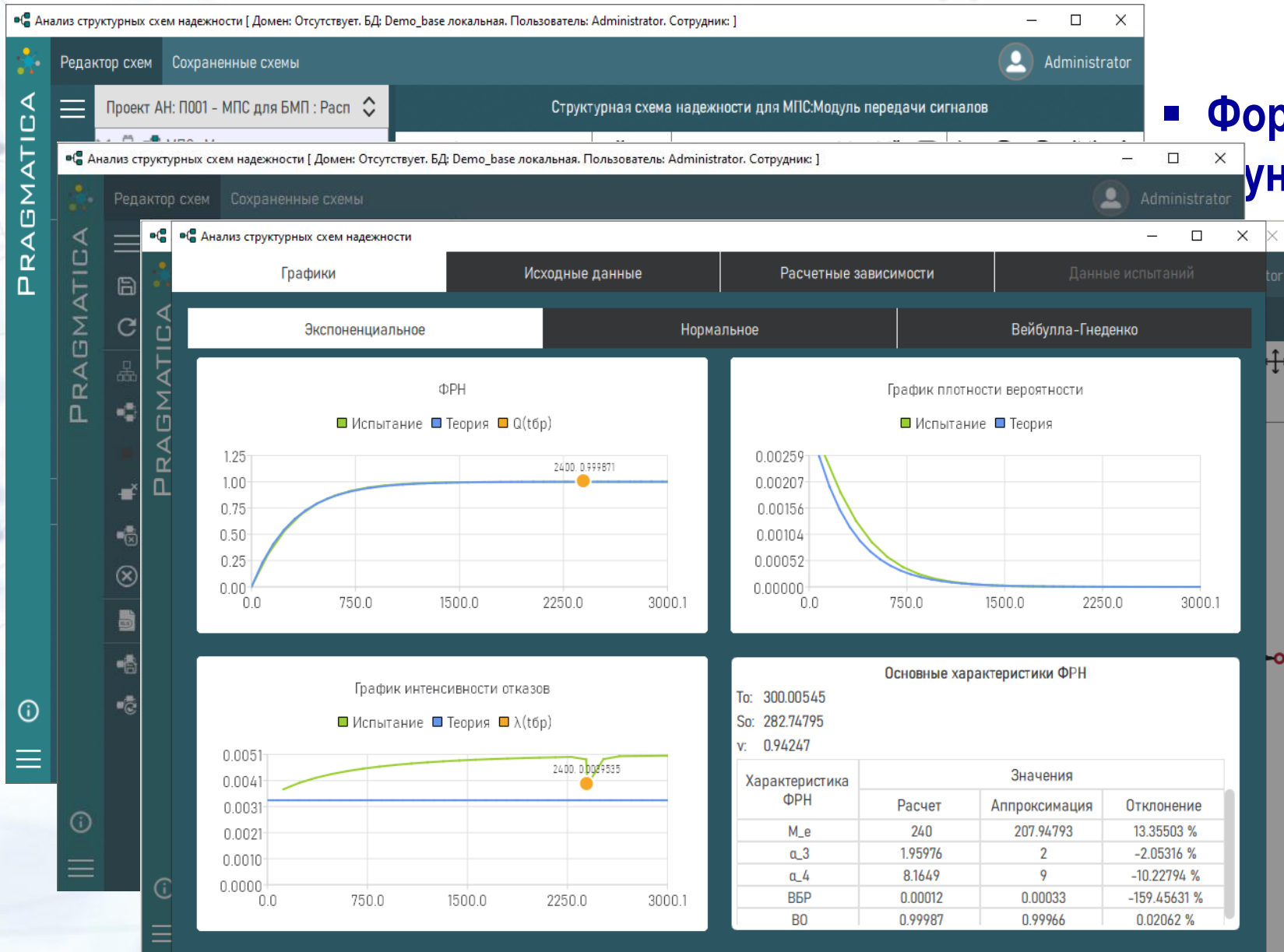
ТЗ требований к
изируемого объекта

нное нормирование
адежности к основному
м ГОСТ 27.003-2016 и
2005

етров применения и
делия

ими параметрами
надежности

ПК Pragmatica. Построение моделей надежности и выполнение расчетов надежности (1).



