

УДК 681.3

Клёнина Н.С., Савицкая Т.В.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ОЦЕНКЕ РИСКА И ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

Клёнина Наталья Сергеевна, студентка 1 курса магистратуры факультета информационных технологий и управления, e-mail: nklyonina@yandex.ru;

Савицкая Татьяна Вадимовна, д.т.н., профессор, профессор кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии;

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия
125480, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 20

Проведена систематизация исходных данных для оценки риска и последствий аварий и результатов вычислительных экспериментов, полученных в ходе моделирования аварийных ситуаций в программном комплексе TOXI+Risk. Разработана физическая и логическая структура базы данных по оценке риска и последствий аварий на химически опасных объектах.

Ключевые слова: авария, анализ риска, моделирование взрывов и пожаров, опасное вещество, база данных.

DEVELOPMENT OF A DATABASE FOR ASSESSING THE RISK AND CONSEQUENCES OF ACCIDENTS AT CHEMICALLY HAZARDOUS FACILITIES

Klenina N.S., Savitskaya T.V.

D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

The systematization of the initial data for the assessment of the risk and consequences of accidents and the results of computational experiments obtained during the simulation of emergencies in the TOXI + Risk software package was carried out. The physical and logical structure of the database on risk assessment and consequences of accidents at chemically hazardous facilities has been developed.

Keywords: accident, risk analysis, modeling of explosions and fires, dangerous substance, database.

Информационная поддержка специалистов, занимающихся проблемами промышленной, химической и экологической безопасности является одной из актуальных задач. Современный подход к решению данной проблемы с использованием информационных технологий должен способствовать качественно новому уровню решения задач проектирования, реконструкции и модернизации опасных производственных объектов и повышению оперативности принимаемых решений при возникновении аварийных ситуаций.

В данной работе была проведена систематизация аварий на химически опасных объектах (ХОО), большинство которых относится к опасным производственным объектам (ОПО), поскольку содержат опасные вещества, обладающие токсичными, высокотоксичными, взрыво- и пожароопасными свойствами. По данным из информационных бюллетеней Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору было рассмотрено 30 аварий, произошедших на предприятиях нефтехимической, нефтегазовой, нефтегазоперерабатывающей промышленности и объектах нефтепродуктообеспечения за 2009-2012 годы. Из них были выбраны 5 различных аварий, имеющих наиболее полное описание, данные об исходе аварийной ситуации, разное оборудование и опасное вещество (ОВ) для моделирования в программном комплексе (ПК) TOXI+Risk. [1]. В результате чего для каждой аварии были определены взрывоопасные массы ОВ в облаке, расстояния границ

разрушений в результате взрыва, количество сценариев развития, количества пострадавших и погибших людей в результате определенного сценария. Результаты проведенных исследований изложены в [2].

Исходные данные и результаты моделирования были использованы для проектирования базы данных (БД) по оценке риска и последствий аварий на ХОО и заполнения её тестовыми данными. Для этого сначала были заполнены таблицы в Excel, представленные на примере одной таблицы «Расчет взрывоопасной массы опасного вещества» (таблица 1). По месту описания аварии были найдены подложки на сайте «Яндекс-карты» [3] и метеоусловия на сайте «Погода и климат» [4]. При проектировании БД были использованы не только методики, по которым ранее были получены результаты, но и другие методики, рекомендуемые современными нормативными документами, такие как расчет последствий струевого горения газа, расчет последствий пожара огненного шара, расчет последствий разлета осколков оборудования и другие.

Для систематизации и хранения данных о последствиях аварий, установок и оборудования химически опасных объектов, разработана база данных с использованием методов проектирования, изложенных в рекомендациях по созданию баз данных [5]. Она предназначена для хранения информации о произошедших авариях с описанием последствий, для хранения результатов моделирования данных аварий, а также для учета варьируемых входных параметров и результатов расчетов.

Таблица 1. Таблица с тестовыми данными «Расчет взрывоопасной массы опасного вещества»

№	Z ₁ , м	Z ₂ , м	Z ₃ , м	Z ₄ , м	T _{max} , с	L, м	H, м	T, с	M, кг
1	19	0	28	0	10	10	4	5,1	4,7
2	191	-100	138	-80	40	157	-	6,2	2221,5
3	219	-58	105	-48	20	133	5,6	6,3	4079,5
4	99	-82	31	-25	10	29	2	6,1	289,6
5	44	-17	14	-8	80	27	1	6,4	95,7

Примечания: Z₁, Z₃ – зоны, на которых достигаются нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения по ветру; Z₂, Z₄ – зоны, на которых достигаются нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения против ветра; T_{max} – время, при котором достигается максимальная масса; L – протяженность зоны по ветру; H – высота образования максимальной взрывоопасной массы в облаке; T – время существования облака; M – взрывоопасная масса.

