

УДК 004.942

МОДЕЛИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ФУНКЦИЙ И ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ИМПУЛЬСНОЙ МНОГОПЛАНОВОЙ ЗАЩИТОЙ

О.А.Кряжич, аспирант
(Институт проблем математических
машин и систем НАН Украины)

В работе проведен анализ типовых особенностей и системных потребностей химического предприятия как объекта защиты от возникновения техногенной аварии. Исследованы процессы, происходящие на предприятии, с целью формирования определенных критериев соответствия, на основе которых предложены функциональные модели повышения безопасности химического предприятия с помощью импульсных средств многоплановой защиты. Разработаны информационные модели и алгоритмы формирования системы управления импульсной многоплановой защитой химического предприятия.

У роботі проведений аналіз типових особливостей і системних потреб хімічного підприємства як об'єкта захисту від виникнення техногенної аварії. Досліджено процеси, що відбуваються на підприємстві, з метою формування критеріїв відповідності, на основі яких запропоновані функціональні моделі підвищення безпеки хімічного підприємства за допомогою імпульсних засобів багатопланового захисту. Розроблено інформаційні моделі й алгоритми формування системи керування імпульсним багатоплановим захистом хімічного підприємства.

In work the analysis of typical features and system requirements of the chemical enterprise is carried out. The enterprise as object of protection against occurrence of technogenic failure is considered. Processes occurring at the enterprise are investigated. It is made for the purpose of formation of certain criteria of conformity. On the basis of criteria on which basis functional models of increase of safety of the chemical enterprise are offered. Information models and algorithms of formation of a control system on the basis of pulse protection frames from explosion and a fire are offered by pulse multiplane protection of the chemical enterprise.

© О.А.Кряжич, 2012

В настоящее время в Украине функционирует около 2 тыс. объектов, на которых хранится или используется в производственной деятельности почти 300 тыс. тонн высокотоксичных веществ, характеризующихся сильным коррозионным воздействием и способностью вступать в реакцию с широким классом других веществ. Всего в зонах возможного химического заражения от этих объектов проживает более 22 млн. чел. При этом уровень износа основных производственных фондов в среднем по химической отрасли Украины составляет 71% [1].

Предприятие как открытая система активно взаимодействует с внешней средой. Пока паритет находится в состоянии 50 : 50, система сбалансирована, активное воздействие на окружающую среду компенсируется необходимыми ответными мерами. Но когда баланс смещается, возникает угроза как предприятию (например, возникают условия, когда оно не может функционировать), так и окружающей среде (например, ущерб экологии, здоровью людей). Для поддержания паритета необходимы определенные модели и алгоритмы для автоматизации принятия решений, которые позволят в минимально короткие сроки возобновить равновесие.

Общая проблема функционирования химических объектов усложняется тем, что существующая противопожарная техника и технология уже не может надежно обеспечивать безопасность, так как рассчитана на действие в пределах проектированных норм, которые не предусматривали функционирования предприятий свыше допустимых нормативов износа основных производственных фондов. Кроме того, при использовании традиционных средств не идет речи о многоплановой защите, что значительно усложняет процесс локализации и ликвидации аварии. Новые современные системы импульсной многоплановой защиты - тушение пожаров, предотвращение взрывов, локализации токсичных разливов, - позволяют ликвидировать аварийную ситуацию на потенциально опасном производстве в десятки раз быстрее и эффективнее [2]. Однако применение импульсного оборудования требует разработки новых моделей и алгоритмов автоматизации управления. Данная тематика практически не рассматривалась, за исключением попыток моделирования действия отдельных исполнительных устройств. В связи с этим можно говорить об актуальности и новизне поставленной научной задачи.

Целью данной статьи является решение научной задачи создания моделей повышения надежности и алгоритмов автоматизации процессов функционального (организационного) управления по обеспечению безопасности химических предприятий с помощью импульсных средств многоплановой защиты с учетом возможных масштабов кризиса. В данных исследованиях под многоплановой защитой подразумевается защита населения и окружающей среды от последствий техногенной аварии на химическом производстве с помощью

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

специального устройства, способного одинаково воздействовать на различные виды угрозы - взрыв, пожар, вытекание опасных химических веществ или образование токсического облака.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- Провести анализ типовых особенностей и системных потребностей химического предприятия как объекта защиты от возникновения техногенной аварии, для определения требований, которые следует выдвинуть к моделям автоматизированной обработки информации в управлении многоплановой защитой.

