

УДК 004.942

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПОДДЕРЖКИ ДЕЙСТВИЙ ДИСПЕТЧЕРА ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. БАЗЫ ДАННЫХ

Сафонова С.А.

HARDWARE-SOFTWARE SYSTEM TO SUPPORT OPERATION SUPERVISOR IN EMERGENCY SITUATION. DATABASES

Safonova S.A.

Статья посвящена обеспечению поддержки действий диспетчера промышленного объекта повышенной опасности в условиях аварийной ситуации на основе автоматизации моделирования последствий аварий и поддержки принятия решений.

Разработаны: структурная схема взаимодействия программно-аппаратных средств; методы управления вычислительным процессом и форматами представления данных; базы данных, позволяющие реализовать информационную поддержку действий диспетчера.

Ключевые слова: объект повышенной опасности, аварийная ситуация, информационная технология, диспетчер предприятия, база данных.

1. Введение. Возникновение и развитие аварийных ситуаций на опасных промышленных объектах может приводить к существенным негативным последствиям, которые снижаются при профессиональных действиях обслуживающего персонала таких предприятий. При этом важную роль играют определенные мероприятия, которые основываются на быстром получении качественной и достоверной информации о масштабах и условиях развития чрезвычайных ситуаций.

Для получения достоверной прогнозной информации за приемлемое время необходимо иметь программно-аппаратные средства введения входной информации о расположении объектов, людей, опасных веществ, процессах, погодных условиях и определения расчетных данных, необходимых для принятия решений в условиях аварии.

Несмотря на наличие моделей и методов определения основных показателей угроз и их последствий, их практическое применение для оперативных действий диспетчера невозможно без разработки объединенной информационной технологии, удовлетворяющей требованиям моделирования достаточного качества, и унифицированной системы, которая могла бы быть использована для различных производств, на

которых возможны угрозы пожаров, взрывов, распространения парогазовой фазы опасных химических веществ в атмосфере.

Целью работы является разработка баз данных автоматизированной системы моделирования аварийных ситуаций для снижения негативных последствий аварий и обеспечения информационной поддержки принятия решений диспетчером промышленного предприятия повышенной опасности на основе анализа угроз, которые возникают при техногенных катастрофах [1].

2. Основная часть. На рис. 1 представлена структурная схема взаимодействия программных средств автоматизированной системы в составе модулей прикладной информационной технологии поддержки действий диспетчера.

Основой этих средств являются модуль управления, базы данных, программные средства ввода-вывода графической и текстовой информации и расчетные модули моделирования аварий и определения их последствий, основанные на моделях, представленных в соответствующей научной литературе, для которых проведена верификация и валидация [2-5]. Все представленные средства разработаны с использованием открытых форматов данных и доступных источников (open source) в соответствии с требованиями, изложенными в [6].

Программные средства и использование открытых унифицированных форматов данных позволяет использовать данную разработку в сочетании с другими программными средствами и может модифицироваться в пределах приведенных функциональных ограничений.

Базы данных, входящие в состав программного комплекса, имеют формат Microsoft Access 2000 (выбор Microsoft Access 2000 обусловлен незначительным объемом данных). Они включены в инсталляционный пакет и устанавливаются

