



СЕВЗАПМОНТАЖАВТОМАТИКА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ

ИНЖИНИРИНГОВАЯ

КОМПАНИЯ

Утверждаю

Генеральный директор

ОАО «СПИК СЗМА»

А. А. Нозик

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ АСУТП
НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

ИНСТРУКЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

(ПК АСМ СЗМА, версия 0.1, базовый образец)

**Санкт-Петербург
2004 г.**



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА I. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ	6
1. ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСА	6
2. ИНСТАЛЛЯЦИЯ И ЗАПУСК КОМПЛЕКСА	7
2.1. Объем поставки	7
2.2. Системные требования	7
2.3. Инсталляция	7
2.4. Запуск программного комплекса	8
2.5. Изменение размеров окон	9
3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА КОМПЛЕКСА	10
3.1. Основные элементы управления	10
3.2. Изменение размеров и положения Основного окна	11
3.3. Перемещение Основного окна Комплекса	11
3.4. Работа с несколькими Комплексами	11
3.5. Главное меню программного комплекса	12
3.5.1. Обзор главного меню	12
3.5.2. Работа с главным меню	12
3.5.3. Команды пункта "File" главного меню	13
3.5.4. Команды пункта "Help" главного меню	13
3.6. Панель, дублирующая пункты основного меню	14
3.7. Панель инструментов (кнопок быстрого доступа)	14
3.8. Панель статуса системы	15
ГЛАВА II. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ СФЦ	16
4. ОСНОВЫ РАБОТЫ	16
4.1. Создание и сохранение СФЦ	16
4.1.1. Создание новой СФЦ	16
4.1.2. Сохранение созданной СФЦ	17
4.2. Открытие и редактирование ранее разработанной СФЦ	18
4.3. Изменение размеров области ввода СФЦ	18
4.4. Загрузка фонового рисунка	19
5. РАБОТА С ОСНОВНЫМИ ОБЪЕКТАМИ ОКНА ВВОДА СФЦ	20
5.1. Работа с функциональными и фиктивными вершинами	21
5.1.1. Ввод функциональных и фиктивных вершин в граф СФЦ	21
5.1.3. Изменение цвета фона вершины	21
5.1.4. Изменение номера вершины	22
5.2. Работа с ребрами	23
5.2.1. Ввод ребра	23
5.2.2. Удаление вершин и ребер СФЦ	24
5.2.3. Перемещение вершин и ребер в СФЦ	24
5.3. Работа с пояснительным текстом	25
5.3.1. Ввод текста в рабочее поле Окна ввода СФЦ	25
5.3.2. Выбор шрифта для пояснительного текста	25
5.3.3. Редактирование пояснительного текста	26
5.4. Работа с эквивалентированными вершинами	28
5.4.1. Задание эквивалентированной вершины в основной СФЦ	29
5.4.2. Удаление эквивалентированной вершины	31
ГЛАВА III. ВВОД ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ	33
6. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ	33
7. УСТАНОВКА РЕЖИМОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ	35
ГЛАВА IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ	38
7. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ЛКФ СИСТЕМЫ	38
Рис.31. Просмотр списка ЛКФ	38



8. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ	39
8.1. Начало моделирования.....	39
9. ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТОВ.....	40
9.1. Просмотр диаграмм значимостей и вкладов элементов.....	40
9.2. Просмотр графиков вероятностно-временных характеристик.....	41
9.3. Просмотр отчета о результатах моделирования и расчетов.....	42
ГЛАВА V. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ПК АСМ СЗМА	43
10. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП.....	43
11. ВКЛЮЧЕНИЕ ПК АСМ СЗМА И ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	45
12. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ	45
ЛИТЕРАТУРА.....	48



ВВЕДЕНИЕ

Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности (ПК АСМ) разработан в ОАО "Специализированная инжиниринговая компания "Севзапмонтажавтоматика" (СПИК СЗМА) в целях обеспечения процессов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами и инженерным оборудованием (АСУТП), а также анализа надежности и безопасности других системных объектов и процессов большой размерности и высокой структурной сложности.

ПК АСМ СЗМА (далее Комплекс) предназначен для выполнения следующих основных функций:

- автоматизированного моделирования и расчета показателей надежности и безопасности АСУТП любой структуры, условия реализации функций и возникновения аварийных ситуаций в которых представляются с помощью *схем функциональной целостности (СФЦ) и логических критериев функционирования (ЛКФ)*;
- автоматического построения логических и вероятностных математических моделей для АСУТП большой размерности и высокой структурной сложности;
- автоматического вычисления показателей надежности и безопасности АСУТП;
- вывода результатов моделирования и расчетов на экран дисплея и сохранения их в файле результатов RezAcм.lst для выработки и технико-экономического обоснования проектных решений в области надежности и безопасности АСУТП на стадии проектирования.

ПК АСМ СЗМА разработан с использованием:

1. операционной системы Microsoft Windows XP Professional, Version 5.1(Build 2600.xpsp 1.020828-1920: Service Pack 1), Copyright © 1981-2001 Microsoft Corporation, CD SET: X08-40893;
2. среды программирования Borland Delphi Professional, Version 7.0 (Build 4.453), Copyright © 1983-2002, Borland Software Corporation, Registration Key: 9617613;
3. прототипа программного комплекса ПК АСМ –2001 [4], Свидетельство РОСПАТЕНТ РФ Об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003611099 от 12 мая 2003 г.;



4. внедренной библиотеки LOG_WF.bpl программных модулей автоматического построения монотонных и немонотонных логических функций работоспособности систем и многочленов вероятностных функций (Программа ЛОГ&ВФ, свидетельство РОСПАТЕНТ РФ Об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003611100 от 12 мая 2003 г.), договор с ОАО "СПИК СЗМА" № 02-9/05 от 30.04.2002 г.

ОАО СПИК СЗМА на данный программный комплекс ПК АСМ СЗМА получено Свидетельство РОСПАТЕНТ РФ Об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2003611101 от 12 мая 2003 г.

Теоретической основой ПК АСМ СЗМА является общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ), теория и технология автоматизированного структурно-логического моделирования [1-2].

На всех уровнях моделирования (структурном, логическом и вероятностном) ПК АСМ СЗМА реализует все возможности основного аппарата моделирования алгебры логики в функционально полном базисе операций "И", "ИЛИ" и "НЕ". Это позволяет с помощью ПК АСМ СЗМА выполнять практически все задачи логико-вероятностного моделирования, которые решаются с помощью других теорий и технологий автоматизированного структурного моделирования (деревьев отказов, деревьев событий, графов связности и т.п.), а также ставить и решать новый класс задач немонотонного анализа сложных системных объектов и процессов.

Настоящая версия ПК АСМ СЗМА является базовой и обеспечивает комплексное решение основных и типовых задач всех этапов общего логико-вероятностного метода анализа надежности и безопасности систем. Для решения специальных задач моделирования и расчета надежности, безопасности, оценки риска функционирования и технико-экономического обоснования управленческих решения возможно дальнейшее развитие и адаптация ПК АСМ СЗМА к новым классам задач и предметным областям.



Глава I. ОСНОВЫ РАБОТЫ С ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ

1. Общая организация использования Комплекса

1.1. Если ПК АСМ СЗМА не установлен на персональном компьютере, то выполняется процедура инсталляции, описанная в главе 2.

1.2. Перед применением установленного ПК АСМ СЗМА для моделирования и расчета показателей надежности и безопасности системы пользователь должен подготовить следующие исходные данные:

- Изучить объект и осуществить первичное формализованное событийно-логическое описание условий реализации его элементами заданного критерия функционирования системы в целом (например, ее работоспособности, отказа, возникновения или не возникновения аварийных ситуаций и др.). Первичное формализованное описание может быть выполнено в любой логически строгой структурной форме, например, с помощью функциональной схемы, с помощью дерева отказов, дерева событий, последовательно-параллельного соединения (блок-схемы), графа связности и др.;
- Разработать (на основе первичного формализованного описания) схему функциональной целостности исследуемой системы (одну или несколько);
- Задать логические критерии функционирования системы, определяющие условия реализации (или не реализации) основных функций, возникновения (или не возникновения) аварийных ситуаций;
- Определить вероятностные и другие параметры элементов исследуемой системы.

1.3. Запустить ПК АСМ СЗМА, ввести в него подготовленные исходные данные и выполнить с его помощью автоматизированное моделирование и расчет показателей надежности и безопасности исследуемой системы (глава 3, части II, III и IV).

1.4. Использовать полученные результаты для выработки и обоснования исследовательских, проектных, эксплуатационных и других управленческих решений.



2. Инсталляция и запуск Комплекса

2.1. Объем поставки

Комплекс поставляется на CD-ROM.

В состав поставки входят следующие основные компоненты:

- упаковочная коробка;
- CD-ROM с установочными файлами;
- электронный ключ;
- лицензионное соглашение;
- инструкция пользователя.

2.2. Системные требования

Комплекс ориентирован на операционные системы MS Windows 95 – Me, Windows NT–2000 и выше. Для полноценного применения программного комплекса требуются следующие системные ресурсы ПК:

- компьютер класса IBM-PC с процессором Pentium 90 и выше;
- привод CD-ROM;
- не менее 32 Мбайт памяти (для обеспечения быстродействия Комплекса и большей размерности СФЦ желательно иметь ОЗУ 128 Мбайта и больше);
- не менее 5 Мбайт свободного пространства на жестком диске;
- VGA графическая видеосистема и выше, желательно Super VGA с числом цветов не менее 256, рекомендуемое разрешение экрана -1024x768.

Для распечатки отчетов и схем функциональной целостности необходимо оснащение персонального компьютера печатающим устройством (принтер, плоттер, графопостроитель) с соответствующим программным обеспечением.

2.3. Инсталляция

Для инсталляции Комплекса необходимо:

- установить электронный ключ;



- установить инсталляционный CD-ROM в считывающее устройство и запустить инсталляционный файл "Setup.exe". По умолчанию при инсталляции в системной папке "Program Files" формируется папка "ПК АСМ СЗМА", в которой размещаются рабочие файлы Комплекса.

В процессе инсталляции осуществляется распаковка архивных файлов, поэтому инсталляция может занять некоторое время. Оно зависит от быстродействия компьютера и привода считывающего устройства.

2.4. Запуск программного комплекса

После инсталляции в меню "Пуск→Программы→СЗМА" операционной системы Windows размещается ярлык запуска ПК АСМ СЗМА. Вид этого ярлыка приведен на рис.1.




Рис.1. Ярлык запуска ПК АСМ СЗМА

После запуска Комплекса открывается основное окно ПК АСМ СЗМА представленное на рис.2.

Основное окно Комплекса включает в себя следующие четыре части:

1. Главное окно расположено в верхней части Основного окна Комплекса и состоит из четырех строк:
 - строки заголовка;
 - строки главного меню;
 - двух строк элементов управления.
2. Окно ввода схемы функциональной целостности исследуемой системы;
3. Окно ввода параметров элементов и установки режимов автоматизированного моделирования;
4. Окно вывода результатов моделирования и расчетов.



вид на  (cgHSplit) необходимо нажать левую клавишу мыши и, удерживая ее, выполнить перетаскивание разделительной полосы (влево/вправо или вверх/вниз) до формирования необходимого размера выбранного окна.

Отображение внутренних объектов каждого из окон может изменяться с помощью соответствующих полос прокрутки.

3. Использование интерфейса Комплекса

Под интерфейсом пользователя понимается совокупность объектов графической оболочки, обеспечивающих управление Комплексом с помощью мыши и клавиатуры. Под управлением будем понимать действия по вводу в ПК АСМ СЗМА исходных данных (СФЦ, ЛКФ, параметров элементов), задания режимов автоматизированного моделирования, расчетов, вывода и документирования результатов.

Пользовательский интерфейс ПК АСМ СЗМА максимально приближен к стандартному интерфейсу приложений офисного пакета Microsoft Office. Это облегчает его изучение и практическое освоение специалистами, имеющими опыт работы со стандартными Windows-приложениями.

Все управляющие и информационные объекты Комплекса снабжены информационными подсказками. Они высвечиваются на экране дисплея при наведении на объект указателя мыши и задержке на 2 секунды.