- Исследовать процессы, происходящие на предприятии, с целью формирования определенных критериев соответствия моделей управления импульсной многоплановой защитой целям и задачам предприятия.

- Построить функциональные модели повышения безопасности химического предприятия с помощью импульсных средств многоплановой защиты для формирования начальных данных для алгоритмов автоматизации исполнения функций и задач управления техногенной безопасностью предприятия.

- Разработать информационные модели и алгоритмы формирования системы управления импульсной многоплановой защитой химического предприятия.

Проведенный обзор и анализ литературных источников, изданных, преимущественно, в последнее десятилетие, позволил получить данные об основных направлениях разработки большинства моделей, нацеленных на обеспечение безопасности некоторого гипотетического предприятия, промышленной агломерации или области в целом. Направления проводимых в данной сфере исследований можно представить в виде научных групп, изучающих:

- риск-анализ глубоких экологических и социальных изменений;
- риск-ориентированный подход.

Среди исследователей-разработчиков моделей, включая работы по разработке информационных систем контроля и анализа ситуаций, можно назвать как зарубежных, так и отечественных специалистов, в частности: А. Бирка, Х. Кумамото, Е.Дж. Хенли. К этой группе можно отнести и старшего научного сотрудника Института проблем математических машин и систем (ИПММС) НАН Украины – А.Н. Серебровского [3].

Отдельным блоком идут исследования, более близкие обозначенной теме данной статьи. Это - фундаментальные подходы к моделированию систем принятия решений в сфере безопасности отдельных регионов или Украины в целом, с учетом их промышленного потенциала. В частности, такими исследованиями занимаются сотрудники ИПММС НАН Украины под руководством А.А. Морозова [4, 5], подобные работы ведутся в Институте телекоммуникаций и

глобального інформаційного пространства (ИТГИП) НАН України под руководством С.А. Довгого и А.Н. Трофимчука [6, 7].

1. Определение критериев соответствия обеспечения импульсной защиты задачам управления предприятием

Объект управления – химическое предприятие, – состоит из подразделений и производств. Предприятие является открытой системой, оно активно взаимодействует с внешней средой и не может быть выделено из нее. У любого подразделения и у предприятия в целом имеется цель – функционировать по назначению. У окружающей среды также имеется цель – сохранение экологического баланса. Для описания работы объекта необходимо изучить состав, порядок и принципы взаимодействия отдельных его частей – т.е. построить функциональную модель. Для того, чтобы описать существенные параметры и переменные объекта, его связи, входы и выходы, а путем обработки определенной информации моделировать состояния объекта – т.е. получить определенную информационную модель, - нам нужно определить критерии, в рамках которых функционирует данный объект.

Только тогда можно попытаться получить результат – модель автоматизации функций и задач управления, в том числе, и управления многоплановой защитой химического предприятия. Если есть модель автоматизации и определенные алгоритмы, то, по словам академика В.М. Глушкова, все это можно перенести на машинную основу [8].

Результатом данной работы являются разработанные модели и алгоритмы для автоматизации. Разработка технологии поддержки принятия решений в сфере применения импульсных средств многоплановой защиты является перспективным исследованием, и в данной работе такой задачи не ставилось.

Следует отметить, что в большинстве проанализированных литературных источников чаще всего рассматриваются некоторые гипотетические предприятия и поднимаются общие проблемные вопросы относительно построения моделей управления обеспечением безопасности.

