

УТВЕРЖДЕН  
RU.17701729.22002-04 31 ЛУ

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АСОНИКА-К**

**Система АСОНИКА-К-СИ  
(расчет надежности сложных изделий)**

**Описание применения**

**RU.17701729.22002-04 31**

**(на CD–дисках)**

**Листов 25**

2015

Литера

Инд. N подл.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Подп. и дата

## АННОТАЦИЯ

Система анализа надежности аппаратуры АСОНИКА-К-СИ предназначена для расчетов показателей надежности «сложных» изделий (изделий, имеющих раздельное резервирование) по данным о характеристиках надежности составных частей (СЧ) и параметрам резервированных групп. Система АСОНИКА-К-СИ может эксплуатироваться как автономно, так и в составе программного комплекса АСОНИКА-К, что позволяет существенно снизить объем вводимой пользователем исходной информации за счет встроенных интерфейсов связи с проектной частью базы данных системы АСОНИКА-К-СЧ.

Система АСОНИКА-К-СИ реализует метод статистических испытаний (метод Монте-Карло), что позволяет проводить расчеты надежности электронных средств (ЭС), схема расчета надежности (СРН) которых представляет собой «неприводимые» графы.

Интерфейс пользователя системы АСОНИКА-К-СИ позволяет поддерживать практически неограниченное количество иерархических уровней СРН, число которых определяется только техническими характеристиками ЭВМ, на которой установлена система.

В Описании приведен порядок использования системы для расчетов надежности «сложных» изделий (электронных средств).

Описание содержит 25 л., 13 рис.

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

**СОДЕРЖАНИЕ**

1	НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ	4
2	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ	6
3	ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ	7
3.1	Общие положения	7
3.2	Требования по надёжности	8
3.3	Исследование надёжности ШРС	8
3.3.1	Условия применения ШРС	9
3.3.2	Расчёт надёжности ШРС	9
3.3.3	Анализ результатов расчёта ШРС	12
3.4	Заключение	15
4	ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ	17
	Список литературы	20
	Приложение	22
	Лист регистрации изменений	25

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ

Назначение. Система АСОНИКА-К-СИ предоставляет возможность проводить расчеты показателей надежности [1] «сложных» изделий (электронных средств) [2, 3]. Система создана в обеспечение ГОСТ Р В 20.39.302-98 «Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надежности» [4] и РД В 319.01.05-94, ред. 2-2000 «Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании» [5].

Система АСОНИКА-К-СИ представляет собой составную часть программного комплекса АСОНИКА-К (визуальной среды обеспечения надежности радиоэлектронной аппаратуры) и предназначена для автоматизации выполнения мероприятий «Программы обеспечения надежности при разработке» [4] и управления надежностью изделий на ранних этапах проектирования.

Основные особенности. Основными особенностями системы являются:

- доступность как специалистам в области надежности, так и непосредственно инженерам-схемотехникам и конструкторам;
- визуализация представления схемы расчёта надежности изделий, результатов расчётов характеристик надежности и их анализа;
- объединение разработчиков аппаратуры по информационному признаку, интерактивный обмен данными при функционировании системы в локальных или глобальных сетях;
- защита информации пользователей от несанкционированного доступа.

Основные возможности системы:

- расчёт вероятности безотказной работы (без восстановления и с восстановлением), среднего времени наработки на отказ изделий;
- расчет коэффициента готовности;

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

- расчёт коэффициента оперативной готовности ( $K_{ог}$ ) и среднего времени восстановления ( $T_B$ ) изделий;

- расчёт надёжности изделий, имеющих различные виды отдельного резервирования (нагруженное, ненагруженное, скользящее и др.) и непрерывный контроль их работоспособности.

Основные характеристики. Визуальное представление схемы расчета надежности упрощает навигацию по проекту в системе АСОНИКА-К-СИ и позволяет наглядно отображать важную с точки зрения надежности информацию. Система расчета изделий удовлетворяет основным требованиям к отображению СРН, а именно:

- использование общепринятых условных графических изображений СЧ, резервированных групп и т.д.;
- «клонирование» СЧ (если одна и та же СЧ входит в разные группы СРН, то она отображается в каждой из этих групп);
- свертка групп (если размер изображения СРН превышает размеры экрана монитора, то СРН может отображать соединение, например, только групп высшего уровня).

В системе АСОНИКА-К-СИ присутствует возможность использования ранее созданных проектов, что заметно позволяет сократить время, необходимое на ввод их параметров. После оценки показателей надежности может быть сформирован отчет в виде цветного *HTML*-документа.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

## 2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СИСТЕМЫ

Требования к техническим средствам и программному обеспечению:

- Компьютер *IBM/PC*-совместимый.

Рекомендуемая конфигурация:

- процессор - не ниже *PENTIUM-IV* с тактовой частотой не менее 4000 *mHz*;

- *HDD* - не менее 2 *Gb* свободного места;

- *RAM* - не менее 1024 *Mb*;

- операционная система *XP professional SP1*, 2 или 3.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

### 3. ОПИСАНИЕ ЗАДАЧИ

Описание задачи (постановка) и метод её решения приведены ниже.

#### 3.1. Общие положения

Расчёт надёжности широкополосной радиостанции (ШРС) радиолокационной станции (РЛС) проведён в соответствии с ГОСТ Р 27.301-95 «Надёжность в технике. Расчёт надёжности. Основные положения» [3].

Термины и определения соответствуют ГОСТ 27.002-89 [1].

ШРС предназначена для приема и декодирования информации от антенной системы РЛС.

Условия эксплуатации: ШРС РЛС должна выдерживать ВВФ по классу аппаратуры 1 по ГОСТ Р В 20.39.304-98, группа аппаратуры 1.1, исполнение УХЛ «Аппаратура стационарных помещений, сооружений».

ШРС является восстанавливаемым изделием на уровне компонентов первого уровня (резервированных групп).

При проведении расчёта надёжности были приняты следующие допущения:

- отказы СЧ представляют собой случайные независимые события;
- время работы до отказа СЧ является случайной величиной, распределённой по экспоненциальному закону с постоянным параметром  $\lambda$ .

ШРС относится к аппаратуре вида *I* по классификации ГОСТ В 20.39.303-98 [2], имеющей два уровня качества функционирования.

ШРС в составе РЛС находится в режиме эксплуатации.

Расчёт показателей надёжности ШРС выполнен по данным о количествах и типах СЧ, комплектующих ее.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

RU.17701729.22003-04 31

На основании ТУ под отказом ШРС понимается событие, при котором наступает необратимый переход ее в такое состояние, в котором она не может выполнить хотя бы одну из предусмотренных в ТУ функций.

Расчёт показателей надёжности ШРС выполнен в предположении, что глубина контроля ( $\gamma$ ) СЧ ШРС, при последней, перед эксплуатацией ее в составе РЛС, проверке в условиях технической позиции (ТП) близка к 100%.

Это значит, что при положительном результате проверки в эксплуатацию поступает полностью исправная ШРС.

### 3.2. Требования по надёжности

В ТУ, в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.303-98 [2], на ШРС нормируются следующие показатели надёжности:

- коэффициент оперативной готовности ( $K_{ог}$ ) не менее 0,95 [отн. ед.];
- среднее время восстановления ( $T_B$ ) не более 1 [ч.].