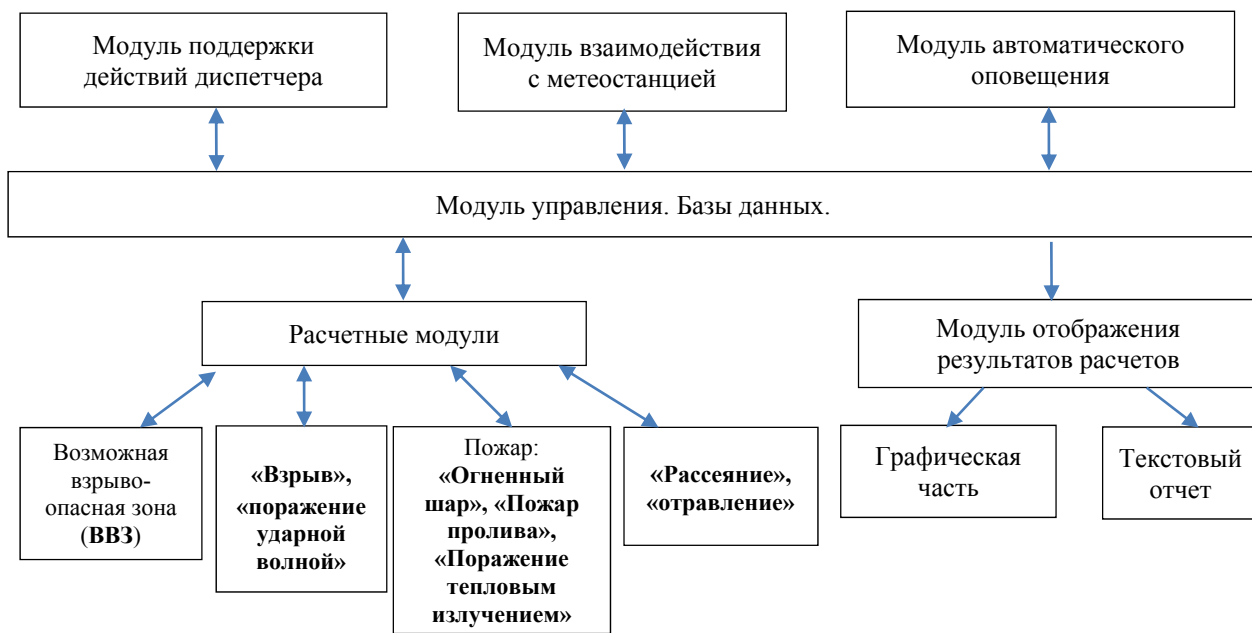


Рис. 1. Структура программного комплекса

совместно с модулями системы. В состав комплекса входят две отдельные базы данных:

- база данных по веществам (содержит информацию о физических и химических параметрах опасных веществ, используется расчетными модулями);
- база данных аварийных ситуаций (основная база данных системы) [7]

База данных по веществам (для задания входных опасных свойств веществ) поставляется пользователю с внесенным минимальным набором данных. Некоторые поля базы необязательны к заполнению. Если при вычислениях оказывается, что не хватает необходимых данных, система сообщит о невозможности вычислений. Все значения, используемые в вычислениях и зачитываемые из базы данных, представлены в расчетных модулях в редактируемых полях. Таким образом, пользователь может работать с расчетным модулем в обход базы данных, вручную подставляя значения параметров соответствующих полей при настройке расчетного модуля. С целью исключения субъективной ошибки пользователя рекомендуется пользоваться базой данных.

Основная база данных системы содержит список опасных объектов, векторные и растровые карты, координаты объектов, список возможных аварий, масштабы аварии, набор параметров для расчета последствий, звуковые файлы оповещения.

База данных состоит из таблиц, хранящих информацию о сущностях и связях между таблицами, обеспечивающих ссылочную целостность между определенными сущностями.

На рис. 2 представлены таблицы основной базы данных и связи между ними.

Ниже описаны все сущности и форматы таблиц.

Таблица «Место» хранит древовидную структуру мест, в которых возможны аварийные события. Каждая строка таблицы содержит название места и ссылку, указывающую на принадлежность данного места к другому месту из этой же таблицы.

Код – идентификатор места.

Название – текстовая строка, название места.

PKод – служебное поле для создания древовидной структуры. Содержит ссылку на родительское место. У корневых узлов дерева PKод=Код.

Таблица «Событие» хранит данные о событиях. Каждая строка таблицы содержит данные о месте возникновения события и возможных вариантах развития события (масштабах).

Код – идентификатор события.

Название – строка с названием события.

Карта – ссылка на карту, на которой нанесено место возникновения данного события.

X, Y – координаты на карте, указывающие точное положение места (точку) возникновения данного события.

Место – ссылка на место, к которому принадлежит событие.

Масштаб – ссылка на масштаб из дерева Масштабов для привязки события к определенному масштабу. Для корректной работы приложения привязку необходимо проводить к «листьям» дерева масштабов, т.е. к строкам масштаба, на которые не ссылаются другие строки масштаба.

Каждая запись в **таблице «Карты»** содержит: векторную карту, привязку векторной карты к растровой, смещение векторной карты относительно привязанной к ней растровой.