Задавшись более конкретным вопросом в отношении моделирования обеспечения безопасности химического предприятия, а также вопросом, можно ли применять имеющиеся модели управления традиционной техникой взрывопожарной защиты, было обнаружено следующее:

- представленная в Планах ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС), например, ЧАО «Стирол» (г. Горловка, Донецкая обл.) и ЧАО «Северодонецкий Азот» (Луганская обл.), коммуникационная модель оповещения в случае возникновения аварии дает не только дублирование функций, но и выполнение определенной очередности шагов, в результате чего происходит большая потеря

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

времени на етапе зародження и развития аварии;

- представив схему оповещения на схеме этапов и зон развития аварийной ситуации (рис.1), можно получить наглядный пример того, что только в случае возникновения этапа 2, - т.е. непосредственно аварии, - начинается оповещение всех служб, что с учетом потери времени приводит к уже ликвидации последствий (этап 3), а не к непосредственной быстрой локализации и ликвидации аварии;

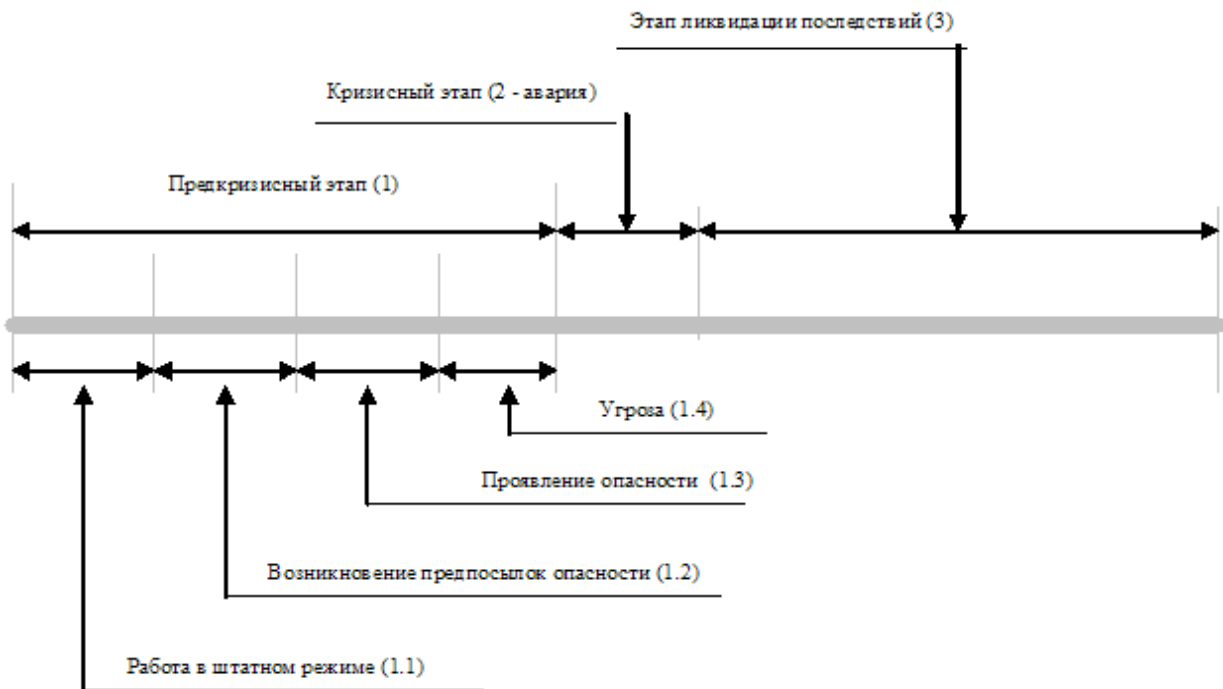


Рис. 1. Этапы и зоны развития аварии

- используя Дерево событий, которое широко применяет [2, 9], можно получить картину аварии на химическом предприятии при моделировании возможного риска (рис. 2).

Собственно развитие события – это пересечение множества элементов аварийного события со срабатыванием множества элементов систем безопасности. В итоге, проанализировав все эти пересечения множеств, можно прийти к выводу, что конечное событие по ликвидации последствий аварии будет с задержкой во времени на интервал $t+\Delta t$, поскольку потеря времени на первых этапах перехода от первых предпосылок опасности, до угрозы и перерастания события в аварию, вносит элемент неопределенности, который существенно влияет на процесс принятия решений. Этот элемент неопределенности особенно сильно проявляется при развитии пожара или выбросе токсичного облака, когда по принципу волнового распределения Гюйгенса возникает нелинейный процесс, который сложно проанализировать.

