



СВЕЗАПМОНТАЖАВТОМАТИКА

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ

1. Краткие сведения о разработке программного комплекса ОАО "Специализированная инжиниринговая компания Севзапмонтажавтоматика" (ОАО СПИК СЗМА).

ОАО СПИК СЗМА, имея более чем сорокалетний опыт профессиональной деятельности в области автоматизации технологических и производственных процессов, выполняет разработку, проектирование, комплектную поставку, монтаж и наладку технических и программных средств автоматических и автоматизированных систем управления при их создании, реконструкции и модернизации.

Основными заказчиками компании являются **ООО КИНЕФ, ОАО Киришская ГРЭС, ОАО Светогорский ЦБК, ОАО Выборгская целлюлоза, АО Мозырский НПЗ, ОАО Ленгипронефтехим, ООО Нефтехимпроект, Siemens (Германия), Toshiba International Corporation (США)** и др.

В декабре 2002 года компания прошла сертификационный аудит системы менеджмента качества на соответствие международному стандарту **ISO 9001:2000** (сертификация выполнена **"Бюро международной сертификации" АСЕРТ Бюро**, аккредитованным германским советом по аккредитации **DAR/TGA**).

ОАО СПИК СЗМА является базовой организацией ГОССТРОЯ России (Приказ ГОССТРОЯ от 20 ноября 2001 г.) по формированию научно-технической политики в области исследований проектирования и наладки систем автоматизации технологических процессов и инженерного оборудования зданий и сооружений. По планам Ассоциации "Монтажавтоматика" Компания разрабатывает для организаций ГОССТРОЯ России руководящие и нормативные материалы, в том числе по обеспечению надежности и безопасности АСУ ТП.

Разработанные компанией методические рекомендации **"Надежность, безопасность. Автоматизированное структурно-логическое моделирование и расчет надежности и безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами и оборудованием на стадии проектирования. Методические рекомендации"** утверждены Ассоциацией "Монтажавтоматика" в мае 2002 года и разрешены ГОСГОРТЕХНАДЗОРОМ России для опытного использования при проектировании АСУ ТП потенциально опасных объектов.

Методические рекомендации (МР) предназначены для специалистов предприятий и организаций, выполняющих работы по моделированию и расчету показателей надежности и безопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами и оборудованием на стадии проектирования.

В МР сформулированы цели и задачи оценки надежности и безопасности проектируемых систем; дана общая характеристика технологии автоматизированного структурно-логического моделирования (АСМ); определен порядок применения технологии и программных комплексов АСМ; приведены примеры автоматизированного моделирования и расчета надежности и безопасности типовых объектов.



ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ

Программный комплекс АСМ СЗМА





МР предусматривают выполнение автоматизированного моделирования и расчета надежности и безопасности исследуемой системы в три этапа:

- постановка задач анализа надежности и безопасности проектируемой АСУ ТП путем построения ее структурной схемы, определение параметров надежности элементов, вероятностей исходных и других событий, а также задание критериев реализации системой ее главных функций и возникновения аварийных ситуаций;
- ввод подготовленных исходных данных (структурных схем, параметров, критериев) в ЭВМ, автоматическое построение необходимых математических моделей, выполнение расчетов показателей надежности и безопасности АСУ ТП;
- использование полученных результатов для выработки и обоснования необходимых управленческих решений (исследовательских, проектных, эксплуатационных и др.).

На Методические рекомендации получены положительные отзывы:

- академика Рябинина И. А., основателя и руководителя российской школы логико-вероятностного моделирования;
- Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН);
- Санкт-Петербургского научно-исследовательского и проектно-конструкторского института АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ;
- Департамента по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (ПРОМАТОМНАДЗОР), г. Минск;
- ООО НЕФТЕХИМИНФОРМАТИКА, Москва;
- ОАО НЕФТЕХИМАВТОМАТИКА, Москва.

2. Проблема моделирования и расчета надежности и безопасности систем.

Оценка надежности и безопасности систем предусмотрена требованиями государственных и международных стандартов. Готовность организаций и предприятий, разрабатывающих и эксплуатирующих различные технические и организационные системы, выполнять анализ их надежности и безопасности является обязательным условием их государственной и международной сертификации. Такой анализ необходим практически на всех этапах жизненного цикла систем и, прежде всего, на стадии проектирования. Его главной целью является своевременное получение достоверной информации, необходимой для выработки и обоснования управленческих решений в областях:

- **обеспечения надежности и безопасности систем;**
- **обеспечения высокого качества выпускаемой продукции;**
- **оптимизации затрат на обеспечение надежности и безопасности проектируемых или эксплуатируемых систем.**

В связи с ростом масштабности последствий техногенных аварий в отечественной и зарубежной промышленности обострилась проблема обеспечения надежности и безопасности сложных систем. Важное место в ее решении занимают вопросы научного обоснования мероприятий по обеспечению надежности и безопасности проектируемых и эксплуатируемых систем, используемых на опасных производственных объектах.