Критериями отказа ШРС являются:

- Отказ не более 7 АЭБ-Б;
- Отказ не более 14 АЭБ-Н;
- Отказ ЦПП-Б;
- Отказ ПВ-Р4 из рабочего места оператора (РМО);
- Отказ ЦПП-Н из РМО.

Время выполнения задания ШРС – 4 [ч.].

### 3.3. Исследование надёжности ШРС

Исследование надёжности ШРС проведено в рамках выполнения обязательных мероприятий ПОНр [4].

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

### 3.3.1. Условия применения ШРС РЛС

Ниже приведены сведения о температурных и временных условиях предполагаемой эксплуатации ШРС в режиме эксплуатации.

Температурные условия.

ШРС должна быть устойчива к климатическим и механическим условиям исполнения УХЛ, к классу аппаратуры 1 (группа 1.1) «Аппаратура стационарных помещений, сооружений» по ГОСТ РВ 20.39.304-98.

Исходя из этого, задается:

- значения температуры окружающей среды в режиме эксплуатации:  
нижнее – минус 50 [°C], верхнее - плюс 50 [°C].

При расчёте надёжности ШРС, для получения нижней оценки показателей безотказности, принимаем за предельную температуру окружающей среды в режиме ожидания максимальное значение температуры, равное + 50 [°C].

Временные графики работы.

В соответствии с ТУ и ГОСТ Р В 27.3.01-2005, при расчёте надёжности предполагается однократное применение ШРС. Основным режимом применения ШРС - режим эксплуатации, с перерывами на проведение технического обслуживания, предусмотренного в ее инструкции по эксплуатации.

### 3.3.2. Расчёт надёжности ШРС

Для непосредственного выполнения расчёта надёжности ШРС использовалась система АСОНИКА-К-СИ [7, 8-9], рекомендованная в РДВ 319.01.05-94, ред. 2-2000 [5]. Система АСОНИКА-К-СИ позволяет реализовать исследования надёжности аппаратуры методом статистических испытаний (методом Монте-Карло), что, в совокупности с визуальным представлением результатов расчётов, облегчает анализ полученных результатов, повышая обоснованность и эффективность мероприятий, направленных на повышение надёжности.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

Показателями надежности ШРС являются ее коэффициент оперативной готовности выполнения задания ( $K_{ог}$ ) и среднее время восстановления ( $T_B$ ) в режиме эксплуатации. Безотказность и ремонтпригодность ШРС характеризуется совокупностью интенсивностей отказов в режиме эксплуатации ее составных частей и временем восстановления ее компонентов. Схема расчёта надёжности (СРН) ШРС, соответствующая заданному критерию отказа (см. п. 3.2), может быть представлена в виде, приведенном на рис. 3.1.

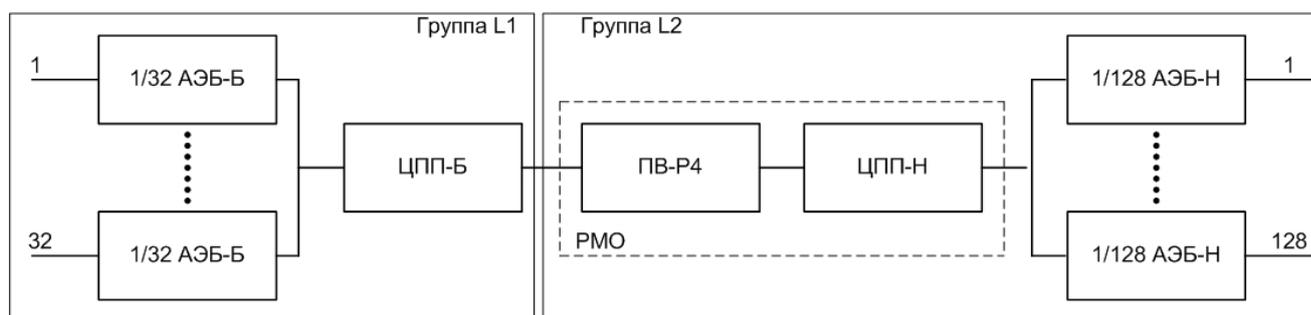


Рис.3.1. СРН ШРС

Однако, схема расчета надежности (см. рис. 3.1) может быть представлена в более удобном виде (см. рис. 3.2) путем преобразования иерархических структур третьего (группа  $L2$ ) и второго уровней (группа  $L1$ ) в группы скользящего нагруженного резервирования исходя из критериев отказов, приведенных в п.3.2.

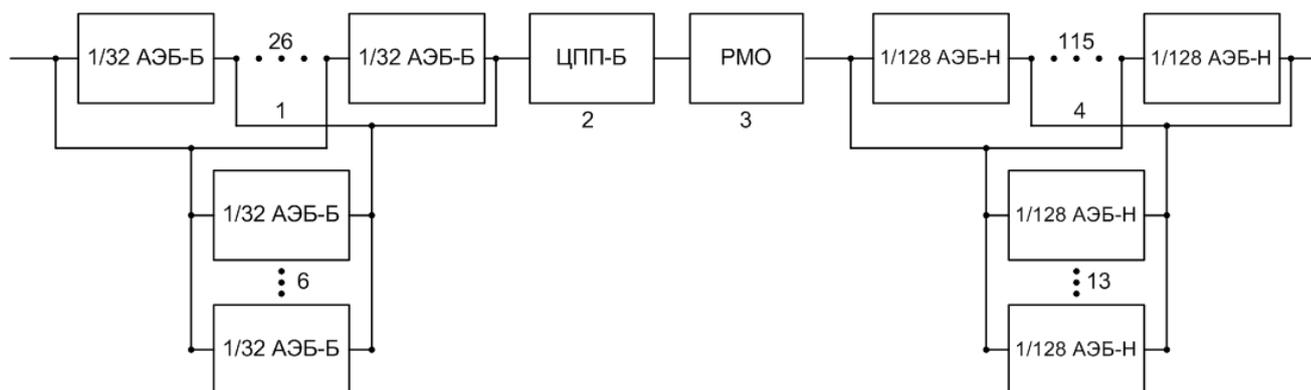


Рис.3.2. Преобразованная СРН ШРС

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Исходя из рис. 3.2 СРН в системе АСОНИКА-К-СИ можно представить в виде «последовательного соединения» групп первого уровня. СРН ШРС представляется в виде группы «последовательное соединение», в состав которой входит 3 группы: две группы «скользящее нагруженное резервирование» и группа «последовательное соединение» (см. рис. 3.3). Критерии отказов резервированных групп:  $L1 - 6/32$ , а  $L2 - 14/128$ .