- Формирование моделей функционирования систем
- Реализация в виде структурных схем
- Проверка соответствия ГОСТ Р 51901.14-2007
- Автоматический расчет показателей надежности на основе структурных схем с использованием расчетно-аналитических методов и метода Монте-Карло
- Проверка выполнения законов распределения функции интенсивности отказов

ПК Pragmatica. Построение моделей надежности и выполнение расчетов надежности (2).

- Описание функциональных опасностей на уровне анализируемого объекта

Расчет показателей АВПКО [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Расчет показателей АВПКО [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Расчет показателей АВПКО [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Оценка опасностей при функционировании(ФНА) | Оценка функциональных отказов ФИ | Настройки анализа | Administrator

Структура | Дерево неисправностей

Функция	Вид отказа	КТПО	Оценка тяжести последствий отказа	Расчетная вероятность	Предельная вероятность
МПС-F01 : Прие...	МПС-F01_ Ф02 : Иска...	II - критический	Не задано	0	5E-06
МПС-F01 : Прие...	МПС-F01_ Ф01 : Отсут...	IV - незначитель	1	0	0.001
МПС-F02-01 : О...	МПС-F02-01_ Ф01 : Ис...	II - критический		8.09E-07	5E-06
МПС-F02-02 : В...	МПС-F02-02_ Ф01 : Сб...	II - критический	Не задано	0	5E-06
МПС-F02-03 : Д...	МПС-F02-03_ Ф01 : Ис...	II - критический	Не задано	0	5E-06
МПС-F03 : Пере...	МПС-F03_ Ф02 : Иска...	II - критический	Не задано	0	5E-06
МПС-F03 : Пере...	МПС-F03_ Ф01 : Отсут...	III - граничный		0.000999	1E-05
МПС-F04 :	МПС-F04-FM02 :	Не задано	Не задано	0	0
МПС-F04 :	МПС-F04-FM01 :	Не задано	Не задано	0	0

а последствий отказного состояний и
ние перечней катастрофических
состояний

е описание конструктивных и
льных отказов

и описание причин
льных видов отказов, связанных с
вными видами отказов

оследствий единичных
льных отказов и определение
их тяжести

ние перечней критических
подготовка данных для отчетов
.310

ПК Pragmatica. Построение моделей надежности и выполнение расчетов надежности (3).

The screenshot displays the Pragmatica software interface. The main window shows a fault tree diagram for the event 'МПС-F01_Ф01' (Absence of signal at the filter output). The tree is structured as follows:

- Root event: **МПС-F01_Ф01** (Absence of signal at the filter output). $\lambda = 4E-02$, IV - незначительный.
- Intermediate event: **ИЛИ** (OR gate). $\lambda = 4E-02$, IV - незначительный.
- Basic events:
 - ЭП (служебн)_Ф01** (Absence of EP). $\lambda = 4E-02$, IV - незначительный.
 - АнтеннаВХ_во1** (Damage of antenna input). $\lambda = 1E-11$, IV - незначительный, $t = 2400$ ч.
 - Фильтр_во1** (Filter failure). $\lambda = 1E-10$, IV - незначительный, $t = 2400$ ч.
- Sub-events under 'ЭП (служебн)_Ф01':
 - БП2_во1** (Absence of voltage at the output of the power supply). $\lambda = 1E-09$, IV - незначительный, $t = 2400$ ч.
 - БП1_во1** (Absence of voltage at the output of the power supply). $\lambda = 1E-09$, IV - незначительный, $t = 2400$ ч.

The 'Свойства' (Properties) window is open for the event 'АнтеннаВХ_во1'. The properties are as follows:

Идентификация	
Обозначение	АнтеннаВХ_во1
Наименование	Повреждение входа антенны
Описание	
Метод восстановления	Не задан
Явный вид отказа	<input type="checkbox"/>
Вид отказа включен в ТПДО	<input type="checkbox"/>
Связанный объект	
АнтеннаВХ	
Логический оператор	
Логический оператор	ИЛИ
Тип события	Не задан
Параметр N *	1
Наработка / интенсивность отказов	
Категория тяжести	IV - незначительный

- Формирование зависимостей между функциональными и конструктивными видами отказов в форме **деревьев неисправностей** по ГОСТ Р 27.302-2009
- выявление **механизмов возникновения отказов**
- анализ **межсистемного влияния отказов**
- автоматический **расчет показателей отказности на основе деревьев неисправностей**

ПК Pragmatica. Оценка достигнутых результатов и подготовка отчетной документации.



