

Пример 3. Моделирование и расчет надежности системы большой размерности и высокой структурной сложности

На рис.1 изображен общий вид интерфейса пользователя комплекса АРБИТР с введенной СФЦ работоспособности высокоразмерной системы.

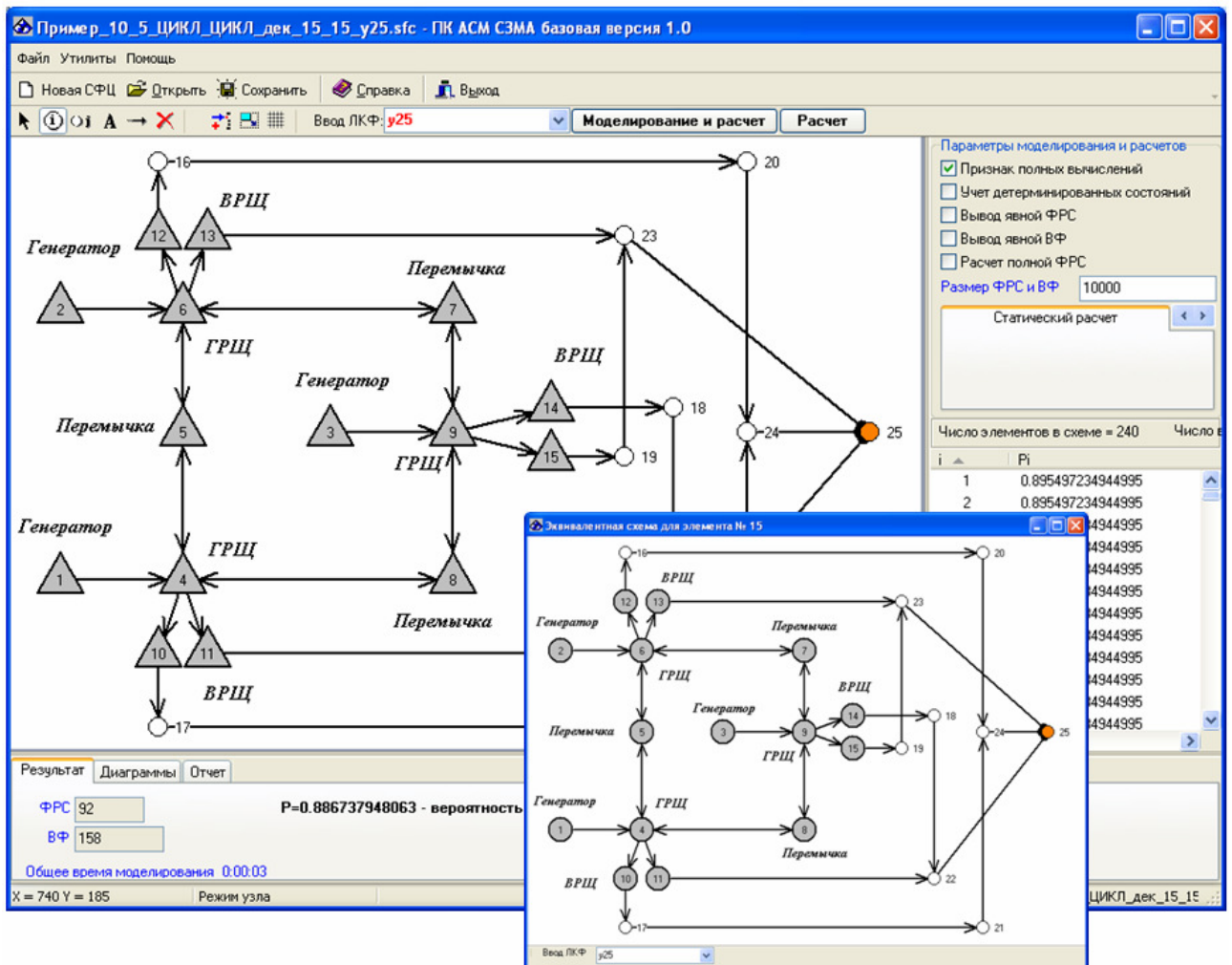


Рис.1. Интерфейс пользователя комплекса АРБИТР

В данном тестовом примере ([15], Тест-10) рассматривается система, состоящая из 15 односвязных подсистем, которые на основном графе (суперграфе) СФЦ безотказности (см. рис.1) обозначены серыми треугольными функциональными вершинами. Общая структура этой системы такая же, как у ранее рассмотренной СЭС (см. рис.5 и рис.6). Однако в отличие от ранее рассмотренной СЭС в данном примере каждая подсистема состоит из 15 элементов (см. дополнительное окно на рис.1). Таким образом, вся рассматриваемая система содержит 15 подсистем и 225 простых элементов с множественными циклическими связями на разных уровнях декомпозиции. Фиктивная вершина с номером 25 в основной СФЦ суперграфа представляет логические критерии $Y_c = y_{25}$ безотказности и $\bar{Y}_c = \bar{y}_{25} = y^{*25}$ отказа всей декомпозированной высокоразмерной системы. Вероятности безотказной работы всех 225 простых элементов приняты одинаковыми и равными 0.9.

Результаты прямого (безотказность) и обратного (отказ) решения данной тестовой задачи приведены в следующей таблице.