3.1. Основные элементы управления

В верхней части Основного окна ПК АСМ СЗМА (см. рис.2) находится панель заголовка. При включении Комплекса в этой панели высвечивается надпись "Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования ПК АСМ СЗМА". После построения и сохранения, или вызова СФЦ надпись в панели заголовка меняется и составляет "*{наименование СФЦ}* ПК АСМ СЗМА". В правом углу панели заголовка расположены три стандартные кнопки управления, позволяющие сворачивать, разворачивать или закрывать Основное окно.




– Кнопка закрытия Основного окна. Она завершает работу Комплекса.



– Высвечивается при стандартном размере Основного окна. После щелчка на этой кнопке Основное окно разворачивается на весь экран.



 – Высвечивается при полноэкранном размере Основного окна. После щелчка на этой кнопке Основное окно уменьшается до стандартного размера. Отметим, что развернуть или уменьшить до стандартного размера Основное окно можно двойным щелчком в области заголовка.



– Кнопка свертывания Основного окна.

Ниже области заголовка находится панель главного меню. Далее располагаются две строки панелей инструментов с кнопками быстрого доступа, которые дублируют часть пунктов Главного меню, обеспечивают ввод графа СФЦ, ввод ЛКФ, пуск автоматического моделирования и выполнение расчетов.

3.2. Изменение размеров и положения Основного окна


Для изменения размеров Основного окна необходимо перетащить мышью его угол или границу. Указатель мыши устанавливается на линии границы окна. Он приобретает вид двух соединенных между собой стрелок, направленных в противоположные стороны: вверх-вниз – при перемещении верхней или нижней границы окна и вправо-влево при перемещении правой или левой границы. Затем, удерживая левую кнопку мыши, перетаскивают рамку в требуемую сторону. Новый размер окна фиксируется после освобождения кнопки мыши.

Размер Основного окна изменяется одновременно по высоте и ширине при перетаскивании любого одного из его углов с помощью мыши. В этом случае указатель принимает вид двунаправленной стрелки, расположенной под углом к границам окна.

3.3. Перемещение Основного окна Комплекса


Для перемещения окна указатель устанавливается на строке заголовка и, удерживая левую кнопку мыши, перетаскивают окно в требуемое положение. Во время перемещения Основное окно имеет вид рамки. Полноэкранное Основное окно не перемещается.

3.4. Работа с несколькими Комплексами

Для работы с несколькими проектами необходимо запустить Комплекс так, как это было описано в п.2.4., затем щелкнуть кнопку  и свернуть Основное окно, а затем еще раз запустить Комплекс. После этого на экране монитора будет отображено окно редактирования второго активного Комплекса. Атрибуты первого открытого, но не активного в данный момент Комплекса будут размещены на панели статуса Windows. Для



активизации этого приложения необходимо щелкнуть по кнопке, на которой размещены его атрибуты.

При необходимости иметь на экране окна редактирования обоих открытых приложений нужно щелкнуть кнопку  восстановления стандартного размера окна, а затем уменьшить размеры активного окна системы так, чтобы оно занимало примерно половину экрана монитора (см.п.3.2). После этого нужно активизировать второе приложение, кнопка которого расположена на панели статуса Windows, и проделать те же манипуляции с открывшимся окном второго приложения. В результате на экране будут отображены окна редактирования двух приложений.

3.5. Главное меню программного комплекса

3.5.1. Обзор главного меню

Главное меню Комплекса включает в себя следующие два пункта:

- "File" – работа с файлами проектов;
- "Help" – вызов справочной информации о ПК АСМ СЗМА.

3.5.2. Работа с главным меню

Каждый пункт главного меню может быть сделан активным. Для этого достаточно выбрать его курсором мыши и нажать левую клавишу. После этого открывается список команд данного пункта меню. Списки команд пунктов главного меню Комплекса приведены на рис.3.

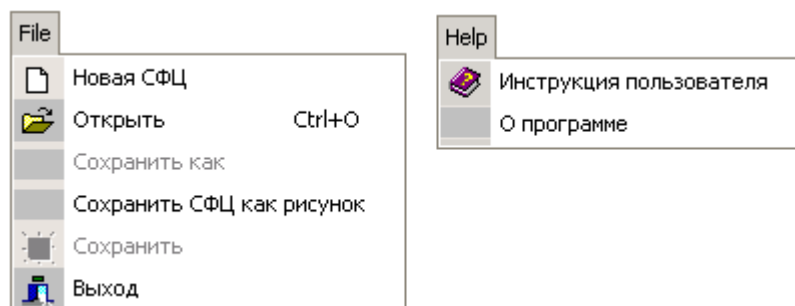


Рис.3. Команды пунктов главного меню

Доступные в текущий момент команды представляются в главном меню выделенным (ярким) шрифтом, а недоступные – шрифтом с затенением. Перемещение по списку подменю, выбор и включение нужной команды производится либо с помощью указателя мыши, либо с помощью клавиатуры, используя клавиши перемещения курсора по вертикали.



Другой способ включения команд меню состоит в нажатии клавиши {Alt} и одновременно клавиши с буквой, которая на экране (см. рис.3) подчеркнута снизу в названии нужного пункта главного меню. При этом необходимо, чтобы на клавиатуре компьютера был установлен латинский регистр.

3.5.3. Команды пункта "File" главного меню

Данный пункт главного меню включает совокупность команд для управления работой с файлами.

На рис.3. показаны команды подпункты меню "File". Справа от команд приведены сочетания клавиш, которые необходимо нажать для активизации этой команды без использования мыши.

Назначение команд главного меню "File" показано в табл.1.

Таблица 1.

Команда	Действие
Новая СФЦ	Открывает новое поле "Окна ввода СФЦ" (см. рис.1) для построения графа новой СФЦ системы.
Открыть	Вызывает стандартное диалоговое окно "Открыть файл", с помощью которого в Комплекс загружается ранее подготовленная и сохраненная СФЦ.
Сохранить как	Вызывает стандартное диалоговое окно "Сохранить как", с помощью которого пользователь вводит имя файла и сохраняет разработанную СФЦ.
Сохранить СФЦ как рисунок	Выполняет сохранение изображения "Окна ввода СФЦ" в файле .bmp
Сохранить	Сохраняет измененную СФЦ в файле с ранее заданным именем.
Выход	Завершение работы Комплекса.

3.5.4. Команды пункта "Help" главного меню

Данный пункт главного меню включает совокупность команд вывода справочной информации о ПК АСМ СЗМА. Он включает команды, приведенные в табл.2.

Таблица 2.

Команда	Действие
Инструкция пользователя	Вызывает справочную систему Комплекса
О программе	Вызывает информационное окно "О программе ПК АСМ СЗМА".



3.6. Панель, дублирующая пункты основного меню

Данная панель располагается на третьей строке Основного окна Комплекса (см. рис.1) и представлена на рис.4.

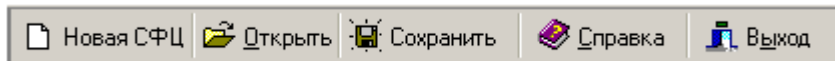


Рис.4. Активизация пункта "File" главного меню

Быстрые кнопки данной панели дублируют команды пункта "File" главного меню (см. рис.3 и п.3.5).

3.7. Панель инструментов (кнопок быстрого доступа)

На четвертой сверху строке Основного окна Комплекса (см. рис.1) располагается панель группы кнопок быстрого доступа. Они используются для управления процессом ввода и корректировки графа СФЦ исследуемой системы. Назначение кнопок быстрого доступа указано в табл.3.

Таблица 3

Кнопка	Подсказка	Назначение	Режим
1	2	3	4
	Выбор	Устанавливает режим графа "Выбор"	Режим выбора
	Функциональная вершина	Устанавливает режим графа для ввода функциональной вершины.	Режим узла
	Фиктивная вершина	Устанавливает режим графа для ввода фиктивной вершины.	
	Текст	Устанавливает режим графа для ввода пояснительного текста.	Режим текста
	Ребро	Устанавливает режим графа для ввода ребра между вершинами.	Режим ребра
	Удалить	Устанавливает режим графа для удаления объекта из СФЦ.	Режим удаления
	Изменить размеры окна	Вызывает окно изменения размеров области ввода СФЦ.	---
	Загрузка картинки-подложки	Вызывает окно выбора файла с картинкой - подложкой.	
	Показывать сетку	Вызывает режим координатной сетки для размещения объектов в окне ввода СФЦ	



3.8. Панель статуса системы

На рис.5. представлена Статусная строка Комплекса, расположенная в самой нижней часть Основного окна.

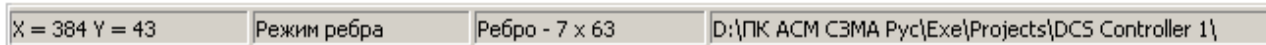


Рис.5. Статусная строка Комплекса

Статусная строка состоит из четырех частей:

- В первой секции высвечиваются координаты точки рабочего поля Окна ввода СФЦ, на которую указывает, в данный момент, указатель мыши. Отображение координат производится в пикселях относительно левого верхнего угла рабочего поля Окна ввода СФЦ. Смена значений координат происходит во время перемещения мыши в рабочем поле (области ввода СФЦ);
- Во второй секции отображается текущий режим обработки графа СФЦ. Он определяется последней нажатой кнопкой панели быстрого доступа. Наименования режимов приведены в последнем столбце табл.3;
- В третьей секции статусной строки отображается номер выбранной пользователем (активной) вершины или выбранного пользователем ребра графа СФЦ;
- В четвертой секции отображается полный путь к рабочей папке, в которой размещаются сохраненные папки проектов с файлами СФЦ и результатов моделирования и расчетов.



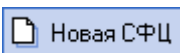
Глава II. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ СФЦ

4. Основы работы

В Комплексе реализована возможность графического ввода и сохранения новых, а также открытие и редактирование ранее разработанных и сохраненных схем функциональной целостности систем.

4.1. Создание и сохранение СФЦ

4.1.1. Создание новой СФЦ

Для создания новой СФЦ необходимо активизировать команду главного меню "File→Новая СФЦ" (см. рис.3) или нажать кнопку  на панели, дублирующей пункты главного меню (см. п.3.6). После этого в Окне ввода СФЦ открывается рабочее поле графического ввода новой СФЦ. При этом Окно ввода СФЦ окрашивается в белый цвет, как показано на рис.6, и становятся доступными кнопки управления процессом построения графа СФЦ системы.

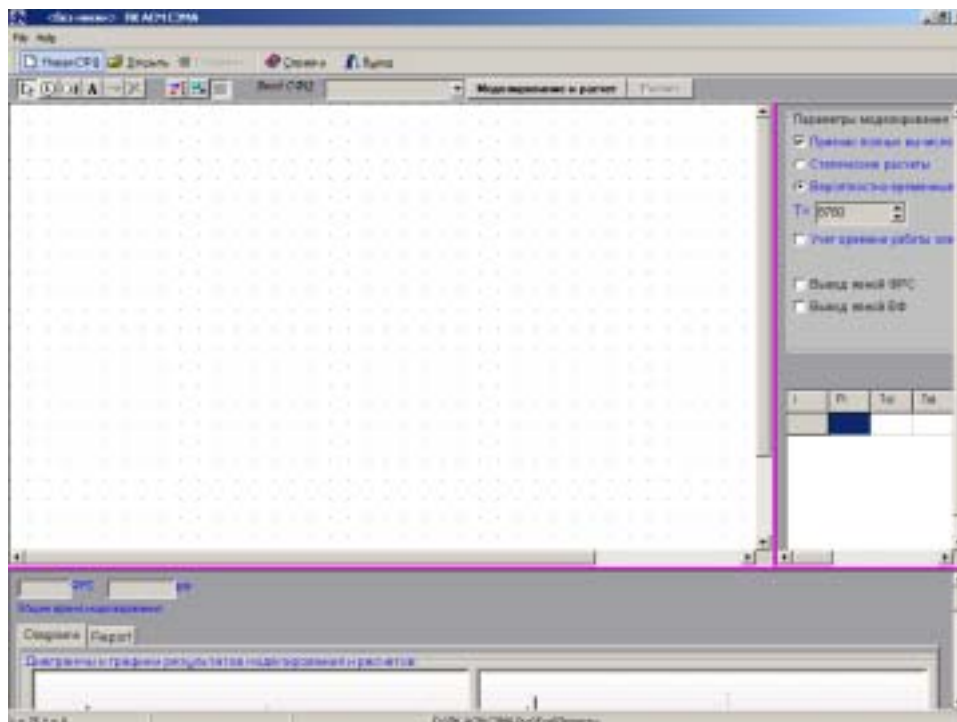


Рис.6. Главное окно после включения кнопки "Новая СФЦ"



Стандартный исходный размер рабочего поля ввода СФЦ устанавливается в 995 на 585 пикселей.