При создании БД была реализована иерархия ХОО, включающая: производственные площадки; предприятия; цеха; установки; оборудование и разработана логическая модель базы данных.

Логическая модель БД, выполненная в виде ER-диаграммы (диаграмма «сущность-связь»), фрагмент которой представлен на рисунке 1, включает в себя 25 таблиц:

- 4 таблицы отображают иерархию объектов производства,
- 7 таблиц – исходные данные,
- 12 таблиц – результаты моделирования,
- 1 таблица с методиками моделирования и 1 сводная таблица «Вычислительный эксперимент», связанная почти со всеми перечисленными таблицами, содержащая все исходные данные аварий и результаты их моделирования.

Физическая модель БД реализована в полном соответствии с логической моделью. Каждая

таблица состоит из трех колонок и включает перечень полей в таблицах БД. В левой колонке приводятся типы переменных: NUMBER (число с фиксированной и плавающей точкой), FLOAT (числа с плавающей точкой), VARCHAR (символьные данные переменной длины), CHAR (символьные данные фиксированной длины). В правой колонке – названия полей, уникальный номер (первичный ключ) и связи через внешние ключи с другими базами данных. Пример одной из таблиц физической модели представлен в таблице 2.

Далее представлено краткое описание таблиц, которые включены в физическую модель:

1. Таблица БД «COMPANY» содержит информацию о названии предприятия, на котором произошла авария. Связана с таблицами «AREA» и «PLANT».

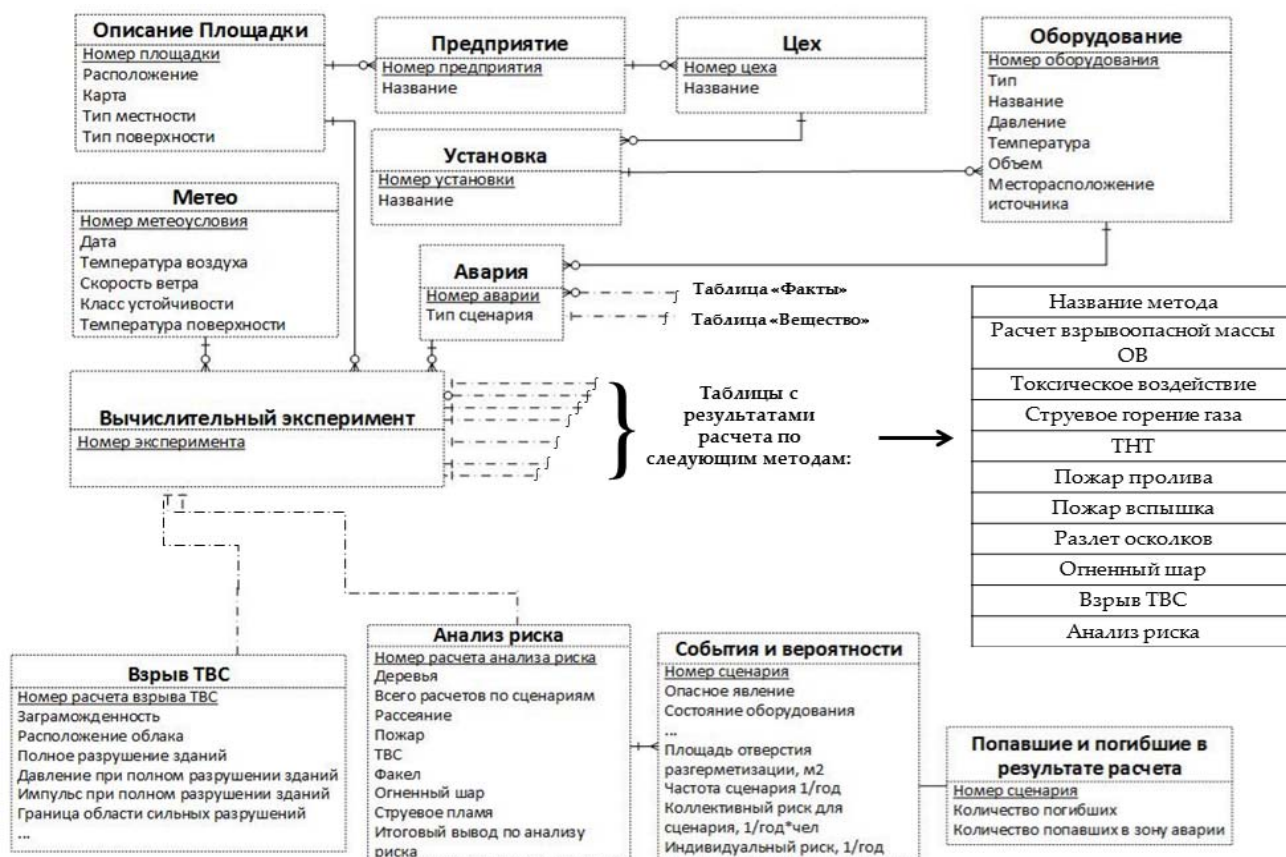


Рис.1. Фрагмент разработанной логической модели базы данных

Таблица 2. Таблица БД «AREA» (Таблица характеристик площадки)

