

## Программный страт модели управления кризисными ситуациями

Даниил Владимирович Суханов

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Россия  
191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Аспирант

E-mail: nail45@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы программной поддержки принятия решений в кризисных ситуациях на промышленных предприятиях, основанной на специализированном нормативном экстракте, формировании баз данных сведений, составляющих контент декларации промышленной безопасности, генерации шаблонов документов и экспертной системе.

**Ключевые слова:** моделирование, промышленная безопасность, опасный производственный объект, комплекс программ, чрезвычайная ситуация, авария.

УДК  
519.711+004.  
413.2

С целью оптимизации процессов информационной поддержки управления кризисными ситуациями разработана стратифицированная модель управления промышленной безопасностью организации/предприятия. Сведениями о технологиях, подходах, методиках ликвидации критических, в том числе чрезвычайных, ситуаций, сконцентрированными в нормативных документах федерального и отраслевого уровней насыщен нормативный страт модели.

На основании нормативного страта модели управления кризисными ситуациями разработан **программный страт** модели, который представляет собой комплекс программ (software), спроектированных на основе инфологической модели **декларации промышленной безопасности**, компонентом которой является модель опасного производственного объекта (ОПО).

Исследование рынка программных продуктов показало, что выявленные в публичном доступе продукты предназначены для моделирования развития и последствий чрезвычайных ситуаций конкретного типа (см. таблицу 1), что может быть использовано в коллекции сценариев ликвидации критических ситуаций, но не для комплексной поддержки управления критическими ситуациями в рамках обеспечения промышленной безопасности.

Таблица 1

### Наименование продукта и его стоимость

Наименование программного продукта	Лежащая в основе методика	Цена, р
Автоматизированная система поддержки принятия решений по ликвидации чрезвычайных ситуаций на химически опасных объектах	[1]	
Программа "АХОВ"	[1]	22 500
Программа "ТОКСИ"	[2], [3]	19 900
Программа "АММИАК"	Методика расчета концентраций аммиака в воздухе и распространения газового облака при авариях на складах жидкого аммиака (Приложение к ПБ 09-597-03 [4]).	9 900
Программа "ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКА"	[5]	19 500

Наименование программного продукта	Лежащая в основе методика	Цена, р
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ТОКСИ+ (ВЕРСИЯ 4.1) («ТОКСИ+RISK»)	[6]	140 000
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО РАСЧЕТУ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ ТОКСИ+	[2], [3], [7], [8] Методика "Пожарная безопасность технологических процессов" (ПОЖАР) Данная методика позволяет провести оценку зон действия опасных факторов с использованием методик, входящих в состав ГОСТ Р-12.3.047-98 [9].	140 000
ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ТОКСИ+МЕТЕО	[3]	
Модуль «Риск ЧС (оператор)» - ArcMap, ArcScene	[1], [3], [7], [9], [11], [12] Методика прогнозирования последствий взрывов конденсированных взрывчатых веществ. М.: Военно-Инженерный университет, 1992 г.	
«РизЭкс - 2» - Исследовательский программный комплекс моделирования аварий и оценки риска.	Модуль «Расcеяние ОХВ. РД52» позволяет определять параметры токсичных волн и последствия их воздействия на людей в соответствии с методикой РД 52.04.253-90 [1]. Модуль «Расcеяние ОХВ. Гауссова модель» позволяет определять параметры распространения токсичных веществ в атмосфере при помощи гауссовой модели расcеяния с использованием методики «Токси 2» (НТЦ «Промбезопасность») [2].	
Программные модули для моделирования аварийных ситуаций при выбросе АХОВ	[1]	

В структуре программного комплекса программного страта модели управления кризисными ситуациями **ключевыми объектами** являются предприятие/организация, опасный производственный объект, технологический процесс, вещество/опасное вещество, проблема/сбой/аварийная ситуация.

Объект «Организация» используется для представления информации о минимально необходимом наборе сведений о характеристиках организаций: эксплуатирующей ОПО; внешних, с которыми декларируемый ОПО взаимодействует; расположенных вблизи ОПО (в зоне вероятного поражения) и т.п. Приоритетное значение придано характеристикам, определяющим деятельность, связанную с эксплуатацией ОПО.

Объект «**Опасный производственный объект**» раскрывается более чем двумя десятками сущностей базы данных, содержащих характеристики ОПО. При организации превентивных мер по обеспечению промышленной безопасности особо важными являются:

- сведения о выполнении **распоряжений и предписаний** Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору;
- перечень имеющихся необходимых **лицензий** Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на виды деятельности, связанные с эксплуатацией декларируемого объекта;
- сведения о **зонах** ОПО – охранной, запретной, санитарно-защитной.