4.1.2. Сохранение созданной СФЦ

Если СФЦ сохраняется первый раз, то пользователь должен включить команду "File→Сохранить как" главного меню (см. рис 3). При этом вызывается стандартное диалоговое окно, изображенное на рис.7.

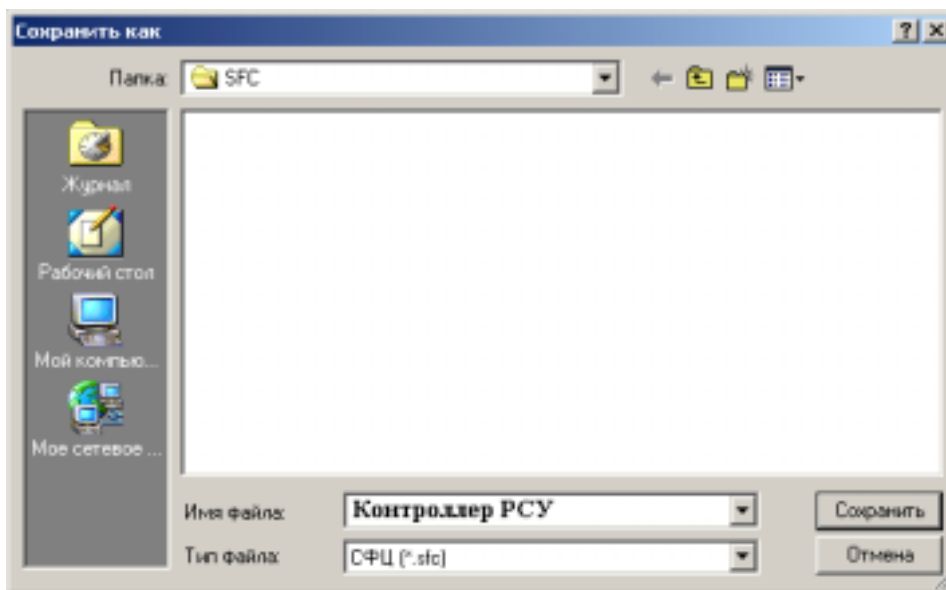
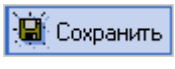


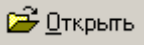
Рис.7. Диалоговое окно сохранения СФЦ

В строке "Имя файла" пользователь должен записать имя файла, в котором будет сохранена СФЦ. Стандартное расширение этого файла ".sfc" программа подставляет автоматически. Затем необходимо нажать кнопку "Сохранить". Если пользователь передумал сохранять СФЦ, то необходимо нажать кнопку "Отмена".

Если СФЦ уже была сохранена, то после внесения изменений ее можно сохранить путем включения команды "File→Сохранить" или нажав кнопку  на панели, дублирующей пункты основного меню (см. п.3.6). При этом окно для ввода имени файла не вызывается, СФЦ сохраняется в том файле, в котором она была сохранена первый раз.



4.2. Открытие и редактирование ранее разработанной СФЦ

Открыть ранее разработанную и сохраненную СФЦ можно двумя способами – командой " File→Открыть" главного меню (см. рис.3) и с помощью кнопки  на панели, дублирующей пункты главного меню (см. п.3.6). В результате этих действий открывается стандартное диалоговое окно, показанное на рис.8.

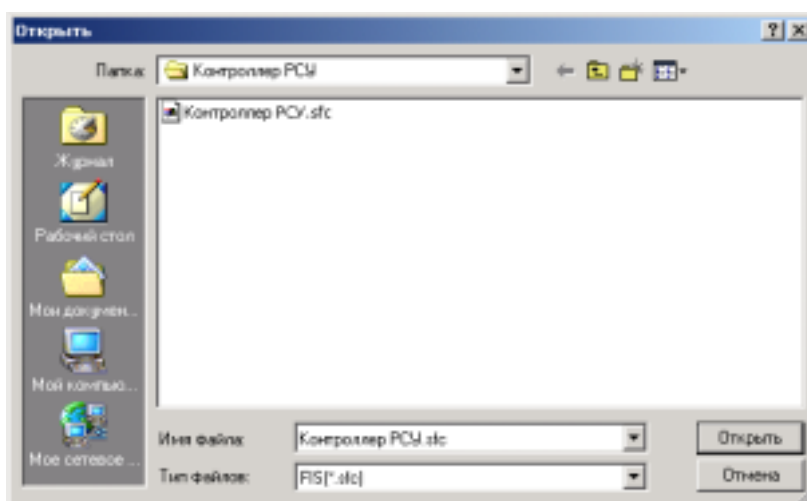



Рис.8. Диалоговое окно открытия СФЦ

В области выбора необходимого файла отображается список папок ранее сохраненных СФЦ. Для каждой СФЦ сформирована отдельная папка. Поэтому, выбрав необходимую СФЦ, пользователю необходимо войти в выбранную папку путем двойного нажатия левой клавиши мыши. В окне появится имя файла с расширением "*имя.sfc*". Выбрав этот файл с помощью мыши, необходимо нажать кнопку "Открыть". Если же пользователь передумал открывать файл, то нажимается кнопка "Отмена".

4.3. Изменение размеров области ввода СФЦ

Если пользователь вводит СФЦ большой размерности, ему может не хватить места в области ввода и редактирования размера 995 на 585 пикселей, установленного по умолчанию. Для увеличения размеров рабочего поля Окна ввода СФЦ необходимо нажать кнопку  (Изменить размеры окна) на панели инструментов (см.рис.2). Открывается диалоговое окно, изображенное на рис.9.



Первоначально, ползунки диалогового окна установлены в положение, соответствующее размерам области ввода СФЦ, задаваемой по умолчанию. Перемещая ползунки с помощью указателя мыши, пользователь может установить требуемый размер области ввода СФЦ. В процессе перетаскивания изменяющиеся числа в статусной строке показывают текущие размеры изменяемой области в пикселях.

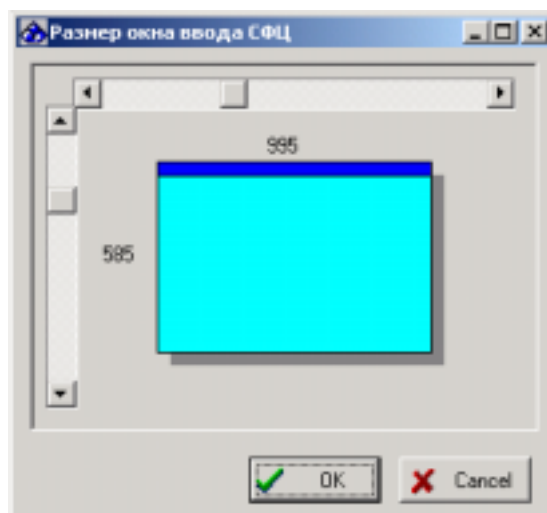


Рис.9. Диалоговое окно изменения размеров области ввода СФЦ


После установки новых размеров области ввода СФЦ, нажимается кнопка "Ок". Диалоговое окно закрывается, и рабочая область Окна ввода СФЦ изменяет свои размеры. При нажатии кнопки "Отмена", размеры рабочей области Окна ввода СФЦ остаются прежними.

Если после установки новых размеров область ввода не помещается на экране дисплея, то автоматически появляются необходимые полосы прокрутки, с помощью которых можно вызвать на экран различные части СФЦ большой размерности.

4.4. Загрузка фонового рисунка

В Комплексе предусмотрена возможность загрузки заранее подготовленного рисунка в качестве фона рабочего поля Окна ввода СФЦ. Рисунок разрабатывается в отдельном редакторе и хранится в файле. Для его загрузки необходимо нажать на панели быстрого



доступа Главного окна (см.рис.2) левой клавишей мыши кнопку  (Загрузка картинki-подложки). Откроется диалоговое окно загрузки файла с рисунком, изображенное на рис.10. Необходимо выбрать требуемый файл с картинкой и нажать кнопку "Открыть". Рисунок будет загружен в рабочую область Окна ввода СФЦ. При этом размеры области ввода СФЦ станут равными размерам подготовленной картинki. Для отказа от загрузки картинki необходимо нажать кнопку "Отмена".

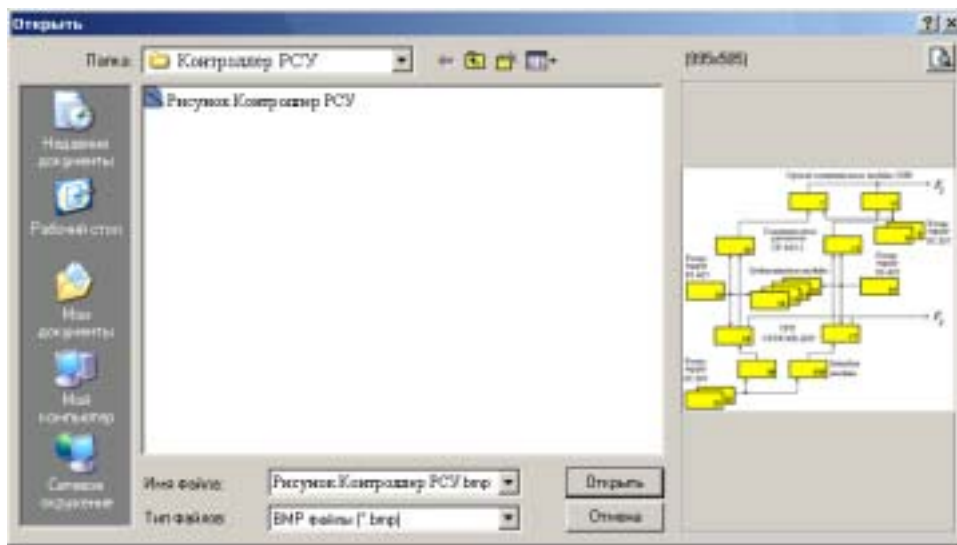


Рис.10. Диалоговое окно загрузки файла картинki-подложки

5. Работа с основными объектами Окна ввода СФЦ

Во время ввода и редактирования СФЦ в Комплексе используются следующие основные графические объекты:


- функциональная вершина, которая на графе СФЦ представляет элементы системы;
- фиктивная вершина, которая не представляет элементов системы, а используется для отображения в СФЦ сложных логических связей и отношений между элементами;
- соединительное ребро, которое представляет в СФЦ логические связи и отношения между элементами и подсистемами;
- эквивалентированная функциональная вершина, которая представляет в основном графе СФЦ подсистему, состав элементов и структура которой описываются с помощью отдельного подграфа СФЦ второго уровня;
- пояснительный текст, с помощью которого на графах СФЦ системы представляются различные заголовки, комментарии и пояснения.




5.1. Работа с функциональными и фиктивными вершинами

В программном Комплексе работа с функциональными и фиктивными вершинами примерно одинакова и различается только кнопками установки режимов обработки "Функциональная вершина" и "Фиктивная вершина" на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2 и табл.3). Остальные действия над вершинами одинаковые.

5.1.1. Ввод функциональных и фиктивных вершин в граф СФЦ

Для ввода в СФЦ функциональной вершины пользователю необходимо нажать левой кнопкой мыши кнопку  на панели кнопок быстрого доступа. После нажатия эта кнопка фиксируется и устанавливается "Режим вершины". Затем, перемещая указатель мыши в рабочее поле Окна ввода СФЦ, выбирается место установки вершины и нажатием левой клавиши мыши выполняется ее ввод в граф СФЦ. В выбранном месте рабочего поля Окна ввода СФЦ появляется новая вершина, которой по умолчанию автоматически присваивается очередной порядковый номер.