Большая размерность и высокая структурная сложность таких систем, как правило, не позволяют применить на практике традиционные "ручные" (неавтоматизированные) технологии анализа их надежности и безопасности. Эти обстоятельства привели к активизации работ по созданию и внедрению в производство новых информационных технологий автоматизированного моделирования и расчета показателей надежности и безопасности различных технических и организационных систем большой размерности и высокой структурной сложности.

3. Технология автоматизированного структурно-логического моделирования.

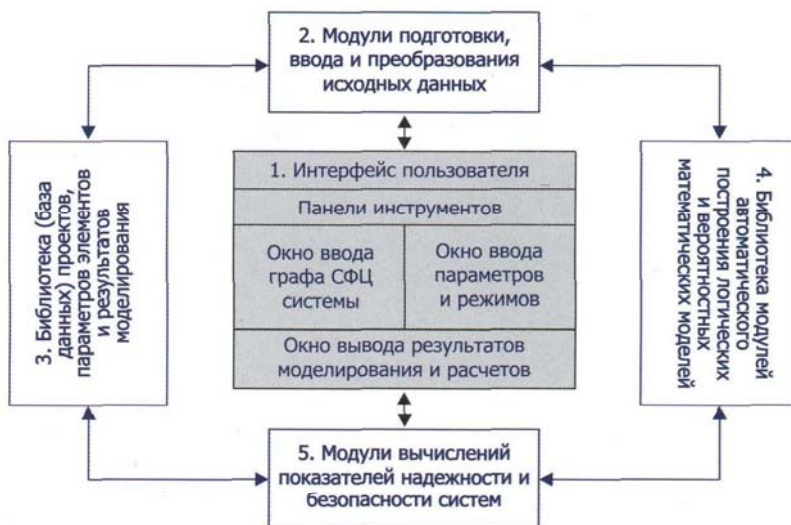
Теоретической основой **АСМ** является общий логико-вероятностный метод (ОЛВМ), который характеризуется следующими основными этапами:

- 3.1. Формализованная постановка задачи моделирования и расчета, включающая разработку схемы функциональной целостности (СФЦ).
- 3.2. Построение логической математической модели.
- 3.3. Построение расчетной математической модели, позволяющей количественно оценить надежность и безопасность системы.
- 3.4. Выполнение (на основе построенных математических моделей) расчетов системных показателей надежности и безопасности и подготовка информации, необходимой для выработки и обоснования принимаемых технических решений.

Практическая реализация данной технологии осуществляется с помощью разработанного в **ОАО СПИК СЗМА** Программного комплекса Автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности автоматизированных систем (**ПК АСМ СЗМА**).



Укрупненная структурная схема ПК АСМ СЗМА:



Программный комплекс является базовым для создания новых образов специализированных программных комплексов АСМ и анализа надежности, живучести, безопасности, эффективности и риска функционирования структурно сложных систем различных видов, классов и назначения.

Общий вид основного окна интерфейса пользователя ПК АСМ СЗМА:

Окно ввода СФЦ Главное окно Окно ввода параметров

Контроллер РСУ.сб ПК АСМ СЗМА

Файл Помощь

Новая СФЦ Открыть Сохранить Справка Выход

Ввод СФЦ: r63

Моделирование и расчет Расчет

СФЦ контроллера РСУ

Оптические модули связи DSM

F-1

Источник питания PS 407

Конверсионный процессор CP 443-1

Модули связи

Центральные процессоры CPU414H-2DP

Интерфейсные модули IM-153-2

Источник питания PS 307

Источник питания PS 407

F-2

Т = 50000

Учет времени работы элементов

Вывод явной ФРС

Вывод явной ВФ

Размер ФРС и ВФ 5000

Число элементов в схеме = 18 Число вершин в схеме = 25

i	Pi	Tai	Tai	ГНС	Размк	Завис
7	0	336	-1	0	0	1
8	0	448	-1	0	0	1

ФРС 8

ВФ 12

$P_r(50000) = 0.5270216137$ - вероят. безотк. раб. невост. сист.