Технологические процессы описываются в рамках технологического регламента с указанием наиболее опасных операций. Для возможности контроля качества и безопасности технологических процессов указываются допустимые диапазоны значений параметров при той или иной деятельности согласно утвержденным нормативам. Для каждой стадии технологического процесса определяется:

- 1) есть ли на данной стадии негорючие жидкости с растворенными в них горючими газами, подлежащие сбросу в канализацию в технологическом процессе;
- 2) происходит ли контакт высушиваемого продукта с сушильным агентом;
- 3) происходит ли разделение химических продуктов;
- 4) какие системы противоаварийной автоматической защиты применяются;
- 5) представители каких профессий работают на этой стадии;
- 6) применяемые технические устройства с указанием входящих в их состав аппаратов и т.п.

Стадии технологического процесса в свою очередь подразделяются на операции, регламентируемые инструкциями, выделяются опасные факторы (например, тепловые, химические, взрыво- и пожароопасные и др.).

При формировании профиля объекта «Вещество» указываются сведения о том, требуется ли специальная защита, о классе опасности, пути распространения, предельно допустимых концентрациях, токсическое действие опасного вещества и др.

Проблема/неполадка возникает во время выполнения операции стадии технологического процесса и может служить причиной другой неполадки, т.е. входит в сценарий возникновения другой неполадки. Семантическая сеть проблем/неполадок представляет собой сценарий возникновения чрезвычайной ситуации.

Чрезвычайная ситуация характеризуется следующей информацией:

- возможные причины аварии;
- система противоаварийной защиты;
- сведения о мероприятиях по локализации и ликвидации последствий аварий на декларируемом ОПО и т.д.

Сущность «Аварийная ситуация» имеет следующие параметры:

- 1) название аварийной ситуации;
- 2) вид аварии;
- 3) операция стадии технологического процесса, на которой произошла чрезвычайная ситуация;
- 4) последствия аварии;
- 5) основной поражающий фактор;
- 6) количество опасного вещества, участвующего в создании поражающих факторов;
- 7) размер вероятной зоны действия поражающего фактора;
- 8) мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий.

На основании полного комплекса данных, вносимых пользователем, **генерируется шаблон «Декларации промышленной безопасности»**. Для генерации шаблонов документов разработан модуль **базы знаний**, функционирующий на основе **правил продукции**.

Для обеспечения возможности **прогнозирования возникновения аварийной ситуации** эксперт задает для каждой неполадки два вектора вероятностей.

Первый вектор указывается с помощью значений в диапазоне от 0 до 1 и определяет вероятность того, что произойдет чрезвычайная ситуация из определенной группы **сценариев аварий** (Схема 1).

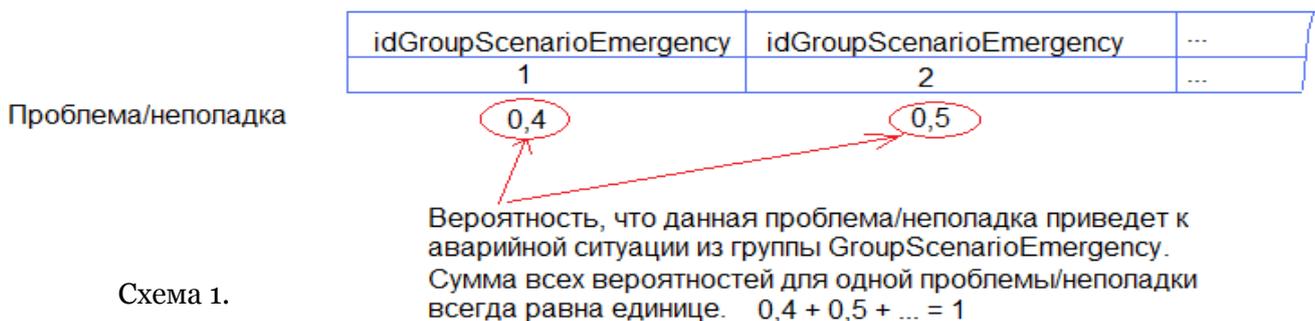


Схема 1.

Второй вектор содержит значения вероятностей того, что произойдет конкретная авария из группы сценариев чрезвычайной ситуации (Схема 2).

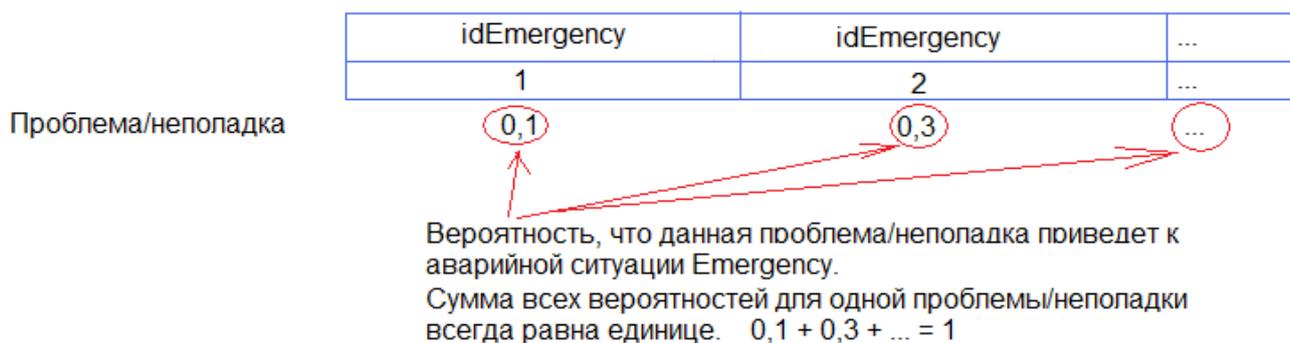


Схема 2.