Для ввода фиктивной вершины пользователь нажимает кнопку . Все остальные действия те же.

5.1.3. Изменение цвета фона вершины

Для придания СФЦ большей наглядности и информативности возможно изменение цвета фона вершин. Для этого указатель мыши наводится на выбранную вершину и нажимается правая клавиша. Рядом с выбранной вершиной появляется вспомогательное всплывающее меню, вид которого приведен на рис.11.

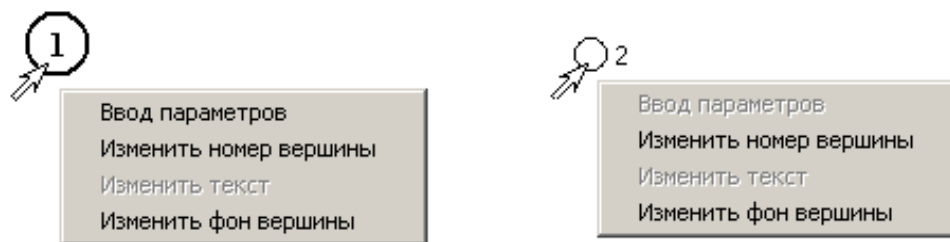


Рис.11. Контекстные меню функциональной и фиктивной вершины

Затем включается пункт меню "Изменить фон вершины", после чего на экране появляется стандартное диалоговое окно выбора цвета, представленное на рис.12.

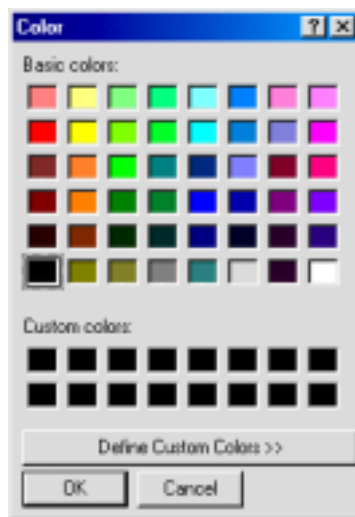


Рис.12. Диалоговое окно выбора цвета.

В этом окне выбирается новый цвет окраски фона вершины и нажимается кнопка "Ок". Окно закрывается, и фон вершины окрашивается в выбранный цвет. При выборе кнопки "Отмена" окно закрывается, и цвет фона вершины остается прежним.

5.1.4. Изменение номера вершины

Основная СФЦ системы и каждая из СФЦ подсистем (эквивалентированных вершин) могут содержать функциональные и фиктивные вершины со схемными номерами от 1 до 999 включительно. В рамках этого диапазона схемные номера вершин могут назначаться произвольно. Не допускается использование одинаковых номеров у разных вершин одной СФЦ.

При вводе новых вершин в СФЦ (см. п.5.1.1) их схемные номера устанавливаются автоматически в порядке возрастания. На любом этапе построения СФЦ номера вершин можно изменять. Для этого указатель мыши наводится на выбранную вершину и нажимается правая клавиша. Рядом с выбранной вершиной появляется вспомогательное всплывающее меню, вид которого приведен на рис.11. В этом меню включается пункт "Изменить номер вершины". После этого рядом с выбранной вершиной появляется поле редактирования номера, показанное на рис.13.

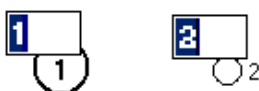


Рис.13. Поля редактирования номеров вершин



В поле редактирования вводится новый номер вершины с помощью цифровых клавиш клавиатуры. Затем нажимается кнопка "Enter" на клавиатуре, номер вершины изменяется, а поле редактирования исчезает.

В процессе присвоения очередного или ввода нового номера вершины Комплекс выполняет автоматическую проверку на наличие в СФЦ вершины с таким же номером. Если такая вершина в схеме уже существует, то изменение номера не выполняется, а на экран выводится предупреждение, вид которого приведен на рис.14.

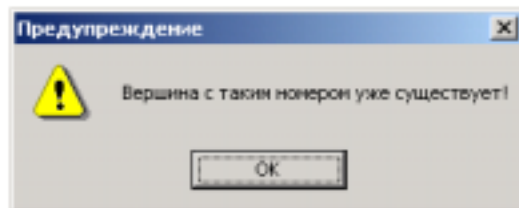



Рис.14. Окно предупреждения

После закрытия этого окна (кнопка "ОК") вновь появляется поле редактирования номера вершины (см. рис.13), в которое необходимо ввести другой номер. Так продолжается до тех пор, пока не будет введен номер, которого нет ни у одной вершины в уже построенной части данной СФЦ.

5.2. Работа с ребрами

5.2.1. Ввод ребра

Для ввода ребра, соединяющего две вершины в СФЦ, необходимо нажать кнопку  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2 и табл.3). Эта кнопка при нажатии фиксируется и устанавливается Режим ребра. Затем необходимо выбрать начальную вершину графа (из которой должно исходить ребро), навести на нее указатель мыши, нажать и удерживать левую клавишу. Не отпуская левой клавиши выполнить протягивание указателем мыши (траектория отмечается пунктиром) до конечной вершины (в которую должно заходить ребро) и отпустить клавишу. Между выбранными вершинами протягивается пунктирный контур будущего ребра, а рядом появляется окно с кнопками выбора типа ребра. Эта ситуация изображена на рис.15.а.

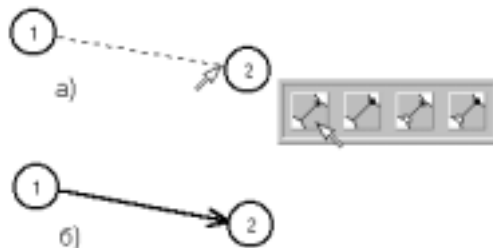



Рис.15. Пример ввода ребра в СФЦ

Далее необходимо привести и щелкнуть указателем мыши на нужной кнопке окна. Выбранный тип ребра будет установлен между вершинами (см. рис.15.б).

5.2.2. Удаление вершин и ребер СФЦ

Для удаления какой-либо вершины или ребра в графе СФЦ необходимо сначала нажать кнопку  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2 и табл.3). Кнопка фиксируется. Затем, указатель мыши наводится на удаляемую вершину или ребро, и нажимается левая кнопка мыши. На экране появится диалоговое окно подтверждения удаления, изображенное на рис.16.

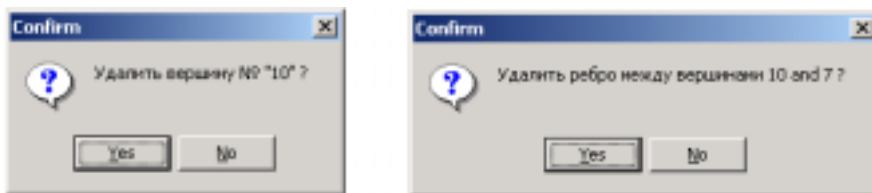



Рис.16. Диалоговые окна подтверждения удаления вершины и ребра

При нажатии кнопки "Yes", выбранная вершина или ребро из СФЦ удаляется. При выборе кнопки "No" удаление отменяется.

5.2.3. Перемещение вершин и ребер в СФЦ

Все введенные функциональные и фиктивные вершины можно перемещать в любое место рабочего поля Окна ввода СФЦ. Для этого необходимо нажать кнопку  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2). После нажатия кнопка фиксируется и устанавливается "Режим выбора". Затем надо привести указатель мыши на перемещаемую вершину, нажать и удерживать левую клавишу мыши. Не отпуская клавишу, перетащить вершину в новое место. После отпущения клавиши вершина устанавливается на новом



месте. При этом автоматически перерисовываются все заходящие в вершину и исходящие из перемещенной вершины ребра.

5.3. Работа с пояснительным текстом

Объекты подготовки пояснительного текста предназначены для ввода в СФЦ различных заголовков, комментариев, наименований и т.п.

5.3.1. Ввод текста в рабочее поле Окна ввода СФЦ

Для ввода в СФЦ пояснительного текста необходимо нажать левой клавишей мыши кнопку **A** на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2). После нажатия эта кнопка фиксируется, и в Комплексе устанавливается "Режим текста". Перемещая указатель мыши в рабочем поле Окна ввода СФЦ, выбирается место ввода текста и нажимается левая клавиша мыши. Появляется специальное диалоговое окно ввода текста, вид которого изображен на рис.17.

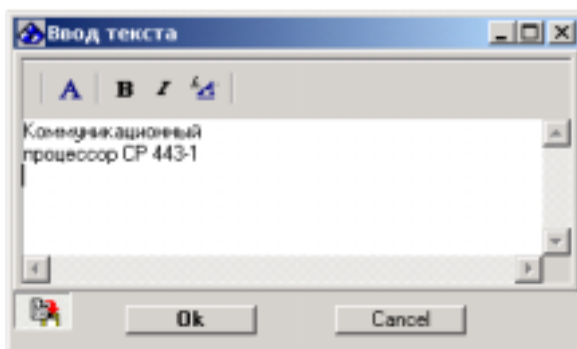


Рис.17. Окно ввода и редактирования пояснительного текста

5.3.2. Выбор шрифта для пояснительного текста

Для выбора типа, размера и цвета шрифта, с помощью которого будет выводиться пояснительный текст, используются кнопки **A**, **B**, **I**, **U** окна ввода и редактирования. При нажатии кнопки **A** открывается стандартное диалоговое окно установки шрифта, изображенное на рис.18. Оно предоставляет пользователю все стандартные средства установки типа, размера и цвета шрифта пояснительного текста.

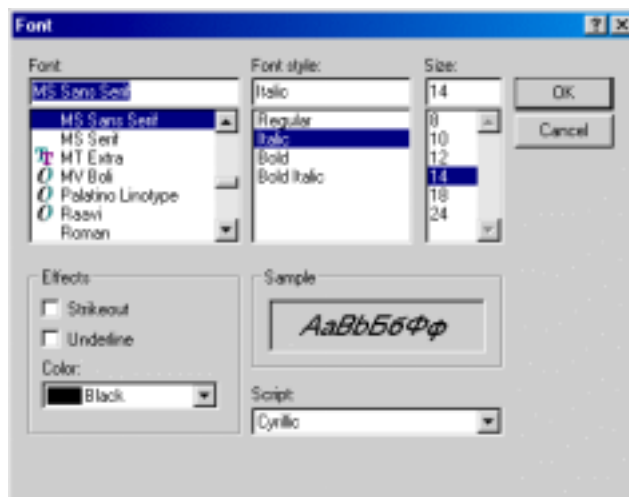



Рис.18. Стандартное диалоговое окно установки типа шрифта

Следующие три управляющие клавиши окна ввода и редактирования текстов  предназначены для быстрой установки начертания шрифта - жирный, курсив и подчеркнутый соответственно.

Установка заданного шрифта производится после нажатия кнопки "Ок" в окне ввода и редактирования (см. рис.17). Установку нового шрифта может выполняться в любой момент - до, в процессе и после набора пояснительного текста.