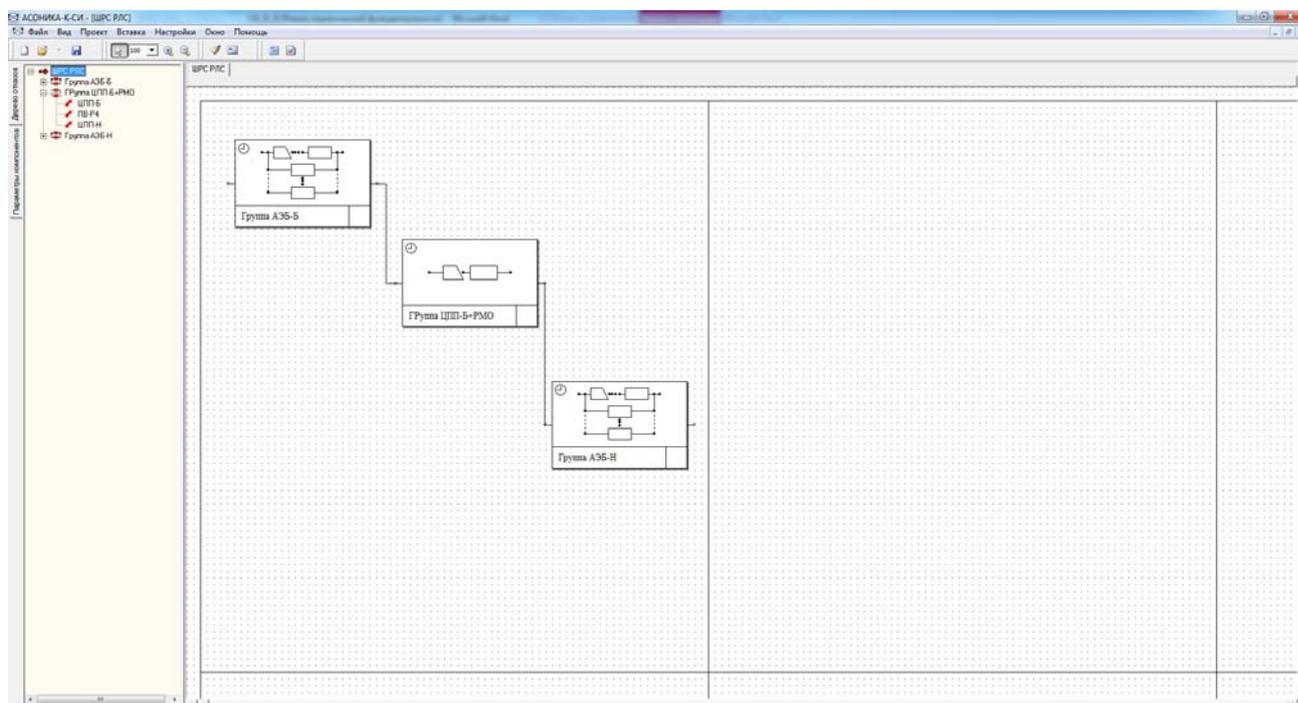


Рис. 3.3 Система АСОНИКА-К-СИ: СРН ШРС

Показатели надежности ШРС для режима эксплуатации рассчитывались на основе интенсивностей отказов СЧ и времен восстановления резервированных групп первого уровня. Результаты расчёта приведены на рис. 3.4. Полученное в результате значение коэффициента оперативной готовности ШРС составляет  $K_{OG} \approx 0,9999498$  [отн. ед.] (при заданном времени выполнения задания, равному 4 [ч.]), а среднее время восстановления составляет 0,801 [ч.] (см. рис. 3.4).

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

Расчитанный показатель надежности	Значение
Расчет группы --- Группа АЗБ-Б ---	МИЭМ.436532.01
Коэффициент оперативной готовности, [отн.ед.]	0,99999999
Расчет группы --- Группа ЦПП-Б+РМО ---	МИЭМ.436532.01
Коэффициент оперативной готовности, [отн.ед.]	0,9999498
Расчет группы --- Группа АЗБ-Н ---	МИЭМ.436532.01
Коэффициент оперативной готовности, [отн.ед.]	0,99999999
Расчет БРЭС --- Новый проект ---	МИЭМ.436532.01
Коэффициент оперативной готовности, [отн.ед.]	0,9999498
Среднее время восстановления, [ч]	0,801

Рис. 3.4. Результаты расчета показателей надежности ШРС

### 3.3.3. Анализ результатов расчёта ШРС

Исходя из полученных результатов (см. рис. 3.4) и проведенного анализа было установлено, что ШРС удовлетворяет требованиям ТЗ. В системе АСОНИКА-К-СИ автоматически проводится проверка по  $K_{ог}$  см. рис. (3.5).

Кроме того, для анализа результатов расчётов ШРС были построены зависимости показателей безотказности от времени.

Временные зависимости функции плотности вероятности времени наработки до отказа, функции распределения времени наработки до отказа и функции интенсивности отказов приведены на рис. 3.6, 3.7 и 3.8.