Редактор проектов [Домен: Отсутствует. БД: Demo_base локальная. Пользователь: Administrator. Сотрудник:]

Administrator

Введите текст для...

Создать проект Удалить проект За...

Анализируемые ИЗДЕЛИЯ

МПС : Модуль передачи сигн...

Проекты анализа надежности

Обозначение Наименование

П001 - МПС для Б... Распределе...

То - средняя наработка до отказа, ч.

Требуемая	12000
Рассчитанная по структурным схемам	16169.43983

R(t_бр) - вероятность безотказной работы в пределах заданной наработки t_бр

Требуемая	0.81873
Рассчитанная по структурным схемам	0.86215

Интенсивность отказов на заданную наработку. 1/ч.

Требуемая	8.33333e-05
Рассчитанная по структурным схемам	6.18451e-05

Этапы режима применения

- **Расчет** показателей надежности на основе сформированной модели надежности
- **Формирование** стандартных и настраиваемых пользовательских отчетов

Анализ видов, посл...

Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные	Исходные данные
Проект	P001 - МПС для БМП: Распределение надежности для модуля передачи сигналов, установленного на БМП								
Финальное изделие	МПС: Модуль передачи сигналов								
Система	Вс системы								

Мод.элементы (функции)

Наименование элемента (функция)	Вид (категория) отказа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа	Параметры принципа
Алгоритм_01	Алгоритм_01 - Повторение ввода данных								
Алгоритм_02	Алгоритм_02 - Проверка в соответствии с алгоритмом алгоритма								
Алгоритм_03	Алгоритм_03 - Проверка в соответствии с алгоритмом алгоритма								
Алгоритм_04	Алгоритм_04 - Проверка в соответствии с алгоритмом алгоритма								

Мод.элементы (функции)

№	Нарработка 1 - БЛОК ПРИЕМА	Нарработка 2 - БОС	Нарработка 3 - БЛОК ПЕРЕДАЧИ	Нарработка БП1
1	52.6894	415.169	30.3586	1114.7
2	1483.14	2043.77	344.084	1189.28
3	289.798	1105.35	197.839	3389.7
4	175	254.251	1304.55	2974.4
5	1001.28	1121.02	189.499	95.783
6	699.172	171.5022	2960.92	187.15
7	1297.61	119.741	709.648	278.94
8	2329.5	1104.09	518.649	1121.98
9	267.906	2344.96	1229.19	261.45
10	602.363	1190.46	9.48115	1.3104
11	141.621	376.744	1710.06	493.87
12	150.977	331.599	172.451	10.814
13	248.204	480.954	1101.11	631.071
14	1019.9	1418.46	696.311	553.51
15	966.92	1061.15	1740.97	2633.7
16	892.555	422.42	1425.42	1951.76
17	932.89	1678.89	603.811	228.06
18	841.921	1050.01	76.9978	53.586
19	2364.94	1553.08	690.877	1849.3
20	2159.56	5533.406	245.044	281.44
21	121.848	450.238	252.806	198.219
22	281.531	459.23	2014.73	422.73
23	1628.04	1440.26	30.165	2385.3
24	152.041	826.231	2898.63	433.14
25	2422.17	1211.9	408.314	300.22
26	32.8737	1047.42	1750.23	1550.14
27	2109.89	801.624	819.28	453.396

Анализ структурных схем надежности

Графики Исходные данные Расчетные зависимости Данные испытаний

Исходные данные для расчётов

Проект: Распределение надежности для модуля передачи сигналов, установленного на БМП

Финальное изделие: МПС

Система: МПС

Нарработка, на которую задают ВБР: 2400 ч.

Погрешность: 0.05

Достоверность (1 - α): 0.05%

Характеристики блоков

№	Блок	Составная часть	To	Тип распределения	So
1	1 - БЛОК ПРИЕМА	1 - Блок приема:	1000	Экспоненциальное	-
2	2 - БОС	2 - Блок обработки сигналов:	1000	Экспоненциальное	-
3	3 - БЛОК ПЕРЕДАЧИ	3 - Блок передачи:	1000	Экспоненциальное	-
4	БП1	БП 1 блок питания:	1000	Экспоненциальное	-
5	БП2	БП 2 блок питания:	1000	Экспоненциальное	-

Спасибо за
внимание!

Контакты :

nam@cals.ru

НИЦ «Прикладная логистика»

www.cals.ru