5.3.3. Редактирование пояснительного текста

5.3.3.1. Ввод и редактирование текста

Ввод текста в рабочее поле окна (см. рис.17) осуществляется с помощью клавиатуры. Реализованные в Комплексе функции ввода текста соответствуют возможностям простого текстового редактора (ввод, удаление, копирование с помощью буфера обмена, многострочность). На рис.19 приведен пример ввода в рабочее поле СФЦ системы заголовков и пояснительных текстов

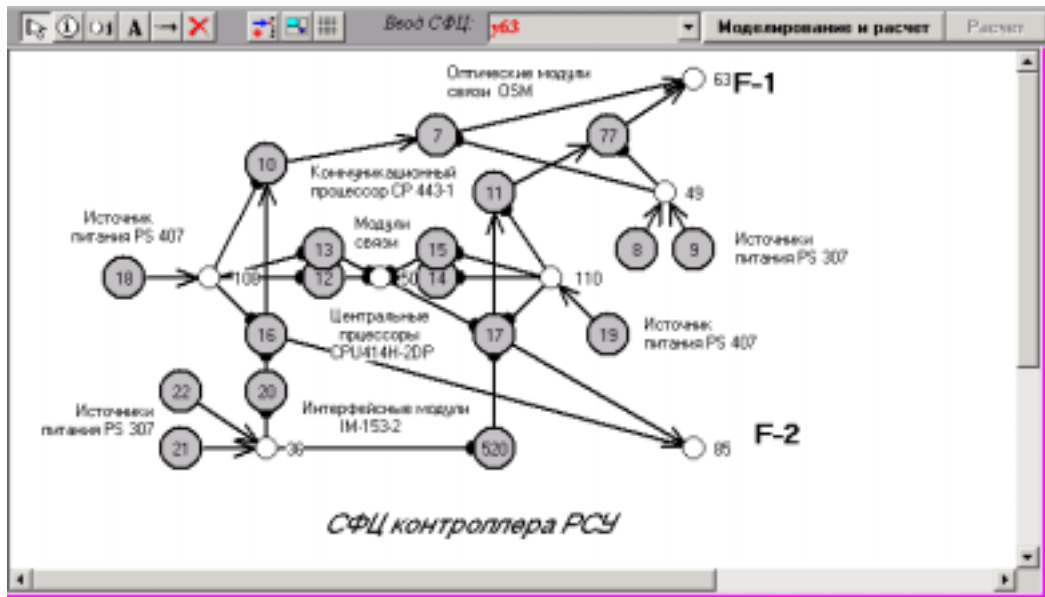



Рис.19. Пример ввода текстов рабочее поле окна СФЦ

Если в окне ввода включить управляющую кнопку  (см. рис.17), то при всех следующих вызовах нового окна редактирования в нем будет высвечиваться сохраненный предыдущий текст. Его можно откорректировать, и установить в новое место рабочего поля Окна ввода СФЦ. Если управляющую кнопку отключить, то при следующих вызовах в окне редактирования предыдущий текст высвечиваться не будет.

Для корректировки текста, который уже был установлен в область ввода СФЦ, необходимо привести указатель мыши на этот текст и нажать правую клавишу. На экране появится контекстное меню, изображенное на рис.20.

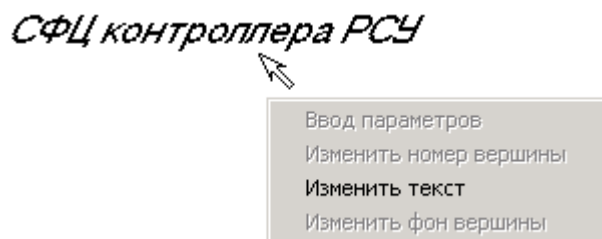



Рис.20. Контекстное меню для текста

После включения команды меню "Изменить текст", открывается окно ввода и редактирования (см. рис.17) с выбранным текстом. Далее оно редактируется и с помощью клавиши "Ок" устанавливается на прежнее место Окна ввода СФЦ.



5.3.3.2. Удаление пояснительного текста

Удаление пояснительного текста осуществляется аналогично удалению вершин и ребер СФЦ (см. п.5.5.2). Для этого необходимо нажать кнопку  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2 и табл.3). Кнопка фиксируется. Затем указатель мыши наводится на область текста, который необходимо удалить, и нажимается левая кнопка мыши. На экране появится диалоговое окно подтверждения удаления, изображенное на рис.21.

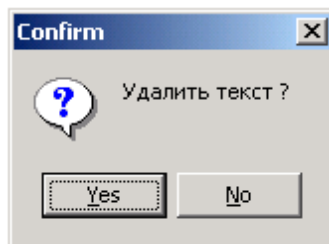



Рис.21. Диалоговое окно подтверждения удаления текста

Если нажать кнопку "Yes", то текст будет удален. При нажатии кнопки "No" текст не удаляется.

5.3.3.3. Перемещение пояснительного текста


Отдельно сформированный текст может быть перемещен в любое место рабочего поля Окна ввода СФЦ. Для этого необходимо нажать кнопку  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2). После нажатия кнопка фиксируется и устанавливается "Режим выбора". После наведения указателя мыши на перемещаемый текст, нажимается и удерживается левая клавиша мыши. Выполняется перемещение указателя мыши, в процессе которого выбранный фрагмент текста преобразуется в прямоугольную область и перетаскивается на новое место. После отпущения левой клавиши текст перемещается на выбранное новое место.

5.4. Работа с эквивалентированными вершинами

Любая функциональная вершина основного графа СФЦ (он разрабатывается в Основном окне ввода СФЦ) может быть сделана эквивалентированной. Это означает, что данная вершина представляет подсистему, структура которой задается соответствующим подграфом СФЦ. Эти подграфы СФЦ эквивалентированных элементов строятся в специальном окне Комплекса.



5.4.1. Задание эквивалентированной вершины в основной СФЦ

На рабочем поле Основного окна ввода СФЦ выбирается функциональная вершина, которую необходимо сделать эквивалентированной. С помощью мыши нажимается клавиша  на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2). Устанавливается "Режим вершины" основного графа СФЦ. Затем, наведя на выбранную функциональную вершину указатель мыши, необходимо левой клавишей выполнить "двойной клик" (осуществить двойное нажатие). Появится запрос, приведенный на рис.22.

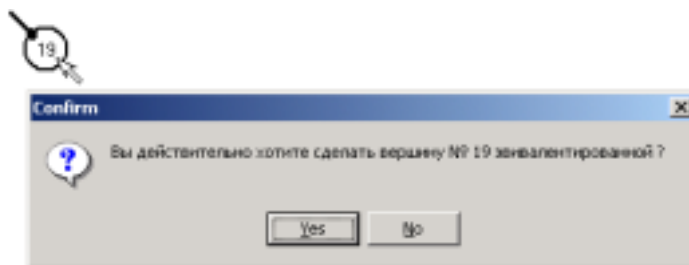


Рис.22. Окно запроса на ввод эквивалентированной вершины

Для ввода эквивалентированной вершины нажимается кнопка "Yes". На экране появляется специальное окно ввода подграфа СФЦ эквивалентированной вершины. Вид этого окна приведен на рис.23.

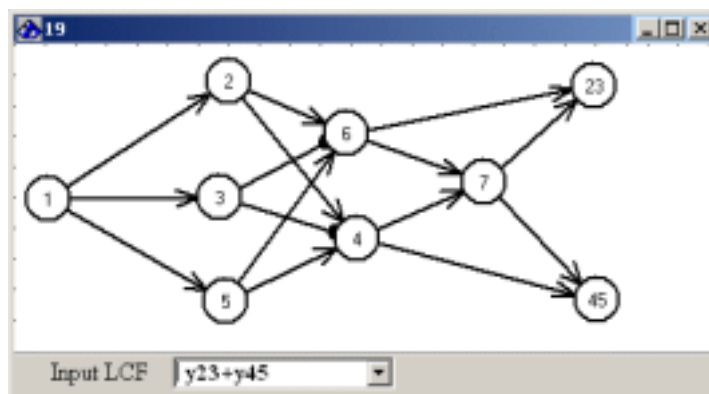


Рис.23. Окно ввода подграфа эквивалентированной вершины СФЦ

Это окно состоит из трех частей:

- Заголовок, расположенный в верхней части окна. В заголовке высвечивается номер эквивалентированной вершины основного графа СФЦ;




- Поле ввода и редактирования подграфа СФЦ эквивалентированного элемента, расположенное в средней части окна;
- Поле ввода логического критерия функционирования для данного подграфа, которое находится в нижней части окна.

В поле ввода и редактирования подграфа, ввод функциональных и фиктивных вершин, ребер и пояснительного текста осуществляется также, как и в основном графе СФЦ. Здесь в полном объеме действуют правила, описанные в п.п.5.1 -5.3 .

После завершения построения подграфа СФЦ в поле ввода ЛКФ выполняется запись подготовленного ЛКФ данной подсистемы, которая осуществляется по следующим правилам:

- Все ЛКФ записываются в дизъюнктивной нормальной форме (т.е. без использования круглых скобок);
- перед номером интегративной функции, входящей в состав ЛКФ, должна стоять прописная латинская буква "y", например, "y23";
- если в ЛКФ вводятся несколько интегративных функции, то в случае конъюнктивной связи они записываются подряд без пробела, например, "y23y45". При наличии дизъюнктивных связей все операции дизъюнкции обозначаются знаком "+", например, "y23+y45" (см.рис.23);
- если требуется ввести сразу несколько ЛКФ, то после ввода очередного ЛКФ нажимается клавиша "Enter" на клавиатуре. После этого окно редактирования очищается, а текущий ЛКФ заносится в список. Для просмотра списка ЛКФ необходимо нажать кнопку со стрелкой, направленной вниз, находящуюся справа от окна редактирования ЛКФ. Комплекс производит моделирование по ЛКФ, который находится в окне редактирования.

После окончания ввода СФЦ подграфа и записи ЛКФ необходимо нажать левой кнопкой мыши на кнопку  в верхнем правом углу окна. При этом специальное окно ввода подграфа СФЦ закрывается. Если перед закрытием окна не был введен ЛКФ для данного подграфа, то будет выдано предупреждение, представленное на рис.24.

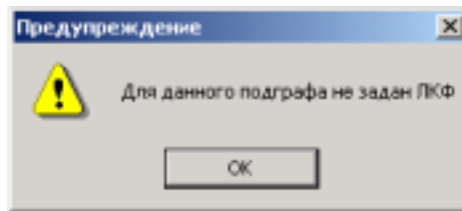



Рис.24. Окно предупреждения

После закрытия окна ввода подграфа эквивалентированная вершина в основном графе СФЦ будет помечена вторым кружком и примет вид, представленный на рис.25.




Рис.25. Вид эквивалентированной вершины в основном графе СФЦ

Если эквивалентированная вершина введена, то пользователь может просмотреть и при необходимости отредактировать подграф, относящийся к этой вершине. Для этого необходимо установить "Режим Вершины" (нажать кнопку  на панели кнопок быстрого доступа), навести указатель мыши на эквивалентированную вершину и осуществить двойное нажатие мыши. На экране появится окно ввода и редактирования СФЦ подграфа (см. рис. 23). После этого подграф СФЦ можно редактировать.

5.4.2. Удаление эквивалентированной вершины

Для удаления эквивалентированной вершины необходимо:

- нажать кнопку  на панели кнопок быстрого доступа;
- навести указатель мыши на эквивалентированную вершину и нажать левую клавишу.

На экране появится запрос, представленный на рис.26.

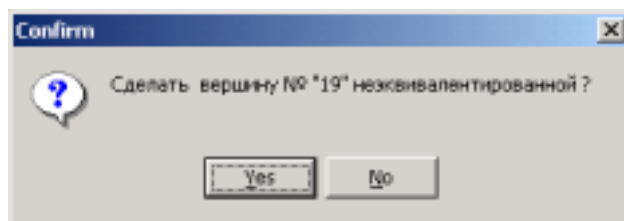


Рис.26. Запрос на удаление эквивалентированной вершины



- при нажатии кнопки "Yes" эквивалентированная вершина станет простой функциональной вершиной графа основной СФЦ; */обеспечить сохранение параметров!!!*
- при нажатии кнопки "No" эквивалентированная вершина останется без изменений.



Глава III. ВВОД ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ

6. Ввод и редактирование параметров элементов

В Комплексе существуют два средства для ввода и редактирования параметров элементов.

1. Строка ввода параметров элементов.

Указатель мыши наводится на функциональную вершину СФЦ и нажимается правая клавиша. На экране появляется контекстное меню, изображенное на рис.11 (слева). Включается пункт "Ввод параметров" этого меню. На экране появляется окно, изображенное на рис.27.

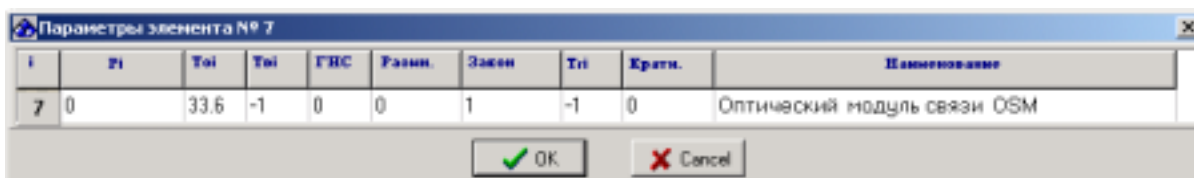


Рис.27. Строка ввода параметров элемента

2. Таблица ввода параметров элементов.