Атрибут	Тип данных	Пояснение
ID_AREA	NUMBER	Уникальный номер площадки (первичный ключ <pk>)
CITY_NAME	VARCHAR(50)	Город
KARTA	VARCHAR(30)	Графическое отображение объектов на площадке
TIP_MESTNOSTI	VARCHAR(30)	Тип местности
TIP_POVERHNOSTI	VARCHAR(30)	Тип поверхности

2. Таблица БД «AREA» содержит сведения о площадке, на которой произошла авария (табл. 2). Связана с таблицами «COMPANY» и «EXPERIMENT».

3. Сведения о цехах, установках, находящихся на территории предприятий, хранятся в таблицах БД «PLANT» и «INSTALLATION». Связь таблиц БД «COMPANY», «PLANT» и «INSTALLATION» отображает иерархию производства.

4. Для хранения списков оборудования, на которых произошла авария, используется таблица БД «EQUIPMENT». Связана с таблицами «INSTALLATION» и «ACCIDENT».

5. Таблица БД «ACCIDENT» содержит сведения о произошедшей аварии и связана с таблицами «SUBSTANCE» и «FACTS», которые несут дополнительную информацию об аварии, а именно какое вещество привело к аварии и фактические последствия рассматриваемой аварии.

6. Дополнительные сведения о произошедшей аварии, такие как метеоусловия и количество людей которые находятся на территории описанной площадки, хранятся в таблицах «METEO» и «PEOPLE».

7. Таблица БД «EXPERIMENT» хранит в себе все данные об аварии и по расчётам, а именно это описание площадки произошедшей аварии, производства, оборудования, на котором произошла авария, а также сведения о веществе и о самой аварии, рассчитанные значения по выбранным методам расчета из таблицы «METHODS». Также она связана с таблицами характеристик методов расчета:

– таблица БД «EXPLOSIVE_MASS» – расчет взрывоопасной массы ОБ;

– таблица БД «TOXO» – расчет токсического воздействия;

– таблица БД «EXPLOSION_TVS» – расчет последствий взрыва топливно-воздушной смеси (ТВС);

– таблица БД «TNT» – расчет последствий взрывов конденсированных ОБ (ТНТ);

– таблица БД «FIRE_FLASH» – расчет последствий пожара вспышки;

– таблица БД «FIRE_STRAIT» – расчет последствий пожара пролива;

– таблица БД «RISK» – расчет анализа риска;

– таблица БД «MINERAL_FLAME» – расчет последствий струевого горения газа;

– таблица БД «FIRE_BOLL» – расчет последствий пожара огненного шара;

– таблица БД «SCATTERING_FRAGMENTS» – расчет последствий разлета осколков оборудования.

8. Сведения о методах расчета содержатся в таблице БД «METHODS».

9. Таблица БД «SOB_VEROYATNOSTI» содержит сведения о результатах расчета событий по сценариям и связана с таблицами «RISK» и «POGIBSHIE_POSTRADAVSHIE».

10. Таблица БД «OBJ» содержит сведения об объектах на территории площадки и связана с таблицами «AREA» и «POGIBSHIE_POSTRADAVSHIE».

На текущий момент БД заполнена данными по 5 авариям, ведется работа по реализации интерфейса пользователя, а также по наполнению БД данными по новым авариям и варьируемыми параметрами.

Информация из БД может использоваться для разработки алгоритмов принятия решений по снижению риска и последствий аварий, проектной документации производственных объектов, а также рекомендаций по локализации и ликвидации подобных аварийных ситуаций на химически опасных объектах и в качестве базы сравнения при моделировании аналогичных аварий в других программных комплексах.

Список литературы

1. Программный комплекс по оценке последствий аварий ТОКСИ+// ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://safety.ru> (дата обращения: 20.05.2017).

2. Клёнина Н.С., Савицкая Т.В. Моделирование сценариев развития аварий и анализ риска на опасных производственных объектах с использованием программного комплекса ТОХИ+RISK // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. 30, № 4. С. 77-79.

3. Яндекс – карты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/maps/> (дата обращения 20.05.17).

4. Погода и климат. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 20.05.17).

5. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Михайлова П.Г., Горанский А.В. Рекомендации по созданию и работе с базами данных учебно-методического комплекса по проблемам химической безопасности. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. 185 с.