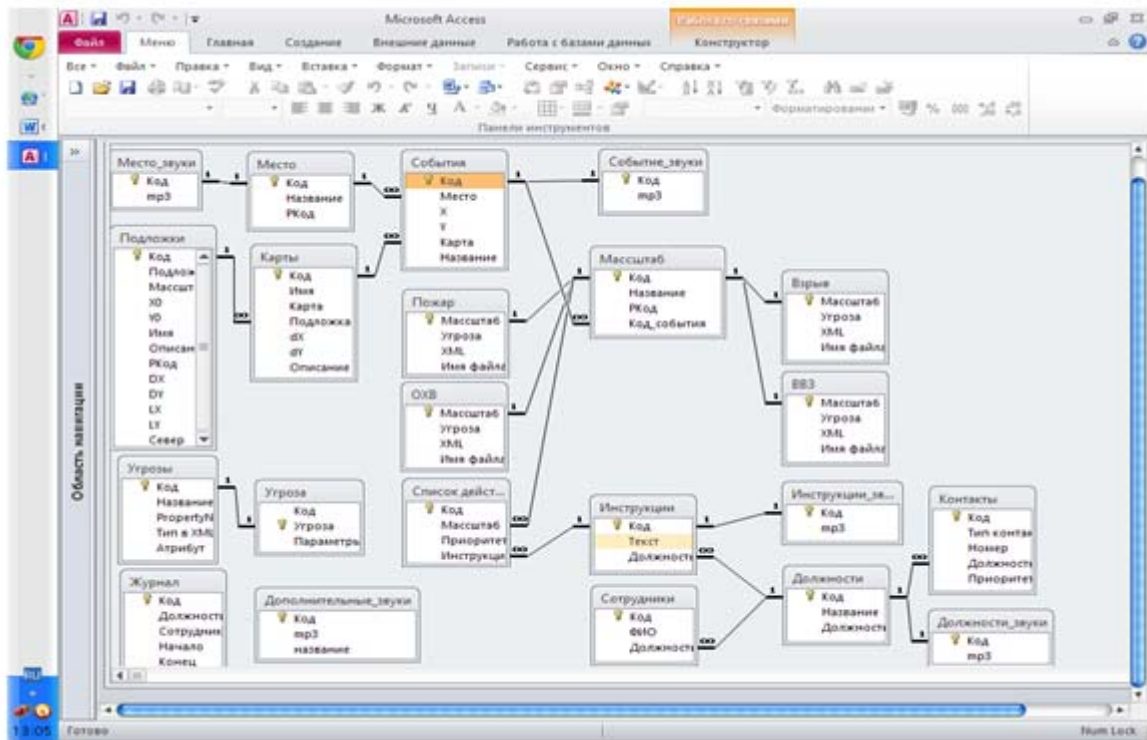


Рис. 2. Таблицы базы данных и связи между ними

Код – идентификатор векторной карты.

Имя – имя карты.

Карта – данные в двоичном формате, содержат векторную карту.

Подложка – ссылка на подложку (растровая карта) данной карты.

dX, dY – смещение начала отсчета векторной карты относительно начала отсчета растровой.

Таблица «Подложки» хранит подложки (растровые карты), их описание, направление севера на карте, масштаб и размер карты, а так же ссылки и смещения карт относительно друг друга.

Код – идентификатор карты.

Подложка – двоичные данные, содержащие растровое изображение карты в jpg формате.

Масштаб – коэффициент, показывающий соотношение между реальными размерами в метрах и размерами растрового изображения в пикселях.

Имя – имя карты.

X0, Y0 – координаты начала отсчета на растровой карте.

Описание – строка комментариев к карте.

PKод – ссылка на родительскую карту. Необходима для организации карт в древовидную структуру. Правило построения древовидной структуры следующее: карта с большим масштабом (изображающая большую поверхность местности) должна быть ближе к корню дерева, т.е. карты, показывающие более мелкие участки местности, расположенные внутри большей карты, находятся ниже в древовидной структуре.

DX, DY – смещение начала отсчета карты относительно начала отсчета родительской.

LX, LY – размер карты в метрах.

Север – угол в градусах, задающий направление на север для данной растровой карты (0 – направление вверх на карте, отображаемой на экране монитора; далее углы увеличиваются по часовой стрелке).

В таблице «Масштаб» хранятся описания масштабов аварии в виде текстовой строки понятной диспетчеру. Строка обычно состоит из параметров, которые можно получить с места аварийной ситуации (например: время перекрытия запорной арматуры, время срабатывания аварийной автоматики, масса вещества, находившегося в емкости в момент разгерметизации).