Те же параметры могут быть введены с помощью таблицы, расположенной в нижней части Окна ввода параметров и режимов (см. рис.2). Полностью эта таблица изображена на рис.28.

i	Pi	Toi	Tpi	ГНС	Разн.	Закон	Tpi	Кратн.	Описание событий
7	0	33.6	-1	0	0	1	-1	0	Оптический модуль связи DSM
8	0	148	-1	0	0	1	-1	0	Источник питания PS 307
9	0	148	-1	0	0	1	-1	0	Источник питания PS 307
10	0	20.6	-1	0	0	1	-1	0	Компьютеризированный процессор CP 443-1
11	0	20.6	-1	0	0	1	-1	0	Компьютеризированный процессор CP 443-1
12	0	150	-1	0	0	1	-1	0	Модуль связи
13	0	150	-1	0	0	1	-1	0	Модуль связи

Рис.28. Таблица ввода параметров элементов.

Если таблица скрыта, то получить к ней доступ можно, перемещая разделительные полосы линейки прокрутки в основном окне комплекса (см. рис.2).



Отдельная строка на рис.27 и все строки таблицы на рис.28 имеют одинаковую структуру и позволяют вводить значения следующих параметров элементов.

№ – номер i вершины СФЦ, представляющий данный элемент системы; элементы в эквивалентированных группах представляются составными номерами, где первым по порядку указывается номер эквивалентированного элемента в главной СФЦ системы, а вторым указывается номер элемента в подграфе эквивалентированной СФЦ;

P_i – статическая вероятность реализации исхода бинарного события, представленного в СФЦ вершиной i ;

T_{oi} – средняя наработка до отказа элемента i системы в годах;

T_{vi} – среднее время восстановления элемента i системы в часах; код "-1" означает, что элемент i невосстанавливаемый;

ГНС – номер группы несовместных событий, в которую входит элемент i ; код "0" означает, что элемент i является независимым, т.е. не входит ни в одну ГНС;

Размн. – признак размножения, равен номеру элемента i , который представлен в СФЦ несколькими размноженными вершинами; код "0" означает, что элемент i является неразмноженным;

Закон - в данной версии ПК АСМ СЗМА используются два кода:

"0" – в расчетах используются значения статических вероятностей, указанные в столбце " P_i ";

"1" – в расчетах используется экспоненциальный закон распределения времени безотказной работы элемента i с параметрами, указанными в столбцах " T_{oi} " и " T_{vi} ";

T_{gi} – собственное время работы элемента i (собственная наработка) в часах; код "-1" означает, что наработка элемента i принимается равной заданной наработке всей системы;

Кратн. – коэффициент кратности элемента i :

"0" - означает, что кратность у элемента i отсутствует;



целое положительное число "+n" - означает, что элемент i является подсистемой, состоящей из "n" однотипных элементов с заданными параметрами и работающими по логике "И" (конъюнктивная кратность);

целое отрицательное число "-n" - означает, что элемент i является подсистемой, состоящей из "n" однотипных элементов с заданными параметрами и работающими по логике "ИЛИ" (дизъюнктивная кратность);

Наименование – содержит краткую информацию об элементе i и характере соответствующего бинарного события (вершины СФЦ).

7. Установка режимов моделирования

Перед началом моделирования и расчетов необходимо задать режимы моделирования. Опции моделирования и расчетов сгруппированы на панели, расположенной в верхней части Окна ввода параметров и режимов (см. рис.2). Общий вид этой панели приведен на рис.29.

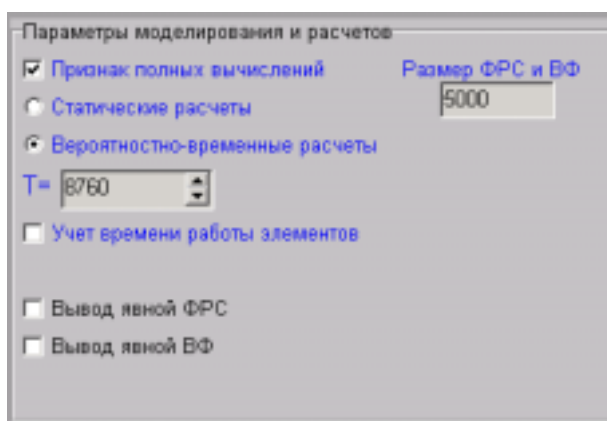


Рис.29. Панель ввода параметров моделирования и расчетов

На этой панели находятся следующие управляющие элементы:

- Независимый переключатель "Признак полных вычислений". При его включении Комплекс строит математические модели и выполняет расчеты общесистемных показателей надежности и безопасности (статической вероятности реализации критерия, вероятности безотказной работы или коэффициента готовности), а также определяет дополнительные характеристики - значимости и вклады всех элементов,



среднюю наработку на отказ и среднее время восстановления исследуемой системы. Если переключатель выключен, то дополнительные характеристики не вычисляются;

- Два зависимых переключателя "Статические расчеты" и "Вероятностно-временные расчеты". При включении первого зависимого переключателя (Статические расчеты) вычисления проводятся только на основе параметров P_i – заданных статических вероятностей реализации исходов бинарных событий, представленных в СФЦ функциональными вершинами. Графики законов распределений времени безотказной работы системы не строятся. Становятся невидимыми окно "Т=" ввода времени работы системы и переключатель "Учет времени работы элементов". При включении второго зависимого переключателя (Вероятностно-временные расчеты) вычисления проводятся на основе параметров T_{oi} , T_{vi} , заданной наработки системы и других временных характеристик. Строятся графики законов распределений времени безотказной работы системы;
- Окно "Т=" ввода времени работы всей системы (наработка системы) в часах. По умолчанию устанавливается значение 8760 часов (1 год наработки). При включении зависимого переключателя "Статические расчеты" (см. предыдущий абзац) данное окно ввода становится невидимым;
- Независимый переключатель "Учет времени работы элементов". Если он включен, то при выполнении вероятностно-временных расчетов учитываются заданные собственные времена работы элементов T_{gi} , которые меньше наработки системы, указанной в окне "Т=". Если данный переключатель выключен, то при выполнении вероятностно-временных расчетов собственные времена работы элементов не учитываются. При включении зависимого переключателя "Статические расчеты" данный независимый переключатель становится невидимым;
- Независимый переключатель "Вывод явной ФРС". Если данный переключатель включен, то в файл RezAcm.lst сохранения результатов будет записана построенная Комплексом логическая функция работоспособности системы в дизъюнктивной нормальной форме своего представления (перечень кратчайших путей успешного функционирования, минимальных сечений отказов или их комбинаций). Если данный переключатель выключен, то в файл результатов не записывается явная логическая ФРС, а указывается только ее размер (число конъюнкций);



- Независимый переключатель "Вывод явной ВФ". Если этот переключатель включен, то в файл RezAcsm.lst сохранения результатов будет записана построенная Комплексом вероятностная функция системы в форме многочлена. Если данный переключатель выключен, то в файл результатов явная ВФ не записывается, а указывается только ее размер (число одночленов).
- Окно "Размер ФРС и ВФ" предназначено для задания максимально-допустимого размера формируемых в ПК АСМ СЗМА логических и вероятностных функций (числа конъюнкций ФРС и/или одночленов ВФ). По умолчанию устанавливается значение 5000.



Глава IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ

7. Ввод и редактирование ЛКФ системы

Логический критерий функционирования вводится в окно редактирования "Ввод ЛКФ", которое расположено в Главном окне на панели кнопок быстрого доступа (см. рис.2) . Вид окна ввода и редактирования ЛКФ системы приведен на рис.30.

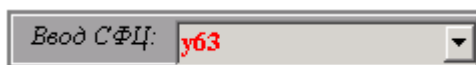


Рис.30. Окно ввода ЛКФ

Ввод осуществляется по следующим правилам:

- Перед номером интегративной функции, входящей в ЛКФ, должна стоять буква "у", например "у63";
- Если в ЛКФ входят несколько интегративных функций, то в случае их конъюнктивной связи они вводятся последовательно без пробела, например, "у63у85". В случае их дизъюнктивной связи знак "+", например, "у63+у85";
- Если требуется ввести сразу несколько ЛКФ, то после ввода очередного ЛКФ нажимается клавиша "Enter" на клавиатуре. Окно редактирования "Ввод ЛКФ" очищается, а очередной ЛКФ переносится в список. Затем можно ввести другой ЛКФ и также занести его в список. Для просмотра списка ЛКФ необходимо нажать указателем мыши кнопку со стрелкой направленной вниз, как это показано на рис.31. Следует помнить, что Комплекс производит моделирование и расчеты по ЛКФ, который находится в основном поле окна редактирования ЛКФ;

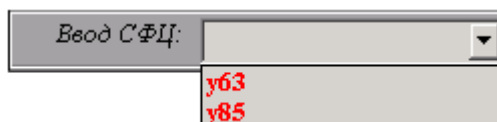


Рис.31. Просмотр списка ЛКФ



- Если пользователь ввел в ЛКФ номер интегративной функции, которого нет ни у одной из вершин основной СФЦ, то Комплекс, после включения клавиши "Моделирование и расчет" (см. рис.2), выдаст сообщение о неправильном вводе ЛКФ.

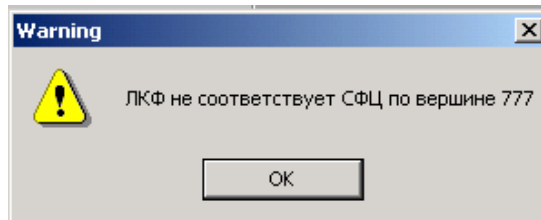


Рис.32. Сообщение о неправильном вводе ЛКФ

8. Автоматизированное моделирование и расчет

8.1. Начало моделирования

Автоматизированное моделирование и расчет показателей надежности и безопасности системы пользователь может начинать после ввода СФЦ, параметров элементов, задания режимов моделирования и записи логического критерия функционирования системы. Моделирование включается нажатием кнопки "Моделирование и расчет", расположенной на панели кнопок быстрого доступа Главного окна (см. рис.2). В процессе моделирования Комплекс сначала выполняет автоматическое построение логической функции работоспособности системы (реализации заданного ЛКФ). Процесс логического моделирования можно наблюдать по изменению значений счетчика числа конъюнкций формируемой ФРС, расположенного в верхней части Окна вывода результатов моделирования и расчетов (см. рис.2). Вид счетчика конъюнкций ФРС приведен на рис.33.

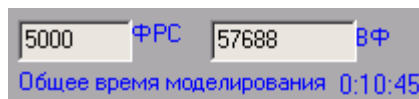


Рис.33. Счетчики размеров формируемых моделей и общего времени моделирования и расчетов

После окончания процесса построения логической ФРС Комплекс автоматически приступает к построению многочлена вероятностной функции. Размер формируемой ВФ начинает высвечиваться в окне второго счетчика числа одночленов ВФ (см. рис.2 и рис.33). Завершение процессов моделирования можно определить по прекращению изменений



значений размерностей в счетчика ФРС и ВФ. После этого Комплекс автоматически переходит к выполнению расчетов показателей надежности и безопасности исследуемой системы в целом.

9. Просмотр результатов моделирования и расчетов

На экране дисплея основные результаты моделирования и расчетов размещаются в специальном Окне вывода результатов моделирования и расчетов (см. рис.2). Для получения доступа ко всей информации, размещенной в этом окне, его необходимо развернуть на весь экран дисплея. Это выполняется путем перемещения горизонтальной разделительной полосы Основного окна Комплекса (см. рис.2) указателем мыши, а также использованием полос прокрутки.

В окне вывода результатов моделирования и расчетов представляется следующая информация:

- Данные о размерах сформированных ФРС и ВФ, которые фиксируются в окнах соответствующих счетчиков (см. рис.33);
- Общесистемные вероятностные характеристики надежности и безопасности, которые высвечиваются в верхней части Окна вывода результатов моделирования и расчетов;
- Страница "Диаграммы", на которой размещены окна вывода диаграмм значимостей, положительных и отрицательных вкладов элементов, и графиков вероятностно-временных характеристик надежности системы;
- Страница "Отчет", на которую выводится текст файла RezAcsm.lst сохранения результатов автоматизированного моделирования и расчетов.