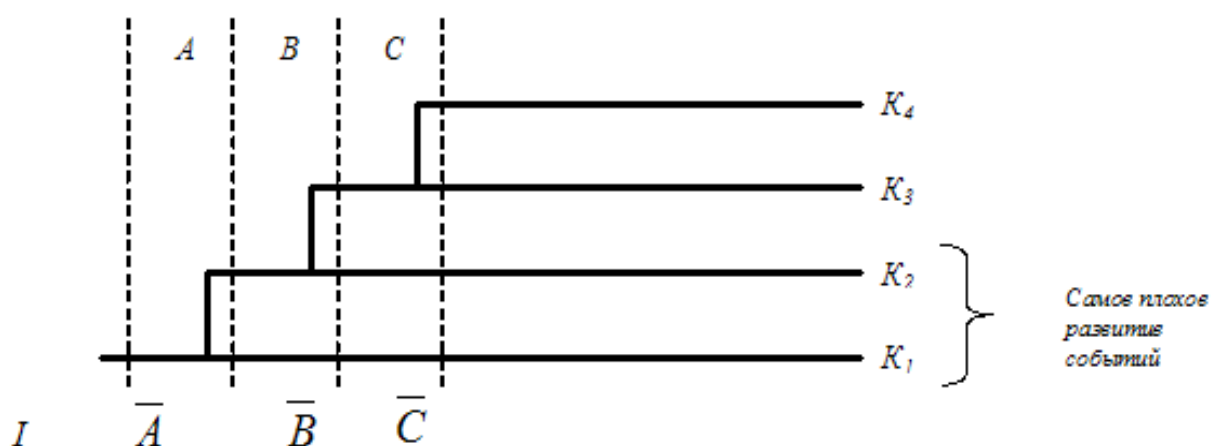


Рис. 2. Пример дерева событий при аварии на химическом предприятии – I – входящее событие; A, B, C – срабатывание систем безопасности; $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}$ – отказ систем безопасности; K_1, K_2, K_3, K_4 – конечные события

В результате исследований получены доказательства, что существующие модели, используемые в управлении традиционной противопожарной техникой, нельзя применять при использовании новых импульсных средств многоплановой защиты, так как в результате потери времени $t+\Delta t$ технологические преимущества новой техники не будут использованы в полном объеме.

Следующим этапом исследований непосредственно стало определение критериев, по которым модели импульсной многоплановой защиты должны соответствовать задачам управления предприятием. Так, был исследован ряд процедур, который позволяет определить критерии, по которым можно установить соответствие модели системным потребностям предприятия. В частности, были исследованы процедуры входного контроля задач предприятия по критерию соблюдения взрывопожарной безопасности; процедуры нормативного контроля критериев ресурсного, технологического и правового обеспечения; критерий достижения безопасности на объекте управления в процессе выполнения производственных задач. Особое внимание уделено анализу критериев полноты, своевременности и достоверности информации.

В процессе исследований было предложено применение многорядного алгоритма самоорганизации моделей для определения критериев, по которым можно определить ситуацию на объекте (регламентная, критическая, аварийная), что представлено на рис. 3.

На рисунке использованы следующие обозначения: R – критерии ряда, по которым определяется сложность модели; x, y, z – критерии, по которым исследуются модели ситуации на объекте.

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

Исполнение многорядного алгоритма самоорганизации чем-то напоминает проведение форсайтных исследований. Когда объект начинает функционировать по выполнению производственного задания с целью получения прибыли, его