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

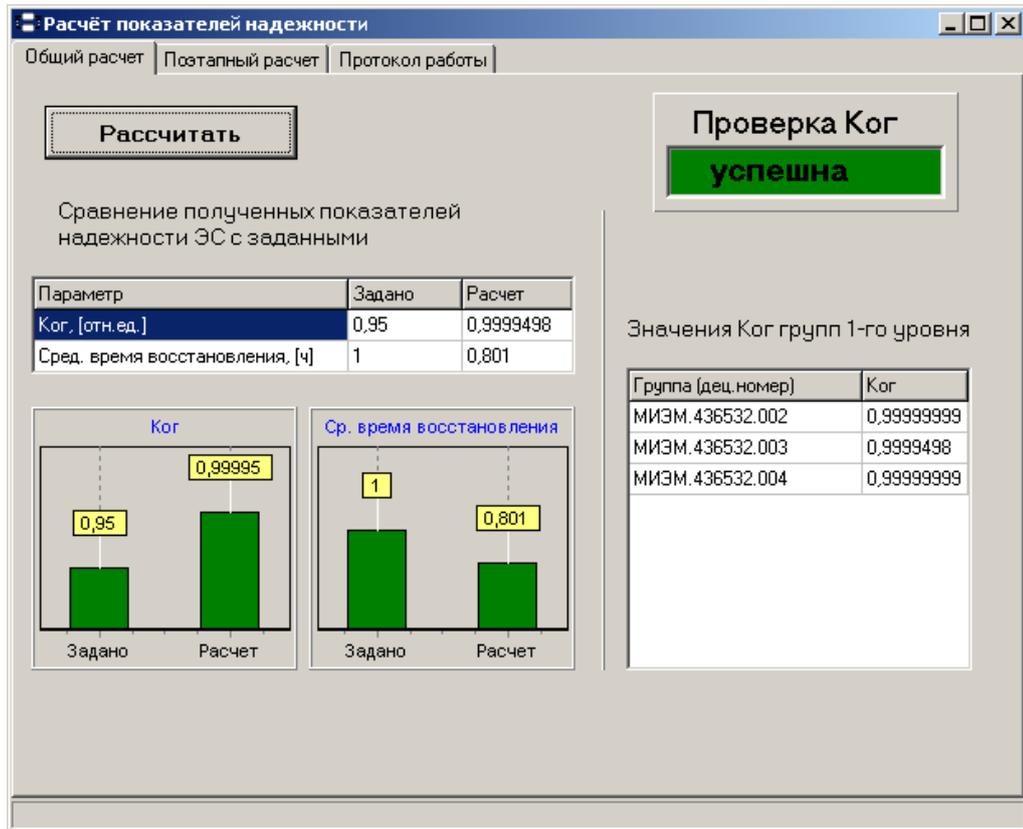


Рис. 3.5. Анализ результатов расчета показателей надежности ШРС РЛС

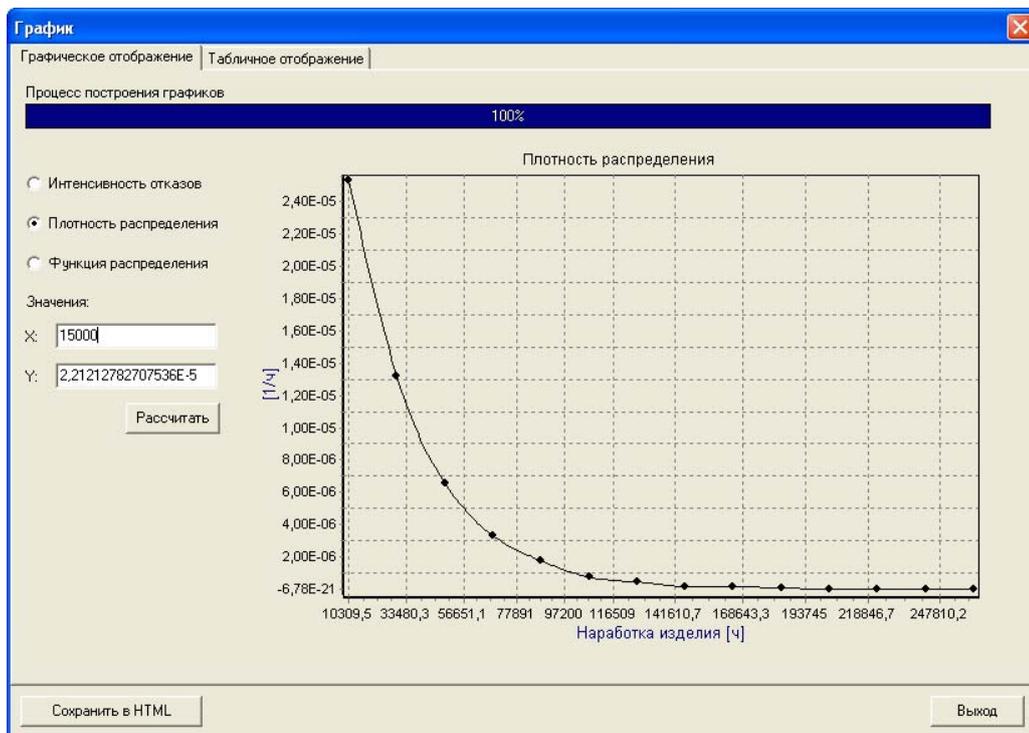


Рис. 3.6. График функции плотности вероятности

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

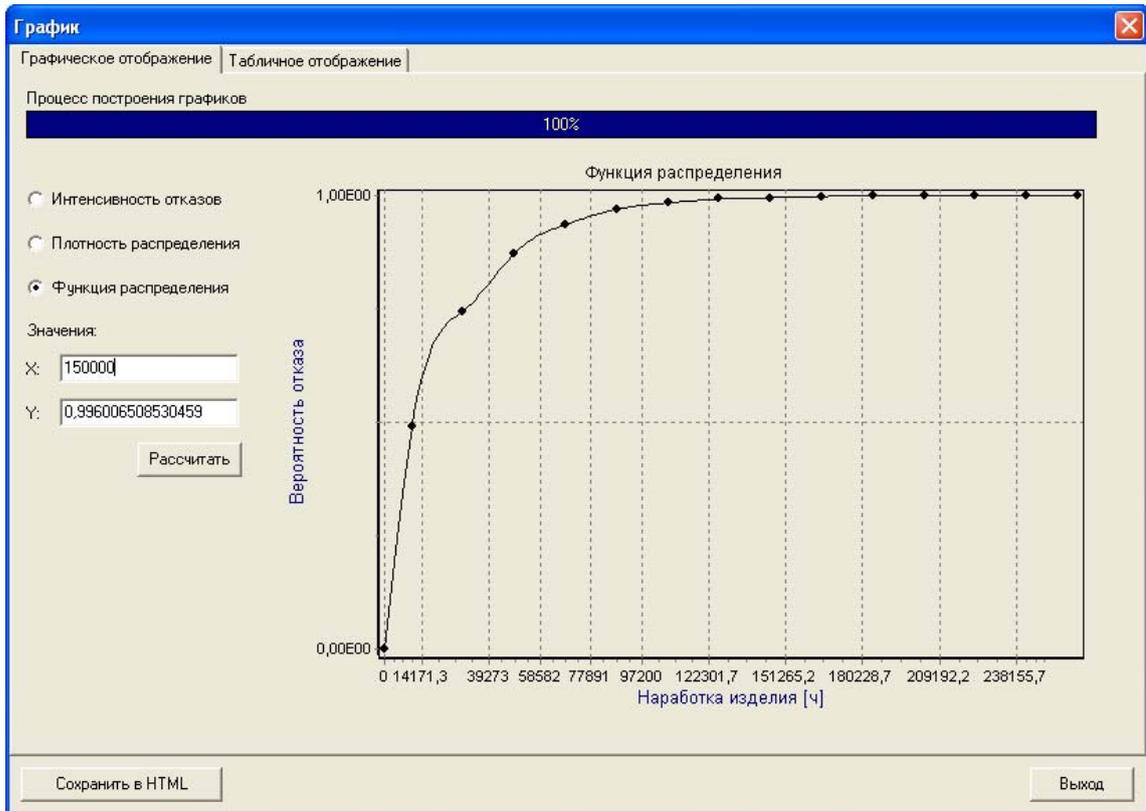


Рис. 3.7. График функции распределения

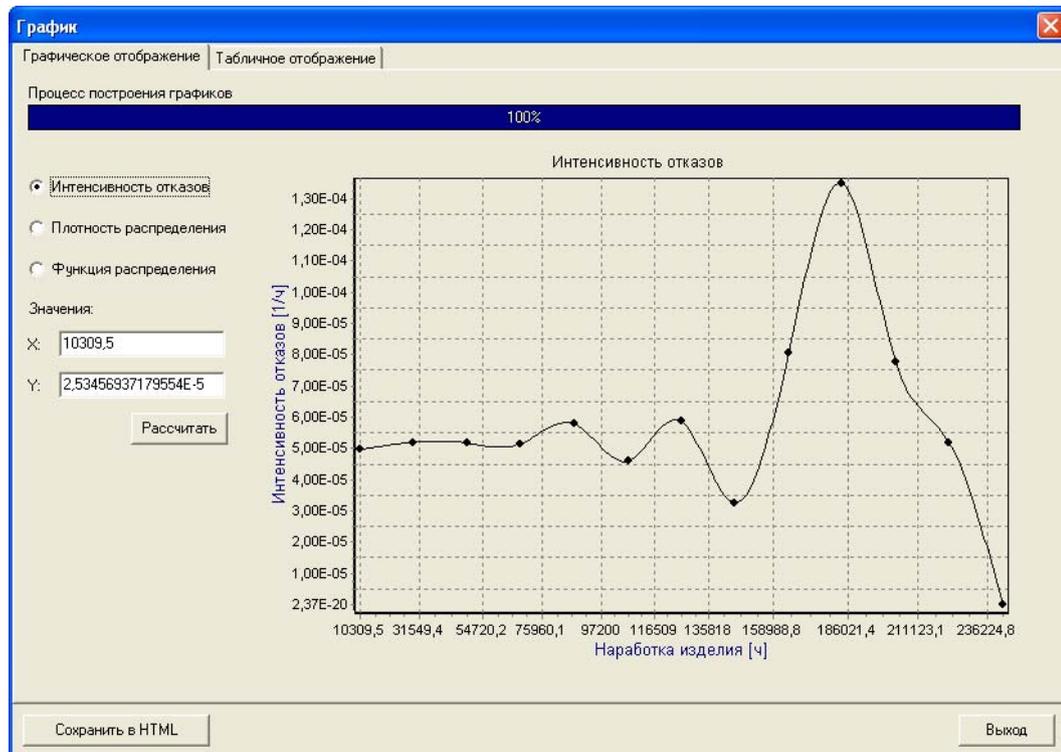


Рис. 3.8. График функции интенсивности отказов

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

На рис. 3.9 приведено табличное отображение функции распределения времени наработки до отказа.

Время	1/ч
0	0
10309,5	0,4894
29618,5	0,7452
48927,5	0,8725
68236,5	0,9361
87545,5	0,9698
106854,5	0,984
126163,5	0,9925
145472,5	0,9954
164781,5	0,9982
184090,5	0,9995
203399,5	0,9998
222708,5	0,9999
242017,5	0,9999
261326,5	1

Рис. 3.9. Функция распределения (табличное отображение)

### 3.4. Заключение

Проведенный расчёт надёжности ШРС показал, что:

- коэффициент оперативной готовности при заданном времени выполнения задания равной 4 [ч.] - не ниже 0,9999498;
- среднее время восстановления РЛС не более 0,801 [ч.].

Приведенные выше значения показателей надёжности удовлетворяют требованиям ТЗ (см. п. 3.2).