В зависимости от вида угрозы к масштабу аварии относится тот или иной вид параметров. Масштаб аварии задается текстовой строкой, соответствующей определенному диапазону количественных параметров моделирования. Текстовая строка формируется при проведении численного эксперимента. В таблице 1 приведены данные, соответствующие строке «Масштаб» и результаты расчетов для рассматриваемых угроз.

Существует возможность описания масштаба аварийной ситуации в виде длинной текстовой строки либо дробления описания масштаба на отдельные подстроки и организации их в древовидную структуру.

Код – идентификатор строки масштаба.

PKод – ссылка на масштаб для задания строки масштаба в виде дерева.

Название – часть строки либо строка масштаба.

Т а б л и ц а

Перечень основных входных и выходных данных угроз

Вид угрозы	Данные, соответствующие строке масштаб	Результаты расчетов
Распространение токсичных химических веществ	Масса выброса ОХВ	- Глубина зоны заражения по пороговому токсичному воздействию (в графические данные) для каждого окончания расчетного времени. - Угол раскрытия сектора заражения для заданной скорости ветра.
Возможная взрывоопасная зона	Масса выброса ОХВ	- Масса горючего вещества, находящаяся между верхним и нижним пределами взрываемости. - Глубина зоны загазованности. - Время существования опасной зоны.
Взрыв	Масса вещества, участвующая во взрыве	- Глубина зоны травмирования (разрушения барабанных перепонок). - Глубина зоны 1% смертельного поражения для каждого диапазона вычислений. - Глубина зоны 99% смертельного поражения для каждого диапазона вычислений.
Пожар	Масса сгораемого вещества для огненного шара или площадь пожара для пожара пролива	- Глубина зоны болевого порога (граница безопасности); - Глубина зоны ожога 1 степени; - Глубина зоны 1% смертельного поражения для каждого диапазона вычислений. - Глубина зоны 99% смертельного поражения для каждого диапазона вычислений.

Данные таблиц «Пожар», «Взрыв», «ВВЗ», «ОХВ» содержат файлы настроек расчетных моделей. В них хранятся количественные показатели масштабов (входных данных) аварийных ситуаций. Каждая таблица содержит настройки для расчета последствий одного из видов угроз («Огненный шар», «Пожар пролива», «Взрыв», «Отравление», «Рассеяние», «ВВЗ») и входные данные для них.

Масштаб – ссылка на масштаб (текстовую строку описания масштаба аварии), к которому привязаны данные настройки. К одному масштабу может быть привязано от 1 до 4 видов угроз. Для правильной работы программы настройки моделей должны привязываться к листьям дерева масштабов (узлам в дереве, не содержащим дочерних элементов).

Угроза – зарезервированное поле. В данный момент не используется. Предназначено для возможности расширения функций.

XML – данные в двоичном формате, содержащие настройки модели в формате XML.

Имя файла – имя файла, из которого были взяты настройки модели.

Таблица «Список действий» формирует списки оповещения для каждого конкретного масштаба.

Код – идентификатор строки списка действий.

Масштаб – ссылка на масштаб, для которого формируется список.

Инструкция – ссылка на инструкцию.

Приоритет – определяет очередность инструкций в списке.

Таблица «Инструкции» содержит приказы (инструкции) для должностей.

Код – идентификатор инструкции.

Текст – текстовая строка с инструкцией.

Должность – ссылка на должность, к которой относится данная инструкция.

Таблица «Должности» хранит название должностей предприятия.

Код – идентификатор должности.

Название – текстовая строка с названием должности.

Должность или ЛСО (локальная система оповещения) – признак - является ли текущая запись названием должности или идентификатором места в ЛСО.

Таблица «Сотрудники» хранит данные о сотрудниках предприятия.

Код – идентификатор сотрудника.

ФИО – фамилия, имя, отчество сотрудника.

Должность – ссылка на должность, которую занимает данный сотрудник.

Таблица «Контакты» содержит контакты должностей. У каждой должности может быть один или несколько контактов.

Код – идентификатор контакта.

Номер – строка, содержащая номер, который будет использован при активизации контакта.

Приоритет – задает порядок использования контактов для оповещения должностей.

Тип контакта – строка, описывающая тип контакта.

Должность – ссылка на должность, которой соответствует контакт.

Таблицы «Должности звуки», «Инструкции звуки», «События звуки», «Место звуки» хранят озвученные названия должностей, инструкций, аварийных событий, мест.