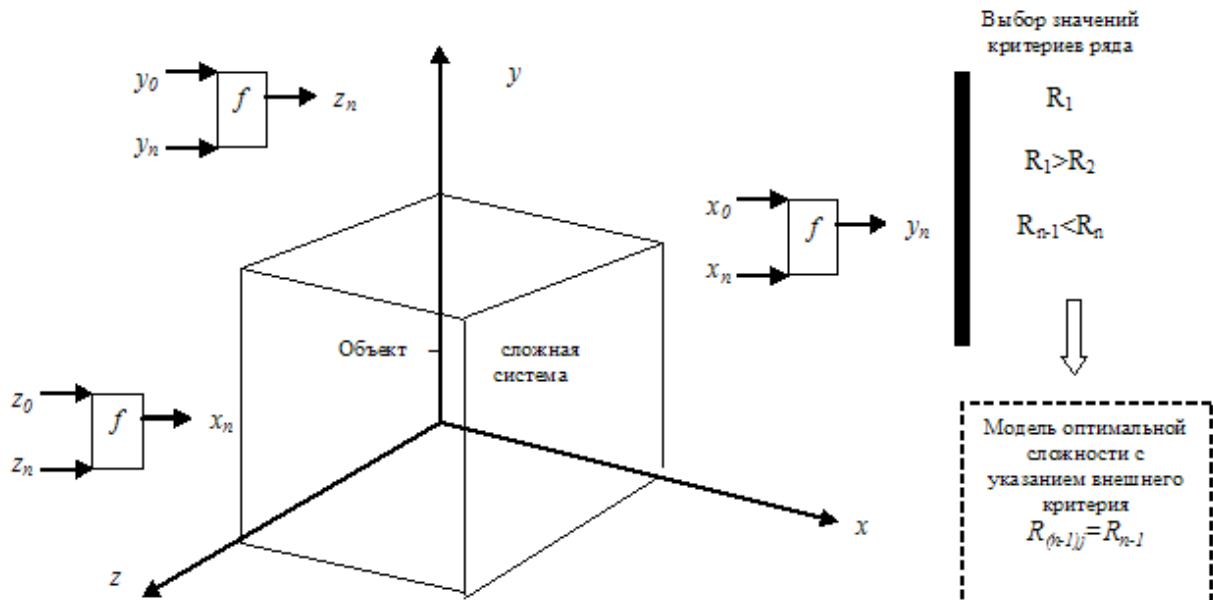


Рис. 3. Комплекс данных об объекте с многорядным алгоритмом

информационную модель дополняют данные о поставленной задаче, технологии X , ресурсах Y и сфере принимаемых решений Z . Любое предприятие как сложная система описывается рядом параметров в конкретной точке своего функционирования. То же самое относится и к моделированию импульсной многоплановой защиты: совокупность данных информационной модели импульсной многоплановой защиты можно представить в матричной форме, где объект характеризуется так:

- (X_0, Y_0, Z_0) – с точки зрения проектных требований относительно организации импульсной многоплановой защиты объекта в процессе выполнения поставленных производственных задач;
- (X_1, Y_1, Z_1) – с точки зрения потребности для реализации конкретной задачи по обеспечению импульсной многоплановой защиты;
- (X_n, Y_n, Z_n) – с точки зрения текущих значений взрывопожарного состояния предприятия.

Многорядный алгоритм позволяет выбирать значения критериев ряда, которые наибольшим образом отвечают сложившейся ситуации на объекте [10]. Такой выбор производится в несколько этапов до тех пор, пока четко не будет описана ситуация.

2. Модели повышения безопасности объекта

В настоящее время проведена работа по построению функциональных моделей обеспечения импульсной многоплановой защиты. В частности, разработан ряд моделей, позволяющих описать ситуацию использования импульсных средств в зависимости от особенностей развития аварии, ошибок прицеливания, обеспечения эффективной локализации. Также разработана методика построения алгоритма выполнения задач по импульсной многоплановой защите отдельного агрегата в зависимости от вытекания химически опасных веществ или образования токсичного облака по объему в минуту времени и по объему заполняемого помещения.

По итогам уже проведенной работы предложен алгоритм обеспечения трехуровневого управления функциями и задачами импульсной многоплановой защиты химического предприятия.

Автоматический (уровень подразделения), автоматизированный (уровень подразделения и предприятия) и ситуационный уровень (уровень предприятия и внешней среды) такой системы позволит не только быстро локализовать и ликвидировать загорание или выброс химически активного вещества, но и выиграть время для принятия квалифицированного решения относительно действий по предупреждению аварии, путем превентивных действий.

Несколько более подробно хочется остановиться на третьем уровне предложенного алгоритма.

На ситуационном уровне импульсной взрывопожарной защиты химического предприятия, который начинает работать еще с момента получения сигналов о выходе технологического процесса за границы допустимого уровня, происходит передача управления ситуацией на объекте к управлению макросистемой – внешним, по отношению к химическому предприятию, органом управления (рис. 4).