Кроме того, следует отметить, что решение этой задачи можно существенно упростить, если воспользоваться возможностью использования «типовых» резервированных групп, номенклатура которых приведена в Приложении.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

Как следует из рис. 3.1 СРН исследуемой ШРС РЛС представляет собой древовидную структуру одного и второго уровней. Поэтому, вместо использования сложных связей можно использовать, исходя из критериев построения СРН (см. раздел 3.2), простые группы резервирования, которые приведены в Приложении.

Очевидно, что это позволит избежать возможных ошибок, как при построении СРН, так и при вводе исходных данных, а, следовательно, снизить трудоемкость исследований надежности ШРС РЛС.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

#### 4. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Общие сведения и примеры входных и выходных данных системы АСОНИКА-К-СИ приведены выше, в п. 3. Пример Отчета, формируемого системой, приведен на рис. 4.1.

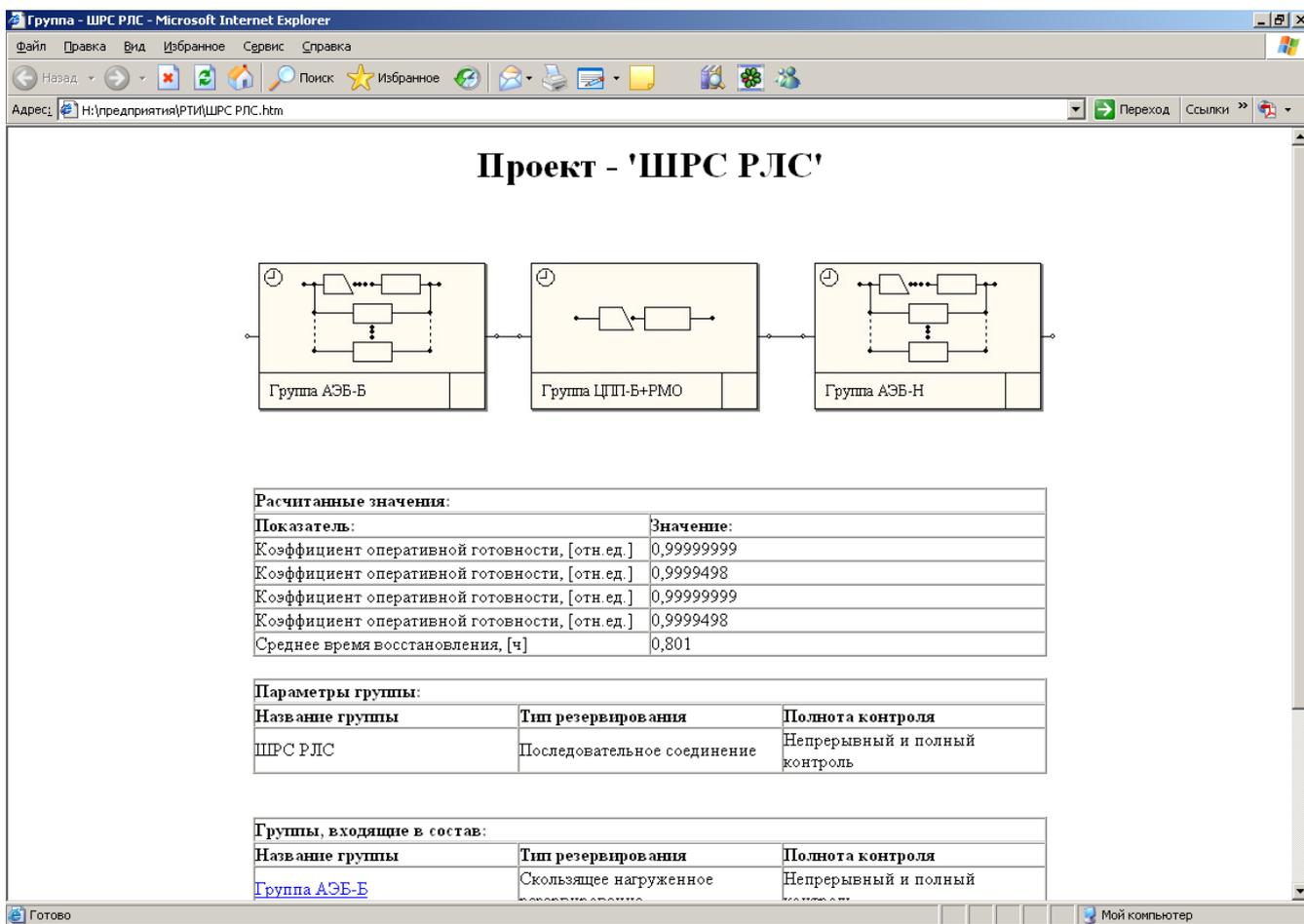


Рис.4.1. Пример отчета системы АСОНИКА-К-СИ

Кроме того, интенсивности отказов СЧ можно импортировать из ПЧБД системы АСОНИКА-К-СЧ (см. рис. 4.2).