Код – идентификатор звука. Т. к. по этому полю осуществляется связь с файлом оповещения,

существует ограничение ссылочной целостности для этого поля (значение данного поля должно быть равно одному из значений поля Код в основной таблице).

mp3 - данные в двоичном формате, содержат звуковой файл в формате MP3.

Таблица «Дополнительные звуки» хранит суффиксы и префиксы звукового оповещения персонала.

Код – идентификатор звука.

mp3 – данные в двоичном формате, содержат звуковой файл в формате MP3.

Название – имя файла, из которого был загружен звук.

Таблица «Журнал» хранит данные о дежурствах.

Код – идентификатор записи.

Должность – ссылка на должность, для которой сформирована запись.

Сотрудник – ссылка на сотрудника, для которого сформирована запись.

Начало, Конец – данные о времени начала и конца смены.

В соответствии с основными задачами системы для проведения расчетов и выполнения поддержки действий диспетчера и оповещения необходимого круга лиц при возникновении аварийной ситуации в базу данных вносятся исходные данные и настройки параметров системы, полученные в результате анализа возможных аварийных ситуаций на производстве.

Кроме того, для наполнения базы данных программно-аппаратного комплекса от заказчика необходимо получить спецификацию – перечень функциональных требований, в которых, в частности, должны быть следующие данные:

- список и должностные функции пользователей, которые используют информацию, получаемую в результате прогнозирования (например: перечисляются должности служб спасения, руководители, которые должны получать специфическую информацию и состав этой информации для каждой должности);
- требования к форматам данных прогнозной части и способам ее получения;
- графическую информацию (карту зоны аварии и графические данные зон поражений и т. д.);
- метод и порядок (соответствующий уровень иерархии доступа к информации) рассылки;
- способ инициализации работы системы;
- метод формирования и управления списками оповещения при наличии автоматизированной связи с системой автоматического оповещения;
- информация, необходимая для разработки плана ликвидации аварийных ситуаций.

Необходимо учесть, что базы данных относятся к элементам коллективного пользования и внесение изменений в поля влечет за собой возможность внесения различных значений одних и тех же параметров различными пользователями. Поэтому рекомендуется организовать контролируемый доступ к редактированию баз данных и проверку значений вносимых параметров. При коллективном пользовании системой в локальной сети базы данных рекомендуется расположить на сервере предприятия и настроить пути к ним от каждого пользователя.

Базы данных открыты на чтение-запись всем пользователям системы, поэтому необходимо предусмотреть резервное копирование. Для возможности слияния баз данных, редактируемых в разных местах, предусмотрена процедура репликации.

Для редактирования базы данных и выполнения основных функций системы разработан специальный модуль, интерфейс которого позволяет редактировать базу данных и вносить в качестве исходных данных настроек следующую информацию:

- структурированный путь к месту аварии;
- вид опасного происходящего события;
- набор масштабов (логическая строка) опасного события;
- список должностей, действий, соответствующих каждой должности; фамилии, имена людей, занимающих данную должность; списки действий должностных лиц при возникновении аварии; списки действий диспетчера;
- текстовые данные, которые используются при автоматическом оповещении (могут снабжаться присоединенными звуковыми файлами);
- списки обязательного оповещения для каждой аварии;
- списки оповещения по громкоговорящей связи предприятия.

Кроме того, модуль позволяет настроить соответствующие исходные данные в расчетных модулях видов угроз; обеспечить привязку реальных координат источника опасности к электронным картам системы.

3. Выводы. Применение баз данных в составе программно-аппаратных средств поддержки принятия решений диспетчером химического предприятия в условиях аварии и недостатка времени позволяет:

1) получить за приемлемое время достоверную прогнозную информацию об ожидаемых угрозах и их последствиях, определить количество и расположение объектов и людей, для которых эти угрозы реализуются в процессе развития аварии;

2) провести автоматизированное оповещение должностных лиц и персонала предприятия о возникновении аварии параллельно по независимым

каналам зв'язи для збільшення швидкості оповіщення;

3) координувати дії служб по ліквідації аварії і коректувати прогнозну інформацію;

4) об'єктивізувати виконання функцій диспетчера в аварійних ситуаціях шляхом автоматизованої підтримки дій диспетчера потенціально небезпечного виробництва.