Цель ситуационной подсистемы - недопущение перехода аварии в катастрофу, выхода аварии за границы рабочей площадки, локализация и ликвидация аварии, исходя из ситуации на предприятии, с привлечением лиц, принимающих решение, от предприятия (MiC), но под руководством лиц, принимающих решение, от макросистемы (MaC).

Системный подход к формированию последовательности процедур управления трехуровневой системой импульсной взрывопожарной защитой по локализации и ликвидации аварийной ситуации на химическом предприятии требует:

- при принятии решения о привлечении импульсных средств многоплановой защиты учесть нужды относительно цели создания объекта и возможности ее коррекции во время локализации и ликвидации аварии;
- при использовании средств многоплановой защиты - определение поля сис-

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

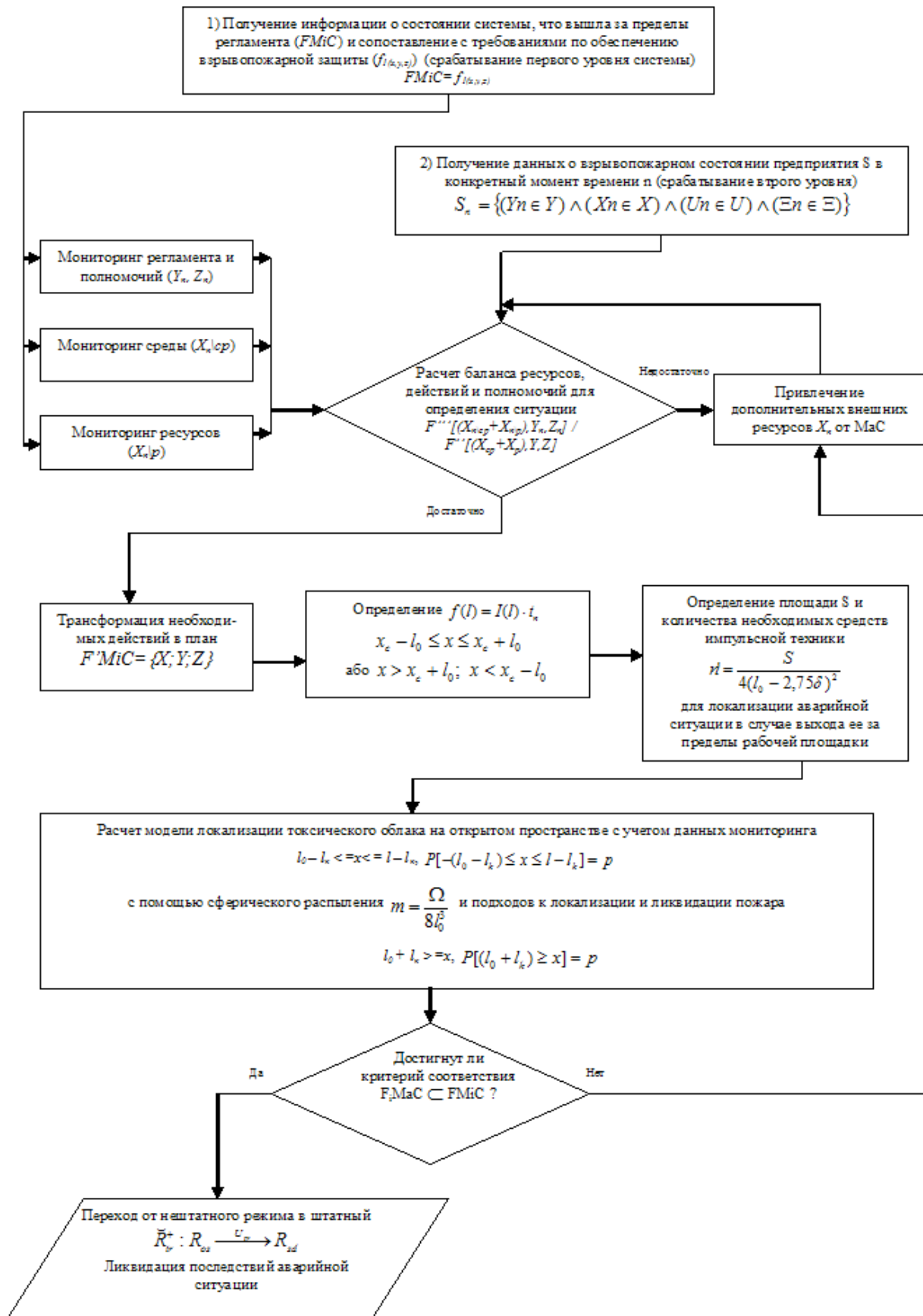


Рис. 4. Алгоритм реализации ситуационной подсистемы импульсной взрывопожарной защиты