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

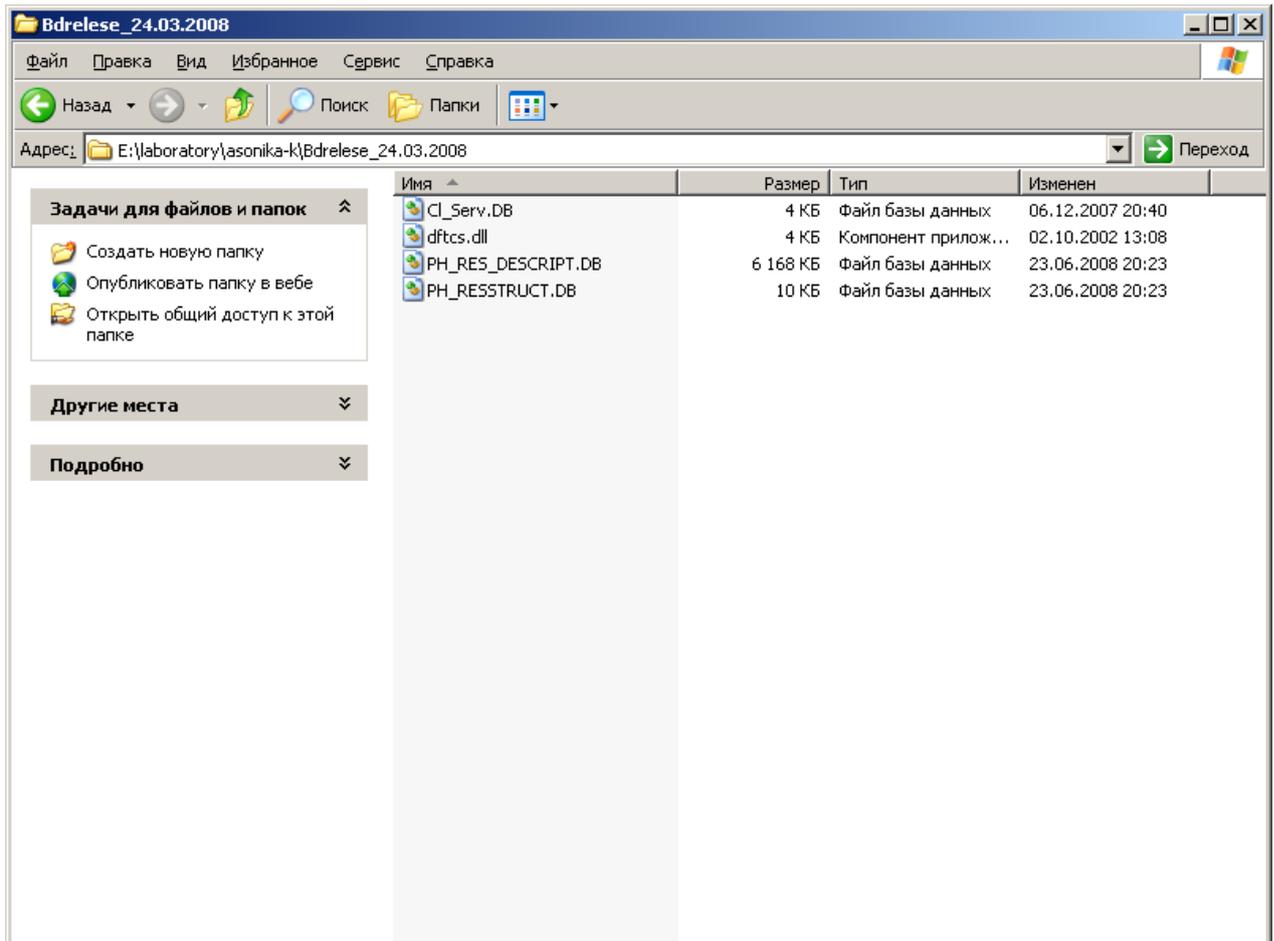


Рис. 4.2. Пример папки ПЧ БД системы АСОНИКА-К-СЧ

В случае ошибки при расчете показателей надежности, для того, чтобы понять, что произошло, необходимо выбрать пункт меню «Расчет показателей надежности», а далее вкладку «Протокол работы» (см. рис. 4.3).

Если нужно просмотреть временные диаграммы состояний, то вкладке «Поэтапный расчет» нажать кнопку «Вывести вектор» (см. рис. 4.4).