Литература

1. РД-03-26—2007. Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ – М. : НТЦ «Промышленная безопасность», 2008. - 124 с. - Сер. 27. - Вып. 6.
2. Methods for the calculation of physical effects. 'Yellow Book'. CPR 14E (Part 1). Sdu Uitgevers. Committee for the Prevention of Disasters. Third edition 1997. Chapter 3.
3. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах : сб. док. – М. : Гос. унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. – 208 с. - Сер. 27. - Вып. 2
4. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля : ГОСТ Р 12.3.047-98. – [Утвержденный от 1998-01-01]. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – (Госстандарт России. Постановление)
5. Гельфанд Б. Е. Химические и физические взрывы. Параметры и контроль. / Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. – СПб. : ООО «Изд-во Полигон», 2003. – 416 с.
6. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Автоматизированные системы. Основные положения : сборник. – Москва : Стандартинформ, 2009. – 198 с.
7. Требования к созданию базы данных аварийно опасных химических веществ : метод. рекомендации № 2510/1290-02-34 / Простакишин Г. П. и др. - М. : ФГУ "Всерос. центр медицины катастроф "Защита", 2005. – 45 с.

References

1. RD-03-26—2007. Metodicheskiye ukazaniya po ocenke posledstvij avarijnyh vybrosov opasnyh vechestv – M.: NTC «Promyshlennaja bezopasnost», 2008. - 124 s. - Ser. 27. Vyp. 6.
2. Methods for the calculation of physical effects. 'Yellow Book'. CPR 14E (Part 1). Sdu Uitgevers. Committee for the Prevention of Disasters. Third edition 1997. Chapter 3.
3. Metodiki ocenki posledstvij avarij na opasnyh proizvodstvennyh objektah : sb. dok. – M. : Gos. unitarnoje predpriyatije «Nauchno-tehnicheskij centr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortehnadzora Rossii», 2004. – 208 s. - Ser. 27. Vyp. 2.

4. ССБТ. Pozharnaja bezopasnost tehnologicheskikh processov. Obchije trebovanija. Metody kontrolja : GOST R 12.3.047-98. – [Utverzhdenyj ot 1998-01-01]. – M. : Izd-vo standartov, 1998. – (Gosstandart Rossii. Postanovlenije)
5. Gelfand B. E. Himicheskije i fizicheskije vzryvy. Parametry i kontrol. / B. E. Gelfand, M. V. Silnikov. – SPb. : ООО «Izd-vo Poligon», 2003. – 416 s.
6. GOST 34.601-90. Informacionnaja tehnologija. Avtomatizirovannyje sistemy. Osnovnyje polozhenija : sbornik. – Moskva : Standartinform, 2009. – 198 s.
7. Trebovanija k sozdaniyu bazy dannyh avarijno-opasnyh himicheskikh vechestv : metod. rekomendacii № 2510/1290-02-34 / Prostokvashin G. P. i dr. - M. : FGU "Vseros. centr mediciny katastrof "Zachita", 2005. – 45 s.

Сафонова С. О. Програмно-апаратний комплекс підтримки дій диспетчера хімічного підприємства в аварійних ситуаціях. Бази даних

Стаття присвячена забезпеченню підтримки дій диспетчера промислового об'єкта підвищеної небезпеки в умовах аварійної ситуації на основі автоматизації моделювання наслідків аварій і підтримки прийняття рішень.

Розроблено: структурна схема взаємодії програмно-апаратних засобів; методи управління обчислювальним процесом і форматами представлення даних; бази даних, що дозволяють реалізувати інформаційну підтримку дій диспетчера.

Ключові слова: об'єкт підвищеної небезпеки, аварійна ситуація, інформаційна технологія, диспетчер підприємства, база даних.

Safonova S.A. Hardware-software system to support operation supervisor in emergency situation. Databases

The article is devoted to providing the support for operations of supervisor of dangerous industrial installation in emergency on the basis of simulating automation of emergency situations and decision making.

The structural scheme of organizing program modules of automated system; universal methods of data reporting, of computing process control; the automatic system, with a modular structure, databases that allow to realize the technology supporting supervisor operations have been developed.

Keywords: installation of high risk, emergency, information technology, plant supervisor, database.

Сафонова Світлана Олександрівна – к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Северодонецьк), safonovasa@ukr.net

Рецензент: **Суворін О. В.** – д.т.н., доцент

Стаття подана 20.11.2014