9.1. Просмотр диаграмм значимостей и вкладов элементов

Общий вид окна вывода диаграмм значимостей и вкладов приведен на рис.34. По умолчанию сначала выводится диаграмма положительных вкладов элементов. Для просмотра других диаграмм необходимо нажать соответствующую кнопку управления видом диаграммы.

Окно масштабирования диаграмм (см. рис.34) предназначено для записи минимального абсолютного значения показателя роли элемента, который выводится на экран дисплея. Это позволяет исключить из диаграммы малозначимые столбцы и сделать ее более информативной.



Рис.34. Диаграмма положительных вкладов элементов

Следует помнить, что диаграммы значимостей и вкладов выводятся на экран дисплея только при включенном переключателе "Признак полных вычислений" (см. рис.29). В противном случае окно диаграммы значимостей и вкладов не формируется.

9.2. Просмотр графиков вероятностно-временных характеристик

Общий вид окна вывода вероятностно-временных графиков приведен на рис.35.



Рис.35. График вероятности безотказной работы системы



В зависимости от заданного режима вычислений в окне вывода могут отображаться графики вероятности безотказной работы невосстанавливаемой системы, функции готовности и вероятности первого отказа восстанавливаемой системы и вероятности готовности смешанной системы.

9.3. Просмотр отчета о результатах моделирования и расчетов

Для просмотра файла RezAcsm.lst сохранения результатов автоматизированного моделирования и расчетов необходимо выбрать закладку "Отчет", расположенную в верхней части окна результатов (см. рис.2). После этого на экране появляется текст отчета, примерный вид которого представлен на рис.36.

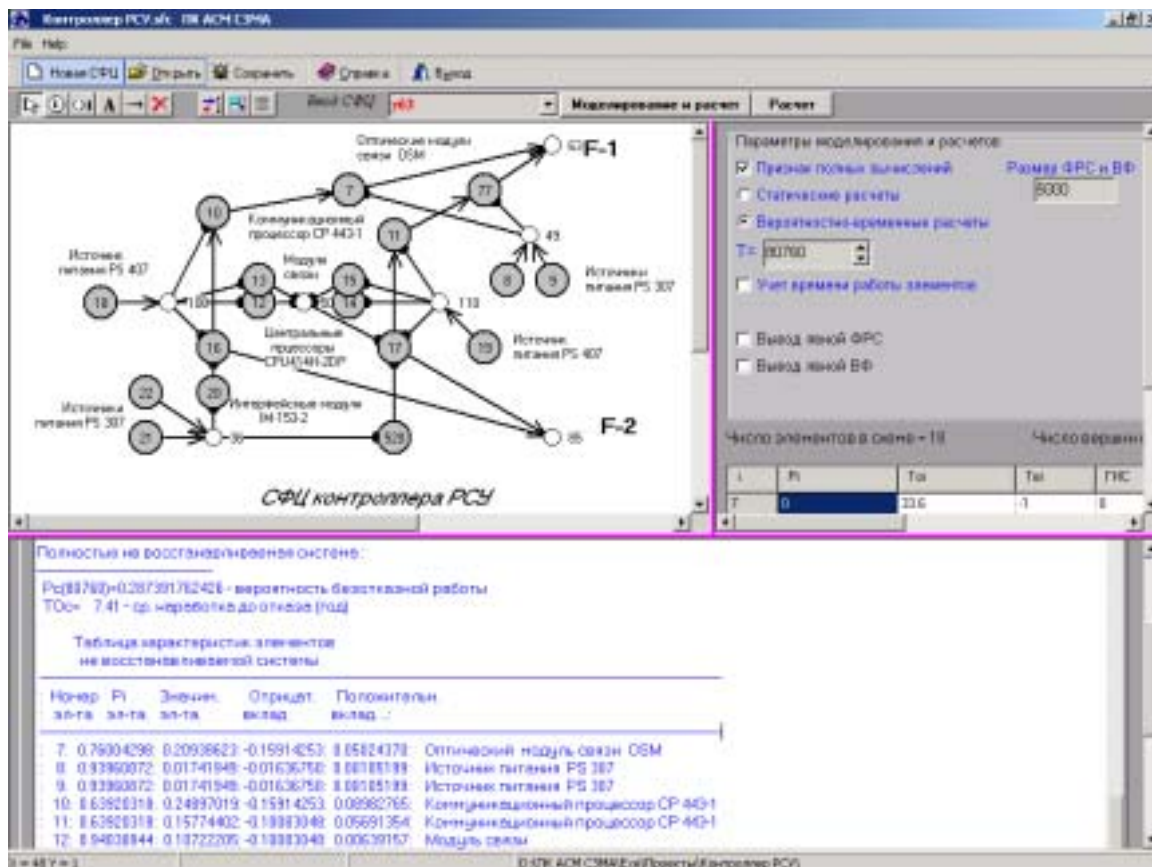


Рис.36. Фрагмент текстового отчета о результатах моделирования

При решении высокоразмерных задач моделирования файл результатов может не поместиться в окно выдачи отчета. Тогда его (файл RezACM.lst) можно просмотреть и использовать отдельно от ПК АСМ СЗМА, с помощью другого текстового редактора.



Глава V. ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ПК АСМ СЗМА

В качестве заключительного примера рассмотрим последовательность основных действий по подготовке и использованию ПК АСМ СЗМА для автоматизированного моделирования и расчета показателей опасности и безопасности АСУТП выполнения заправочной операции, описанной в РД 03-418-01 "Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов" Госгортехнадзора РФ.

10. Подготовительный этап

Исходными данными для постановки этой задачи являются [РД 03-418-01]:

- описание "Дерева отказов" заправочной операции;
- заданные вероятности исходных событий.

Эти данные приведены на рис.37 и в таблице 4.

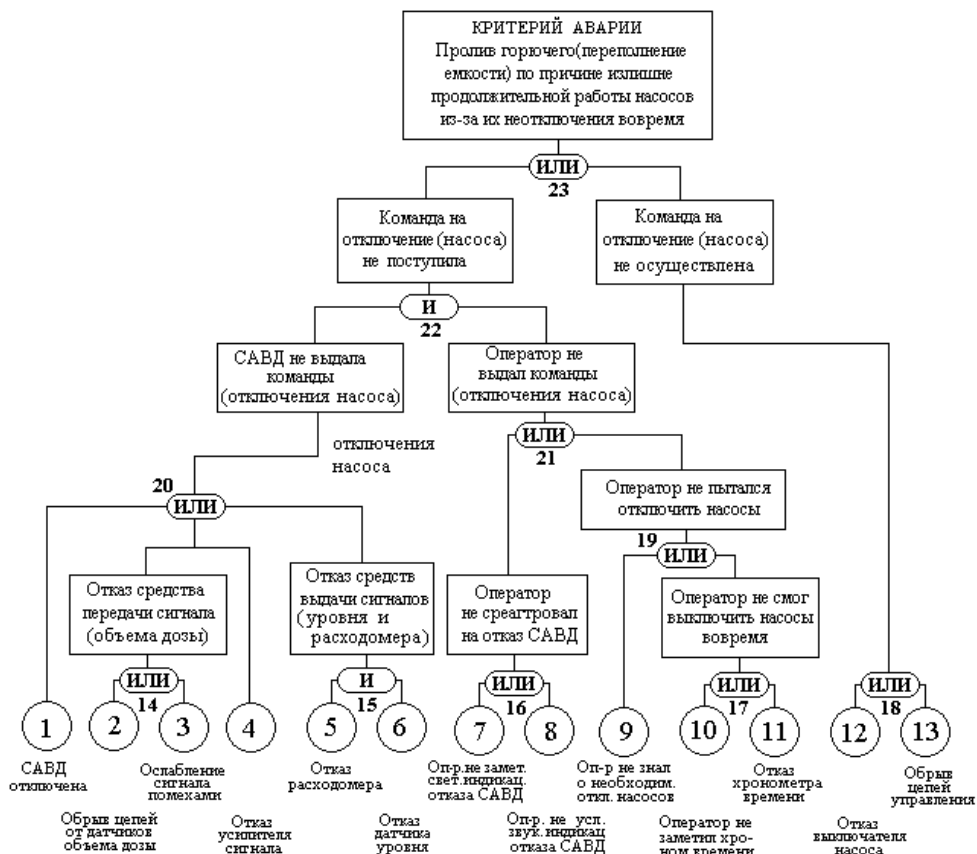


Рис.37. Дерево отказа заправочной операции



№ <i>i</i>	Исходные события "дерева отказа"	Вероятн. события P_i
1	Система автоматической выдачи дозы (САВД) оказалась отключенной	0,0005
2	Обрыв цепей передачи сигнала от датчиков объема дозы	0,00001
3	Ослабление сигнала выдачи дозы помехами	0,0001
4	Отказ усилителя-преобразователя сигнала выдачи дозы	0,0002
5	Отказ расходомера	0,0003
6	Отказ датчика уровня	0,0002
7	Оператор не заметил световой индикации о неисправности САВД	0,005
8	Оператор не услышал звуковой сигнализации об отказе САВД	0,001
9	Оператор не знал о необходимости отключения насоса по истечении заданного времени	0,001
10	Оператор не заметил индикации хронометра об истечении заданного времени заправки	0,004
11	Отказ хронометра	0,00001
12	Отказ автоматического выключателя электропривода насоса	0,00001
13	Обрыв цепей управления приводом насоса	0,00001

Для применения ПК АСМ СЗМА, на основе дерева отказов (см. рис.37) подготавливается СФЦ АСУТП заправочной операции. Подготовленная СФЦ изображена на рис.38.

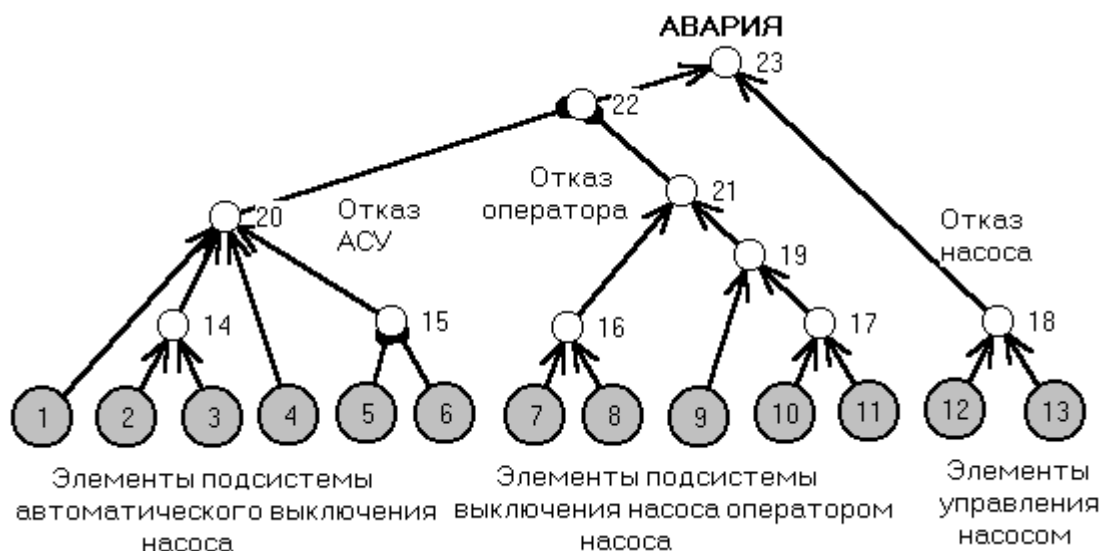


Рис.38. СФЦ аварии заправочной операции

Как видим, СФЦ на рис.38 подобна дереву отказов, приведенному на рис.37. Внешние отличия заключаются только в том, что логические связки "И" и "ИЛИ" дерева отказов (на рис.37 отмечены номерами 14-23) заменены в СФЦ на рис.38 фиктивными вершинами, с



аналогичными номерами и соответствующими конъюнктивными и дизъюнктивными заходящими дугами.