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

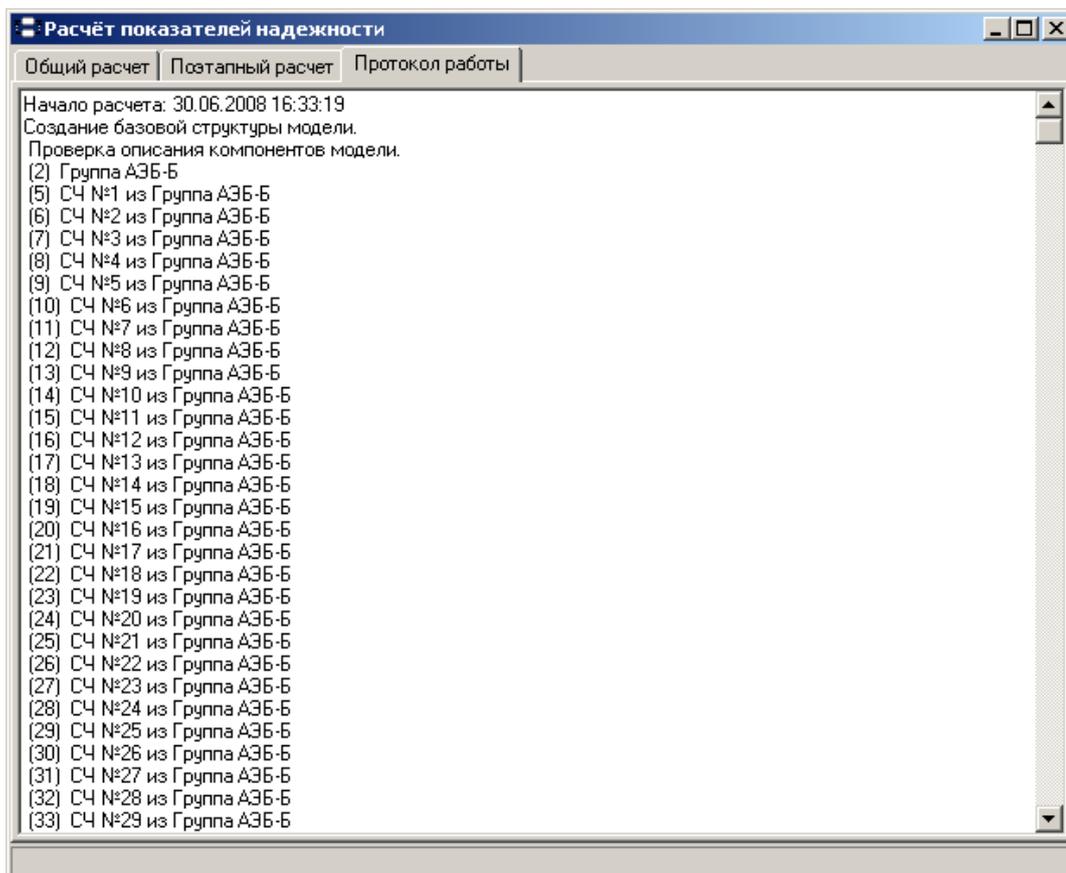


Рис. 4.3. Пример протокола работы системы АСОНИКА-К-СИ

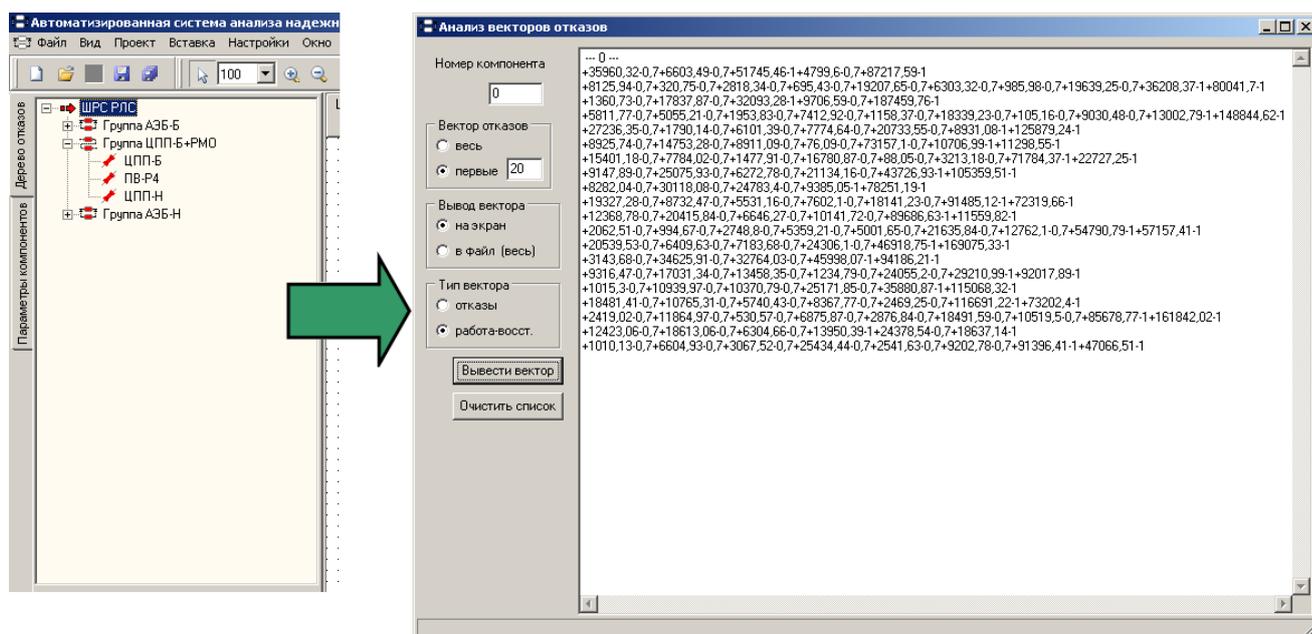


Рис. 4.4. Пример временных диаграмм состояний

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

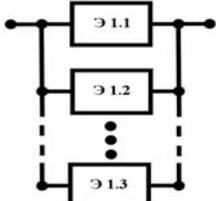
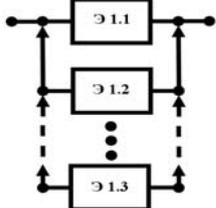
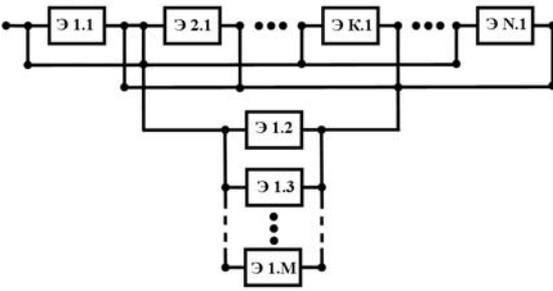
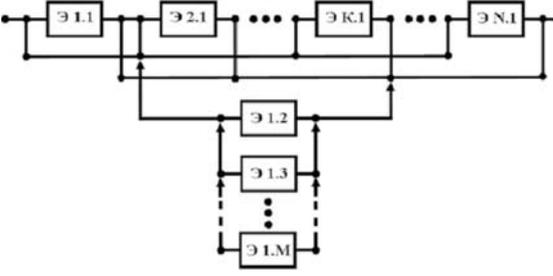
1. ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Термины и определения. – М.: Изд-во «Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации», 1989.
2. ГОСТ Р В 20.39.303-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к надёжности. Состав и порядок задания. – М.: Изд-во «Технический комитет по военной стандартизации № 319», 1998. - ДСП.
3. ГОСТ Р 27.301-95. Расчёт надёжности. Основные положения. – М.: Изд-во «Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации», 1995.
4. ГОСТ Р В 20.39.302-98. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надёжности и стойкости к воздействию ионизирующих и электромагнитных излучений. М.: Изд-во «Технический комитет по военной стандартизации № 319», 1998. - ДСП.
5. РД В 319.01.05-94, ред. 2-2000 «Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Принципы применения математического моделирования при проектировании» М.: Изд-во «Технический комитет по военной стандартизации № 319», 2000.
6. Жаднов, В. В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры. / В. В. Жаднов, Ю. Н. Кофанов, Н. В. Малютин и др. - М.: Изд-во «Радио и связь», 2003. - 156 с.
7. Жаднов, В. В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств. / В. В. Жаднов, А. В. Сарафанов. М.: Изд-во «Солон-Пресс», 2004. – 464 с.

<i>Инв. N подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

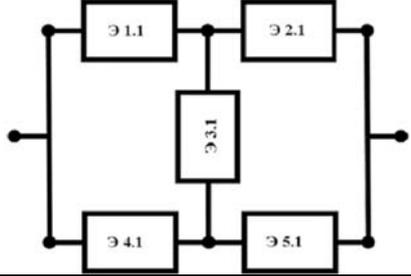
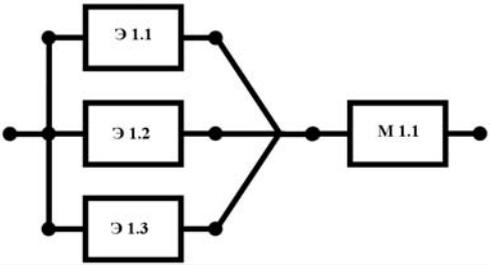
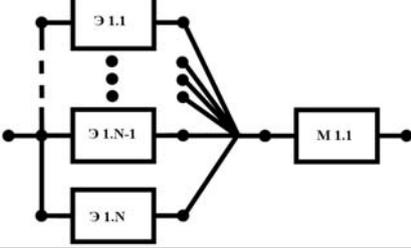
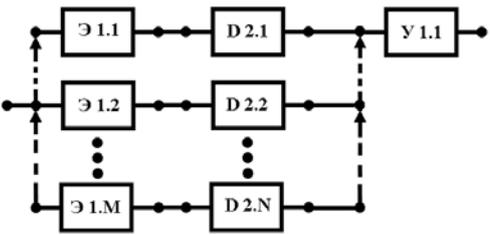
8. Шалумов, А. С. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах *CALS*-технологий: Том 1. / А. С. Шалумов, Ю. Н. Кофанов, Н. В. Малютин, Д. А. Способ, В. В. Жаднов и др. // Под ред. Ю. Н. Кофанова, Н. В. Малютина, А. С. Шалумова. - М.: Изд-во «Энергоатомиздат», 2007. - 538 с.
9. АСОНИКА-К: Краткое руководство. / *ASKSoft*. - М.: Моск. гос. ин-т электроники и математики, 2007. – 120 л.