темных ограничений относительно функционирования химического предприятия относительно внешнего окружения организации и возможностей сохранения необходимого баланса;

- следует учесть отношение объекта к окружающей среде и личной безопасности функционирования в 6 базовых процессах: синтезе системы, адаптации к реальным условиям, функционировании и мониторинге технологического процесса, анализе ситуации, коррекции природы системы.

Ситуационная подсистема требует определенных средств поддержки принятия решений для получения, обработки и прогнозирования возможных вариантов развития аварийной ситуации, определения границ катастрофического влияния, моделирования необходимых действий и контроля за выполнением принятых решений.

В целом можно указать, что алгоритмические модели показывают определенный цикл, согласно которому можно выбрать решение в ситуации, которая сложилась на предприятии. Цикл проходит не только процедуры анализа, внесения изменений (применение дополнительной техники для локализации и ликвидации последствий аварии) и адаптации объекта, но и обязательно предусматривает обратную связь, которая позволяет получить информацию о состоянии системы после внесения изменений (ликвидация аварии). Это позволяет осуществлять процедуру контроля проверки качества принятых решений.

Выводы

В настоящее время по разработанным моделям осуществляются расчеты на основе реальных данных с ряда химических предприятий по моделированию ситуаций возникновения определенных угроз и их минимизации с помощью импульсных средств многоплановой защиты.

Модель поддержки принятия решений импульсной взрывопожарной защиты химического предприятия не может быть ограничена лишь моделированием обеспечения необходимыми средствами. Такое представление информации не отвечает требованию комплексности без учета данных о состоянии предприятия и макросистемы, которые необходимы для принятия решения относительно действий по недопущению развития аварии за границы рабочей площадки и создания содержательных алгоритмов автоматизации. В частности, для принятия квалифицированного решения необходимая информация относительно:

- характеристики химического объекта и детального описания имеющихся опасных веществ;

- возможностей развития аварии при метеорологических условиях зоны, где расположено химическое предприятие, в любой момент времени;

Розділ 3. Науково-технологічна безпека та інтелектуальні ресурси

- действий персонала, принимающего решения на разных уровнях управления, от момента выхода показателей за границы регламента к моменту возвращения работы в границы регламента;

- экономических и технологических преимуществ импульсной взрывопожарной техники для решения задач оптимального задействования сил и средств.

Все указанное путем алгоритмизации может быть положено в проект разработки системы поддержки принятия решений по вопросам обеспечения импульсной взрывопожарной безопасности химического предприятия.

* * *

1. Міністерство надзвичайних ситуацій України. Офіційний сайт. – [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/>

2. Захматов В. Д. Техника многоплановой защиты. — М.: ИПМ АН СССР, 1991. — 124 с.

3. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математические машины и системы . – 2002. - №1. – сс. 41-48.

4. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. - 2003.-№1.–С.3-14.

5. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Построение сценариев развития событий – основа функционирования информационно-аналитических систем типа ситуационные центры. // Матеріали першої науково-практичної конференції з міжнародною участю “Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика”. – Київ: ІПММС НАНУ. - 2005.- С.38-41.

6. Довгий С.А. Моделирование и прогнозирование экономических процессов переходного периода / С.А. Довгий, А.И. Савенков, П.И. Бидюк. – К.: Укртелеком, 2003. – 240с.

7. Довгий С.О., Бідюк П.І., Трофимчук О.М., Савенков О.І. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень. – К.: Азимут-Україна, 2011. – 608 с.

8. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. - М.: Наука.- 1982.- 552с.

9. Серебровский А.Н. Подход к созданию базы знаний экспертной системы оценки, прогноза и анализа ситуаций на объектах повышенной опасности // Математические машины и системы. – 2009. – № 4. – С. 58–66.

10. Стеценко І.В. Моделювання систем. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 399 с.

Отримано: 20.09.2012 р.