Таблица 3. Результаты моделирования и расчета надежности высокоразмерной системы

№	Исследуемое свойство системы и логический критерий его реализации	Время решения задачи АРБИТР	Размер полной логической функции	Вероятность системного события
1	Безотказность по СФЦ на рис.1 у25	1 сек.	КПУФ: 3.4941 E+19	0.886737948063
2	Отказ по СФЦ на рис.6 у"25	1 сек	МСО: 8 621 131	0.113262051937

Несмотря на большие размеры полных логических и вероятностных моделей, вычислить точные значения вероятностных показателей надежности данной системы позволяет реализованный АРБИТР метод односвязной структурной декомпозиции [8, 9].

Литература

1. Обеспечение безопасности и надежности ТЭК России. Механизмы обеспечения безопасности от угрозы техногенного характера. Выдержки из доклада руководителя Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору К.Б.Пуликовского на пленарном заседании V Всероссийского энергетического форума "ТЭК России в XXI веке" (3 апреля 2007 г.) // Журнал "Энергонадзор-информ", №2 (32), 2007 г., с. 2-5.
2. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов. // Нормативные документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр. Серия 3. Выпуск 10. М.: Госгортехнадзор России, НТЦ "Промышленная безопасность", 2001, 60 с.
3. РД 34.20.501-95. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. // Приказ Минэнерго № 229 от 19.06.20003 г., приказ Ростехнадзора РФ от 01.08.2006 г. № 738).
4. Ершов Г.А., Козлов Ю.И., Солодовников А.С., Можаяев А.С. Оценка безопасности атомных энергетических объектов на стадии проектирования. // Журнал "Тяжелое машиностроение" № 8/2004, М.: ООО "Дом печати "Столичный бизнес", 2004. с. 33-39.
5. Risk Spectrum PSA Professional 1.20 / Teory Manual. RELCON AB, 1998. -57p. Дополнительно сайт: <http://www.riskspectrum.com>
6. Программный комплекс "РИСК" (RISK). Сайт: www.insc.ru/PSA/risk.html .
7. Бахметьев А.М., Былов И.А., Милакова Ю.В. Отчет о научно-исследовательской работе "Верификация и обоснование программы CRISS 4.0 для моделирования и анализа систем безопасности ядерной установки при выполнении вероятностного анализа безопасности". Часть 1 (Заключительная редакция). Нижний Новгород: ФГУП ОКБМ им. И.И.Африкантова, 2005, - 88 с.
8. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем. Уч. пос. Л.: ВМА, 1988. -68с.
9. Можаяев А.С. Теория и практика автоматизированного структурно-логического моделирования систем. // Доклады международной конференции по информатике и управлению. (ICI & C') Том 3. СПб.: СПИИРАН, 1997, с.1109-1118. Mozhaev A.S. Theory and practice of automated structural-logical simulation of system.

International Conference on Informatics and Control (ICI&C'97). Vol. 3. St. Petersburg: SPIIRAS, 1997, p.1109-1118.

10. Можаяев А.С. Универсальный графоаналитический метод, алгоритм и программный модуль построения монотонных и немонотонных логических функций работоспособности систем. // Труды Международной научной школы: "Моделирование и анализ безопасности, риска в сложных системах" (МА БР – 2003). СПб.: СПбГУАП, 2003, С.101-110.
11. Можаяев А.С., Алексеев А.О., Громов В.Н. Автоматизированное логико-вероятностное моделирование технических систем. Руководство пользователя ПК АСМ версии 5.0. СПб.: ВИТУ, 1999, 63 с.
12. 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. Свидетельство об официальной регистрации № 2003611099. М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003.
13. Можаяев А.С., Гладкова И.А. Библиотека программных модулей автоматического построения монотонных и немонотонных логических функций работоспособности систем и многочленов вероятностных функций (ЛОГ & ВФ). СВИДЕТЕЛЬСТВО № 2003611100 об официальной регистрации программ. М.: Роспатент РФ, 2003.
14. АРБИТР, "Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0". Автор: Можаяев А.С. Правообладатель: ОАО "СПИК СЗМА". Свидетельство об официальной регистрации № 2003611101. М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003. Аттестационный паспорт №222 от 21 февраля 2007 г., выдан Советом по аттестации программных средств НТЦ ЯРБ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) РФ.
15. Можаяев А.С., Киселев А.В., Струков А.В., Скворцов М.С. Отчет о верификации программного средства "Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем" (ПК АСМ СЗМА, базовая версия 1.0, «АРБИТР»). Заключительная редакция с приложениями. СПб.: ОАО "СПИК СЗМА", 2007. – 10031 с.
16. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2007 г., 278 с.
17. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод автоматизированного структурно-логического моделирования надежности, безопасности и риска сложных систем. // Многотомное издание "Безопасность России". Анализ риска и проблем безопасности. В четырех частях. Часть I. Основы анализа и регулирования безопасности. М.: МГФ "Знание", 2006, 640 с. (с. 153-197).
18. Можаяев А.С. Общий логико-вероятностный метод и технология моделирования безопасности сложных систем. // Многотомное издание "Безопасность России". Анализ риска и проблем безопасности. В четырех частях. Часть III. Прикладные вопросы анализа рисков критически важных объектов, 2007, 816 с. (с. 243-293).