Для расчета вероятности возникновения аварии в процессе заправочной операции задается логический критерий возникновения аварии: $Y_{аварии} = y_{23}$

Вероятностные параметры безотказности элементов и свершения исходных событий указаны в таблице 4. Таким образом, все исходные данные для использования ПК АСМ СЗМА подготовлены.

11. Включение ПК АСМ СЗМА и ввод исходных данных

На этом этапе выполняются следующие основные действия (см. рис.1 и рис.2):

1. С помощью ярлыка (см. рис.1) производится включение ПК АСМ СЗМА.
2. Нажатием кнопки "Новая СФЦ" (см. рис.2) открывается новое рабочее поле Окна ввода СФЦ;
3. На рабочем поле Окна ввода СФЦ осуществляется построение графа СФЦ, изображенного на рис.38;
4. В столбец P_i таблицы параметров, расположенной в Окне ввода параметров и режимов, записываются вероятности событий модели заправочной операции, указанные в третьем столбце табл.4;
5. На панели ввода параметров моделирования и расчетов (см. рис.29) включаются переключатели: "Статические расчеты", "Вывод явной ФРС" и "Вывод явной ВФ".

После выполнения указанных действий Основное окно ПК АСМ СЗМА приобретает вид, изображенный на рис.39.

12. Моделирование и просмотр результатов

После подготовки и ввода исходных данных задачи анализа безопасности заправочной операции, автоматизированное структурно-логическое моделирование и расчет в ПК АСМ СЗМА включаются кнопкой "Моделирование и расчет", расположенной на панели быстрого доступа Главного окна (см. рис.2 и рис.39). Все последующие процессы построения логических и вероятностных функций, выполнение расчетов, вывод результатов на экран дисплея и их сохранение в файле RezAcsm.lst выполняются автоматически без участия оператора.

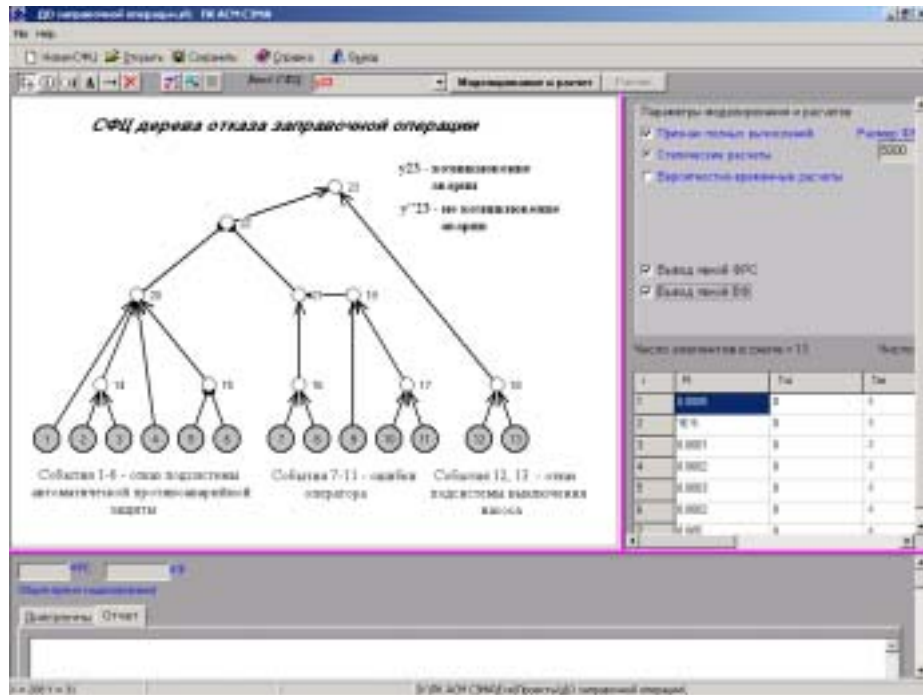


Рис.39. Ввод исходных данных и режимов моделирования

После решения рассматриваемой задачи в Окне вывода результатов моделирования и расчетов высвечиваются данные, приведенные на рис.40.

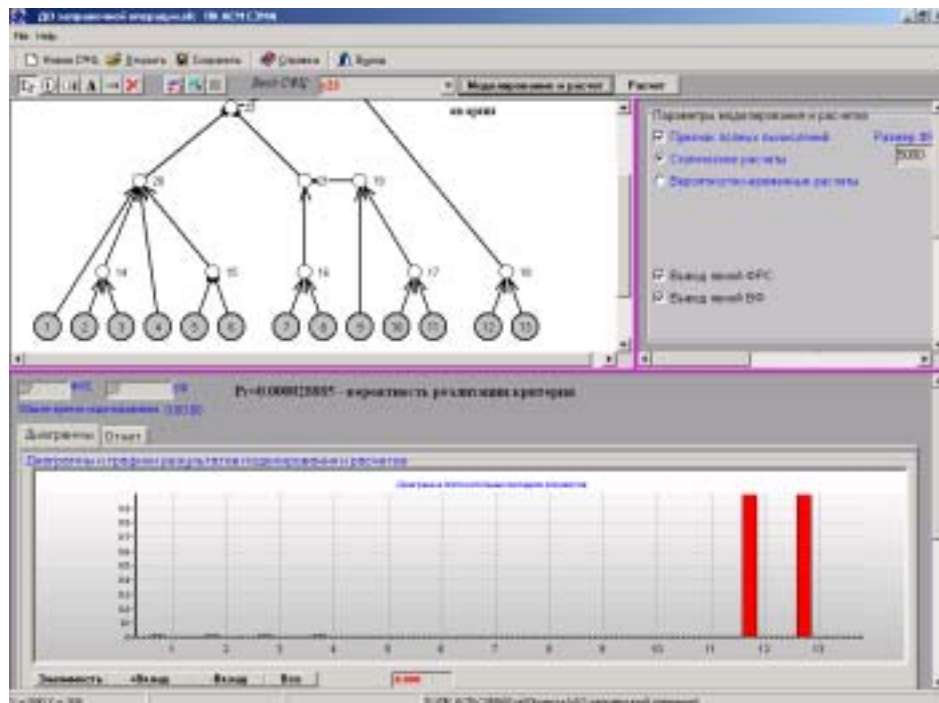


Рис.40. Результаты автоматизированного моделирования и расчетов



В результате выполненного автоматизированного моделирования и расчетов получены следующие показатели безопасности рассматриваемой заправочной операции:

1. Вероятность возникновения аварии составляет 0.0000289;
2. Из диаграммы значимостей видно, что наиболее опасными является отказы элементов 12 и 13 подсистемы управления насосом;
3. Число минимальных сечений отказов элементов (минимальных пропускных сочетаний) составило 27 комбинаций;
4. Размерность полученного в ПК АСМ СЗМА расчетного многочлена вероятностной функции составила 27 слагаемых.

Явный вид логической ФРС и многочлена ВФ можно получить, открыв страницу с помощью закладки "Отчет". Фрагмент текста Отчета с распечаткой многочлена вероятностной функции показан на рис.41.

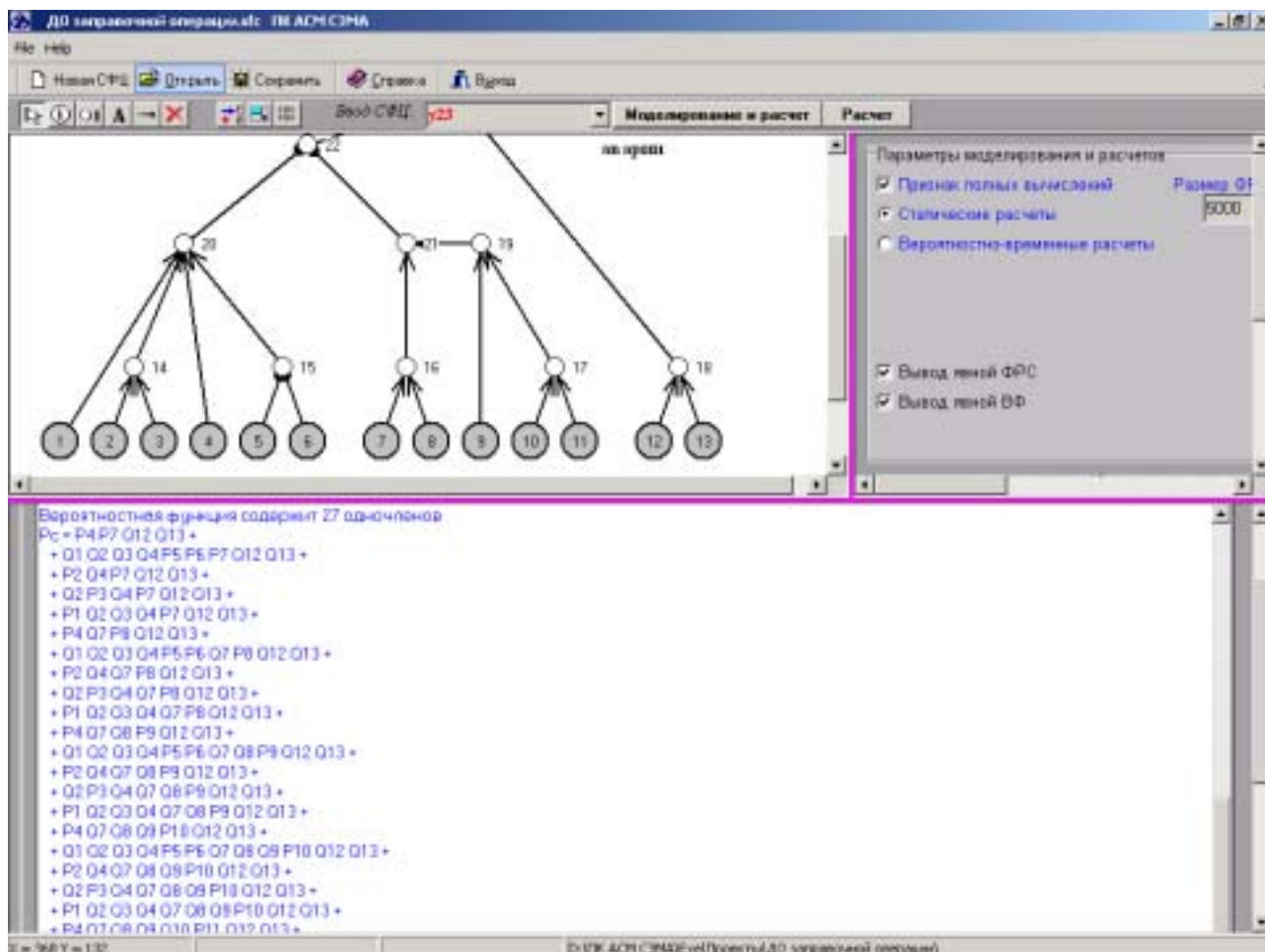


Рис.41. Фрагмент отчета о результатах вероятностного моделирования



Отчет в целом содержит полную информацию о результатах построения логических и вероятностных моделей и выполненных расчетах вероятностных показателей надежности и/или безопасности исследуемой системы и ее эквивалентированных подсистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем. Уч.пос. Л.: ВМА, 1988. -68с
2. Можаяев А.С., Громов В.Н. Теоретические основы общего логико-вероятностного метода автоматизированного моделирования систем. СПб. ВИТУ, 2000. –145 с.
3. Mozhaev A.S. Theory and practice of automated structural-logical simulation of system. International Conference on Informatics and Control (ICI&C'97). Tom 3. St.Petersburg: SPIIRAS, 1997, p.1109-1118.
4. Можаяев А.С. Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем (ПК АСМ 2001). // Труды Международной Научной Школы "Моделирование и анализ безопасности, риска и качества в сложных системах" (МА БРК – 2001). СПб.: Издательство ООО "НПО "Омега", 2001, с.56-61.
5. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01). Серия 03. Выпуск 10. // Нормативные документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр. Колл. Авт. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности. Госгортехнадзора России», 2001. -60с.
6. ГОСТ Р 5191-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. М.: Госстандарт России, 2002. -21с.