Вывод о наиболее вероятной группе сценариев аварии делается по формуле Байеса. Первоначально вероятность каждой альтернативы задается как результат деления 1 на количество групп сценариев чрезвычайных ситуаций или аварий соответственно.

Затем этот вектор значений умножается на вектор вероятности из LikelihoodScenariosEmergency или ProbabilityAccident в зависимости от группы сценариев. При первичной регистрации группы чрезвычайных ситуаций или новой аварии необходимо внести в LikelihoodScenariosEmergency или ProbabilityAccident следующую информацию:

- idGroupScenarioEmergency, вероятность;
- idEmergency, вероятность.

В случае затруднений в оценке этих параметров всей группы неполадок/проблем, заданных пользователем, формируется матрица условных вероятностей, в которой в строках содержится информация о неполадках, а количество столбцов равно количеству совпавших плюс один для всех этих неполадок/проблем сценариев аварийных ситуаций или групп аварий. Последний «Плюс первый» столбец отражает вероятность неизвестного развития ситуации. Т.к. сумма всех вероятностей в строке всегда равна 1, то вероятность неизвестных последствий равна 1 — (сумма вероятностей в строке). Например (таблица 2):

- IdProblems = 1 LikelihoodScenariosEmergency = {1, 0.1; 2, 0.3; 5, 0.1; 7, 0.2; 9, 0.3};
- IdProblems = 2 LikelihoodScenariosEmergency = {1, 0.2; 2, 0.2; 6, 0.2; 7, 0.2; 9, 0.2};
- IdProblems = 3 LikelihoodScenariosEmergency = {1, 0.5; 2, 0.1; 5, 0.1; 7, 0.1; 9, 0.2}.

Таблица 2

	IdGroupScenarioEmergency				UnknownGroupScenarioEmergenc
IdProblems	1	2	7	9	y
1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.1
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
3	0.5	0.1	0.1	0.2	0.1

Перемножив, по Байесу, вектора вероятностей всех указанных пользователем неполадок/проблем, получим вектор, характеризующий наиболее вероятную группу сценариев/аварию, ее значение вероятности будет максимальным.

**Заключение.** Автоматизированная поддержка в актуальном состоянии декларации промышленной безопасности организации/предприятия при наступлении кризисной (чрезвычайно, аварийной) ситуации позволит с учетом всех особенностей технологии производства сформировать наиболее оптимальный сценарий управленческих действий по ликвидации ее последствий с минимальными затратами времени.

**Примечания:**

1. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте (РД 52.04.253-90) Л.: Гидрометеиздат, 1991. 23 с.
2. Методика оценки последствий химических аварий (методика "ТОКСИ"). М.: НТЦ "Промышленная безопасность", 1993. (Версия 2.2: М.: Госгортехнадзор, 2001).
3. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ (ТОКСИ-3, РД-03-26-2007) [Электронный ресурс]. Доступ из СПС ГАРАНТ // ГАРАНТ ЭКСПЕРТ: ГАРАНТ-Аналитик+. Версия от 19.05.2012.
4. Правила безопасности для наземных складов жидкого аммиака (ПБ 09-579-03) // Российская газета. 2003. 21 июня. № 120/1.
5. Методические указания № 2000/218 "Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации". М.: ВЦМК «Защита», 2001.
6. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2009. 14 сентября. № 37.
7. Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС, РД 03-409-01) [Электронный ресурс]. Доступ из СПС ГАРАНТ // ГАРАНТ ЭКСПЕРТ: ГАРАНТ-Аналитик+. Версия от 19.05.2012.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий ОНД 86. М.: Госкомгидромет, 1987.
9. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 12.3.047-98 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
10. Методика прогнозирования последствий взрывов конденсированных взрывчатых веществ. М.: Военно-Инженерный университет, 1992.
11. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09-540-03) [Электронный ресурс]. Доступ из СПС ГАРАНТ // ГАРАНТ ЭКСПЕРТ: ГАРАНТ-Аналитик+. Версия от 19.05.2012.
12. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (книги 1 и 2). М.: МЧС России, 1994.

**Modeling management crisis situation on software level**

Daniel V. Sukhanov

Russian State Pedagogical Herzen University, Russia  
191186, St. Petersburg, nab. r. Moyki, 48  
PhD student  
E-mail: nail45@mail.ru

**Abstract.** The decision of programming support in crisis situations in the field of industrial safety based on the specialized regulatory extracts on the formation of databases of information that constitute the declaration of industrial safety, the generation of document templates, and expert system.

**Keywords:** modeling, industrial safety, hazardous production object, a set of programs, emergency, accident.

UDC 519.711+004. 413.2
------------------------------