$T_{ос} = 64926$ час (7.412 год) - ср. наработка до отката

Общее время моделирования 0.00.00

Диаграммы Отчет

Диаграммы и графики результатов моделирования и расчетов

Диаграмма положительных вкладов элементов

Не восстанавливал сист. График вероятности безотказной раб.

Значимость +Вклад -Вклад Все 0.000

X = 67 Y = 297

D:\Проекты\Контроллер РСУ

Окно вывода результатов

**Интерфейс пользователя состоит из четырех относительно самостоятельных окон:**

- главное окно (содержит элементы управления реализацией всех функций **ПК АСМ СЗМА**);
- окно ввода СФЦ (предназначено для ввода или корректировки СФЦ системы, которая может включать до нескольких сотен вершин);
- окно ввода параметров и режимов (обеспечивает ввод и корректировку данных о значениях параметров надежности элементов, режимах автоматизированного моделирования, составе вычисляемых показателей, форме и объеме вывода и сохранения полученных результатов);
- окно вывода результатов моделирования и расчетов (предоставляет пользователю данные о размерах автоматически сформированных в **ПК АСМ СЗМА** логических и вероятностных математических моделей, а также значениях рассчитанных показателей надежности и безопасности системы, таких как: вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ, среднее время восстановления, уровень значимости и вклад элементов в надежность и безопасность системы).

4. Основные преимущества ПК АСМ СЗМА.

- 4.1. Использование аппарата СФЦ позволяет представлять в **ПК АСМ СЗМА** практически все известные структурные модели (блок-схемы, деревья событий, деревья отказов, графы связности и др.).
- 4.2. Возможность строить как прямые (работоспособность, безопасность), так и обратные (отказ, авария) структурные схемы, логические и вероятностные модели систем.
- 4.3. Обеспечение учета циклических (мостиковых) связей, многофункциональности элементов и подсистем, стохастических зависимостей событий и множественных (более двух) собственных состояний компонентов, что позволяет корректно учесть в автоматически формируемых моделях многие особенности современных сложных системных объектов и процессов.
- 4.4. Автоматическое построение точных математических моделей (логических и вероятностных) различных видов (кратчайших путей успешного функционирования, минимальных сечений отказов, их немонотонных комбинаций) и соответствующих многочленов расчетных вероятностных функций большой размерности.
- 4.5. Автоматическое выполнение расчетов показателей надежности и безопасности системы.

5. Организация применения и опыт использования ПК АСМ СЗМА.

- 5.1. Разработаны и внедрены Стандарт предприятия "Расчет надежности проектируемых объектов" и Рабочая инструкция "Указания по расчету надежности проектируемых объектов".
- 5.2. Проведена учебно-методическая подготовка специалистов проектного отдела по методике использования **ПК АСМ СЗМА** для оценки надежности разрабатываемых проектов АСУ ТП.
- 5.3. Выполнена оценка надежности разработанных **ОАО СПИК СЗМА** проектов для ряда потенциально опасных объектов, в том числе:
 - комплекса объектов эстакады автоматического налива нефти и мазута в железнодорожные цистерны, а также объектов товарной базы мазута и сырьевой базы нефти ООО КИНЕФ;
 - газофракционирующей установки ООО КИНЕФ;
 - систем пожаротушения резервуарного парка сырой нефти ООО КИНЕФ;
 - парка сжиженных газов товарно-сырьевой базы СУГ ОАО Мозырский НПЗ (Беларусь).
- 5.4. По запросам **ПК АСМ СЗМА** был передан для тестирования и использования в ряд организаций, в том числе:
 - ФГУП СПб. Атомэнергопроект;
 - Российский экспертно-сертификационный центр (Минатом РФ);
 - ЦНИИ МО РФ и др.
- 5.5. Проводятся работы по дальнейшему совершенствованию ПК АСМ СЗМА, развитию теории и методологии автоматизированного моделирования и расчета надежности, безопасности, эффективности и риска функционирования АСУ ТП, выполнению технико-экономического обоснования проектов.

ПК АСМ СЗМА разработан исследовательским отделом **ОАО СПИК СЗМА** под руководством ведущего специалиста д.т.н. профессора Можаяева А.С. и зарегистрирован в РОСПАТЕНТе (Свидетельство №2003611101 от 12.05.2003 г.). Комплекс разработан в среде Borland Delphi Professional, Version 7.0 и может использоваться с ОС Windows 98, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows XP.