



**Российский Химико-Технологический университет им. Д.И.  
Менделеева**

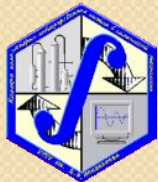
**Факультет информационных технологий и управления  
Кафедра Компьютерно-Интегрированных Систем в Химической  
Технологии**

**Программные приложения для проведения частотного и  
вероятностного исследований в рамках анализа риска**

# **RiskAnalysis**

# **RiskMaster**

**Разработчик: Крапчатова Н.В., аспирант  
Под руководством: д.т.н., проф. Савицкая Т.В.**



# Частотное и вероятностное исследование в рамках анализа риска

## Исходные данные

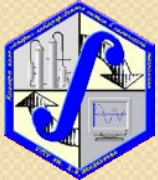
- Описание аварии, ее причин и последствий;
- Частоты возникновения причин аварии;
- Вероятности реализации последствий аварии.

## Расчетный метод

- Метод анализа деревьев отказов;
- Метод анализа деревьев событий.

## Результат

- Величина экономического риска;
- Величина социального риска;
- Величина экологического риска.



# **Основные требования к разработке программного приложения по проведению частотно-вероятностного исследования в оценке рисков**

1. Использование концепции анализа деревьев отказов и деревьев события как основного метода получения оценок риска;
2. Использование в качестве расчетной модели соотношений, соответствующих различным объектам в химической промышленности, разработанных на кафедре КИС ХТ;
3. Графический интерфейс: ввод исходных данных осуществляется путем наглядного построения схемы в виде соединения объектов определенного типа.
4. Наличие системы отчетов для детального анализа полученных результатов.
5. Разработка программного приложения для учебных целей - не перегруженного излишними деталями и возможностями и простого для освоения пользователями.



# Уровни сложности и ограничения логико-графических структур в RiskAnalysis

**Периодическое  
производство**

Первый уровень сложности: один уровень причин, одна авария

**Технологическое  
оборудование**

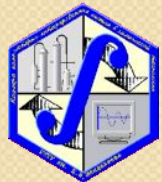
Второй уровень сложности

**Много-  
ассортиментное  
производство**

Третий уровень сложности: один уровень причин, аварий может быть несколько; одна причина может приводить к нескольким авариям

**Непрерывное  
производство**

Четвертый уровень сложности: два уровня причин



# Подсистема графического ввода в RiskMaster

**Risk\*FrameWork - [A-1]**

Проект Окно Помощь

Дизайнер | Расчет

**Палитра компонентов**

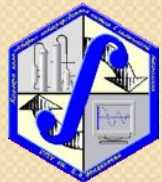
Указатель 0-вершина Причина/Отказ Авария Фактор Риск Связь Помочь?

**Инспектор свойств**

Авария	
Цвет заливки	
Цвет контура	
Толщина контур.	1
Имя	A-1
Описание	Разгерметизация

**Рабочая область**

```
graph LR; P1_1[P1.1] --> P1[P1]; P1_2[P1.2] --> P1; P1_3[P1.3] --> P1; P2[P2] --> A_1[A-1]; P3[P3] --> A_1; P4[P4] --> A_1; A_1 --> F1[F1]; F1 --> F2[F2]; F2 --> F3[F3]; F3 --> F4[F4]; A_1 --> R1((R1)); A_1 --> R2((R2)); A_1 --> R3((R3)); F2 --> R1; F2 --> R2; F2 --> R3; F3 --> R1; F3 --> R2; F3 --> R3; F4 --> R1; F4 --> R2; F4 --> R3;
```



# Подсистема проверки в RiskMaster

The screenshot displays the Risk\*FrameWork software interface. The main window shows a network diagram with nodes labeled P1.1, P1.2, P1.3, P1, P2, P3, P4, A-1, F1, F2, F3, R1, R2, and R3. Arrows indicate connections between these nodes. A red box highlights the 'Сообщения' (Messages) panel on the right, which contains the following text:

Сценарии | Сообщения |

- ❌ Ошибка  
Объект F4 не имеет входящих связей.  
Недопустимо для объекта данного типа.
- ⚠ Предупреждение  
Вероятность связи между объектами F2 и F1 равна нулю. Риски по соответствующим
- ⚠ Предупреждение  
Вероятность связи между объектами P1.1 и P1 равна нулю. Риски по соответствующим

Панель ошибок и недочетов

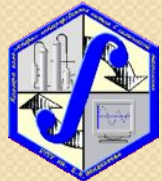
An 'Error' dialog box is also visible, containing the following text:

**Error**

❌ На схеме есть недопустимые ошибки. Все расчеты запрещены до их исправления.

OK

Сообщение о наличии критических ошибок



# Подсистема расчета в RiskMaster

## Расчет деревьев отказов (0-вершины, причины, аварии)

У рассматриваемого объекта есть входящие связи?

Если нет, то  
IsReady = True  
IsDone = True

Если да, то все ли значения по входящим связям  
известны?