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

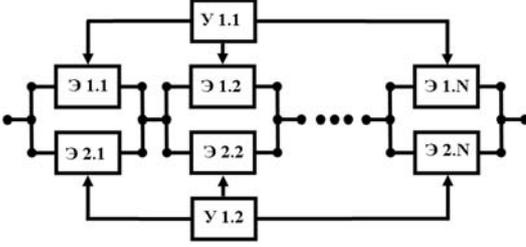
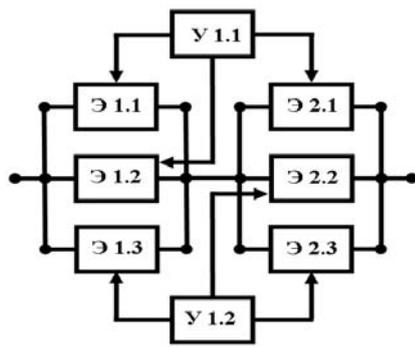
## Описание типовых резервированных групп

№ п/п	Резервированная группа	Пояснение
1	2	3
1	<p>Последовательное соединение</p> 	Группа состоит из N элементов Э1.1, Э2.1, ..., ЭN.1. Отказом группы является отказ любого ее элемента Э.
2	<p>Нагруженное резервирование</p> 	Группа состоит из одного основного Э1.1 и (N-1) резервных элементов Э2.1, Э3.1, ..., ЭN.1, которые находятся в режиме основного. Отказом группы является отказ всех (N) элементов Эn.1.
3	<p>Ненагруженное резервирование</p> 	Группа состоит из одного основного Э1.1 и N резервных элементов Э2.1, Э3.1, ..., ЭN.1, которые находятся в отключенном режиме. Отказом группы является отказ всех (N) элементов Эn.1.
4	<p>Скольльзящее нагруженное резервирование</p> 	Группа состоит из N основных Э1.1, Э2.1, ..., ЭN.1 и M резервных элементов Э1.1, Э2.1, ..., ЭM.1, которые находятся в нагруженном режиме. Отказом группы является отказ (M+1) элементов Э.
5	<p>Скольльзящее ненагруженное резервирование:</p> 	Группа состоит из N основных Э1.1, Э2.1, ..., ЭN.1 и M резервных элементов Э1.1, Э2.1, ..., ЭM.1, которые находятся в ненагруженном режиме. Отказом группы является отказ (M+1) элементов Э.

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

1	2	3
6	<p>Пятиэлементное мостиковое соединение:</p> 	<p>Группа состоит из пяти элементов Э1.1, Э2.1, ..., Э5.1, которые находятся в нагруженном режиме.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ Э 1.1 и Э 4.1;</li> <li>- отказ Э 2.1 и Э 5.1;</li> <li>- отказ Э 1.1, Э 3.1 и Э 5.1;</li> <li>- отказ Э 4.1, Э 3.1 и Э 2.1.</li> </ul>
7	<p>Мажоритарное соединение (2 из 3):</p> 	<p>Группа состоит из группы «Нагруженное резервирование» и мажоритарного элемента М. Группа «Нагруженное резервирование» состоит из 3-х элементов Э1.1, Э1.2, ..., Э1.3.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ мажоритарного элемента М1.1;</li> <li>- отказ 2-х элементов Э.</li> </ul>
8	<p>Мажоритарное соединение (2 из N):</p> 	<p>Группа состоит из группы «Нагруженное резервирование» и мажоритарного элемента М. Группа «Нагруженное резервирование» состоит из N элементов Э1.1, Э1.2, ..., Э1.N.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ мажоритарного элемента М1.1;</li> <li>- отказ (N – 1) элементов Э.</li> </ul>
9	<p>Резервирование с управляющей заменой:</p> 	<p>Группа состоит из управляющего элемента У и группы «Нагруженное резервирование». Группы «Нагруженное резервирование» состоит из М групп «Последовательное соединение». Группа «Последовательное соединение» состоит из элемента Э1.m, который находится в нагруженном режиме, и датчика (обнаружителя отказа) D1.n.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ У1.1;</li> <li>- отказ М групп, состоящих из последовательно соединенных Э1.m и D1.n.</li> </ul>

Инв. N подп.	Подп. и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подп. и дата

1	2	3
10	<p>Резервирование с устройством управления (тип 1):</p> 	<p>Группа состоит из двух устройств управления У1.1, У1.2 и группы «Последовательное соединение». Группа «Последовательное соединение» состоит из N групп «Нагруженное резервирование». Группа «Нагруженное резервирование» состоит из двух элементов Э1.n, Э2.n. Управление элементами одной группы «Нагруженное резервирование» происходит от разных устройств управления: Э1.n - У1.1, Э2.n - У1.2.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ У1.1 и У1.2;</li> <li>- отказ N групп, «Нагруженное резервирование»;</li> <li>- отказ У1.1 и группы «Последовательное соединение», содержащую У1.2 и элементы Э2.1,..., Э2.N;</li> <li>- отказ У1.2 и группы «Последовательное соединение», содержащую У1.1 и элементы Э1.1,..., Э1.N.</li> </ul>
11	<p>Резервирование с устройством управления (тип 2):</p> 	<p>Группа состоит из двух устройств управления У1.1, У1.2 и группы «Последовательное соединение». Группа «Последовательное соединение» состоит из двух групп «Нагруженное резервирование». Группа «Нагруженное резервирование» состоит из трех элементов Эn.1, Эn.2, Эn.3. К каждому устройству управления (УУ) присоединены один элемент из одной группы и два элемента из другой группы.</p> <p>Отказом группы является:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отказ двух УУ - У1.1 и У1.2;</li> <li>- отказ всех элементов Э1.1,..., Э2.3;</li> <li>- отказ У1.2 и группы «Последовательное соединение», содержащую элемент Э2.1 и группу «Последовательное соединение», содержащую У1.1 и группу «Нагруженное резервирование» (Э1.1, Э1.2);</li> <li>- отказ У1.1 и группы «Последовательное соединение», содержащую элемент Э1.3 и группу «Последовательное соединение», содержащую У1.2 и группу «Нагруженное резервирование» (Э2.2, Э2.3).</li> </ul>

<i>Инв. N подп.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. N</i>	<i>Инв. N дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