Если да, то  
IsReady = True;  
Рассчитать частоту для исходящих от  
объекта связей, задать  
IsDone = True

Если нет, то  
IsReady = False

Найти следующий объект со  
значениями  
IsReady = True  
IsDone = False  
и рассчитать его



# Подсистема расчета в RiskMaster

Расчет деревьев событий  
(аварии, факторы риска, риски)

У объекта более, чем одна исходящая связь?

Если нет, то продолжать  
расчет

Если да, то запомнить точку  
ветвления и продолжать  
расчет

Когда расчет ветви окончен,  
вернуться к последней найденной  
точке ветвления и продолжить  
расчет





# Подсистема вывода результатов в RiskMaster

The screenshot displays the Risk\*FrameWork software interface. The main window shows a fault tree diagram with nodes labeled A-1, F1, F2, F3, F4, R1, R2, R3, P1, P2, P3, P4, P1.1, P1.2, P1.3, 1.1, 1.2, 1.3, 2, 3, 4. The results panel on the right is highlighted with a red border and contains the following data:

Сценарии

Nº	Сценарий	R1	R2	R3
- Аварийная ситуация : A-1				
1	A-1->F1->F2->F3->F4	1,503E-2	7,516E-3	
2	A-1->F1->F2->F3		8,589E-3	2,147E-2
3	A-1->F1->F2			5,368E-2

Риски по всем сценариям

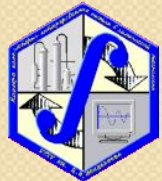
R1	1,503E-2
R2	1,604E-2
R3	7,400E-2
R4	

Вероятность возникновения аварийной ситуации

5,368E-2

Показывать выбранный сценарий аварии

- от аварии (+ щелчок по строке сценария)
- полный сценарий (с указанием причин)



# Подсистема отчетов в RiskMaster

**Таблицы для отчета - [A-1]**

Страница 1. Списки отказов/причин, аварийных ситуаций, факторов риска и рисков.

Таблица 1.1. Отказы / причины аварийных ситуаций

№	Код(Имя)	Описание	Вероятность*
1	P2	Коррозионный или механический износ материала трубопровода или фланцевых соединений	1,00E-04
2	P3	Ошибка персонала	1,00E-04
3	P4	Авария на соседних блоках	3,20E-02
4	P1.1	Ошибка персонала	1,00E-04
5	P1.2	Отказ предохранительных клапанов	2,20E-02
6	P1.3	Отказ приборов измерения давления	1,10E-04
7	P1	Превышение давлен	

Таблица 1.2. Прогнозируемые

№	Код(Имя)	Описание
1	A-1	Разгерметизация трубопровода на линии н

Таблица 1.3. Факторы риска в

№	Код(Имя)	Описание
1	F1	Разгер
2	F2	Продолжительный в
3	F3	
4	F4	Разрушение т

Вероятности возникновения факторов риска

Списки объектов / Карта сценариев

Сохранить в Excel

---

**Таблицы для отчета - [A-1]**

Страница 3. Сценарии развития аварии и величины рисков.

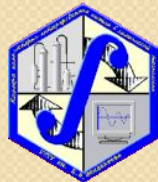
Таблица 3. Риски по всем возможным сценариям

Авария	№ сцен.	Сценарий развития аварии	R1	R2	R3
A-1	1	A-1->F1->F2->F3->F4	1,50E-02	7,52E-03	
	2	A-1->F1->F2->F3		8,59E-03	2,15E-02
	3	A-1->F1->F2			5,37E-02
Сценариев: 3 Риски по всем сценариям:			1,50E-02	1,60E-02	7,40E-02
Вероятность риска любого вида:			1,03E-01		

\*Риски, превышающие 1E-6, выделяются красным цветом.

Списки объектов / Карта сценариев / Сценарии

Сохранить в Excel / Сохранить в Excel / Закреть



# Исходные данные для проведения расчета в RiskMaster (вариант лабораторной работы)

## Причины (с указанием частоты возникновения):

- P1 - превышение давления выше допустимого значения;
- P1.1 - Ошибка персонала ( $1,0E-04$  1/год);
- P1.2 - Отказ предохранительных клапанов ( $2,2E-02$  1/год);
- P1.3 - Отказ приборов измерения давления ( $1,1E-04$  1/год);
- P2 - Коррозийный или механический износ материала трубопровода или фланцевых соединений ( $1,0E-04$  1/год);
- P3 - Ошибка персонала ( $1,0E-04$  1/год);
- P4 - Авария на соседних блоках ( $3,2E-02$  1/год)

## Авария:

Разгерметизация фланцевых соединений или трубопровода на нагнетании центрального насоса 1 или 2 на установке гидроочистки дизельного топлива Московского НПЗ

## Последствия (с указанием вероятности реализации):

- F1 – Разгерметизация трубопровода или фланцев (1);
- F2 - Продолжительный выброс содержимого трубопровода в окружающую среду (1);
- F3 – Пожар (0,4);
- F4 - Разрушение технологического оборудования (0,7)

