



РЯТУВАННЯ 2000 RESCUE

**Чрезвычайные ситуации:
предупреждение и ликвидация
последствий**

Материалы международной конференции
под эгидой Организации Черноморского
экономического Сотрудничества
и в кооперации с МЦЧИ

**23-25 МАЯ, 2000
ХАРЬКОВ, УКРАИНА**

**Disasters: Prevention
and Liquidation of Consequences**

Proceedings of the International Conference
under Auspices of the Organisation
of the Black Sea Economic Cooperation
and in cooperation with the ICBSS

**MAY 23-25, 2000
KHARKOV, UKRAINE**

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

О.В. Гайдук, (Украина), председатель
В.А. Свиженко, (Украина), зам. председателя
Е.Н. Борисенко, (ОЧЭС), зам. председателя
Е.В. Ерецкая (Украина), секретарь
А.М. Агапов(Россия)
Т.М. Алиев (Азербайджан)
А.П. Кононенко (ОЧЭС)
Е.С. Константинова (Молдова)
Е.Г. Кутовой (МЦЧИ)
Я. Папаниколау (МЦЧИ)
И.З. Паскалева (Болгария)
Т.Л. Челидзе (Грузия)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

А.Н. Ситенко (Украина), председатель
М.Ф. Бондаренко (Украина)
Н.К. Голобородько (Украина)
Ф.В. Кивва (Украина)
А. А. Кордзадзе (Грузия)
Н.А. Корж (Украина)
О.Э. Рыженко (Украина)
Ю.И. Саенко (Украина)
А.А. Салтовец (Украина)
И.Г. Черванев (Украина)

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ КОМИТЕТ

А.С. Кузьменко (Украина), председатель
О.Ю. Бронникова (Украина)
Л.С. Виленчик (Россия)
И.А. Евдокимова (Украина)
О.П. Загубиженко (Украина)
В.А. Корнелюк (Россия)
Ю.А. Кулиш (Украина)



**Чрезвычайные ситуации:
предупреждение и ликвидация
последствий**

Материалы международной конференции
под эгидой Организации Черноморского
Экономического Сотрудничества
и в кооперации с МЦЧИ

23-25 МАЯ, 2000
ХАРЬКОВ, УКРАИНА

MAY 23-25, 2000
KHARKOV, UKRAINE

**Disasters: Prevention
and Liquidation of Consequences**

Proceedings of the International Conference
under Auspices of the Organisation
of the Black Sea Economic Cooperation
and in cooperation with the ICBSS



Міністерство
освіти та науки
України



Українська
науково-промислова
асоціація Укрмедпром



Московское
конструкторское
бюро «Электрон»

**Address Of The
Permanent International Secretariat Of The
Organization Of The Black Sea Economic Cooperation**

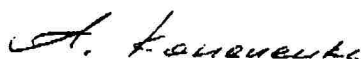
International cooperation aimed at minimizing risks and mitigation of consequences of emergency situations represents one of the principal directions of activities of BSEC, which set up the Working Group on Emergency Response in its framework.

While signing in April 1998 an Agreement among the Governments of the Participating States of the BSEC on Collaboration in Emergency Assistance and Emergency response to Natural and Man-made Disasters, the Black Sea countries committed themselves to extend the developed regional cooperation to cover the assistance in case of emergencies.

Declaration adopted by the high participants of the Meeting of the Heads of State or Government of the BSEC countries held in Istanbul on 17 November 1999, considered as a high priority the establishment of an implementation mechanism of the Agreement in view of the recent tragic disasters in the region.

Following this guidance, the latest Meeting of the Council of Foreign Ministers of Member States, the principal decision-making body of the BSEC, welcomed the International Conference on Disasters: Prevention and Elimination of Consequences organized jointly by the Ministry of Emergency Response of Ukraine, Ministry of Education and science of Ukraine and Association "Ukrmedprom" in cooperation with the International Center for the Black Sea Studies.

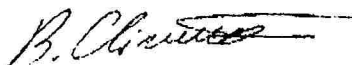
Permanent International Secretariat of the BSEC wishes all the success to the forthcoming International Conference in Kharkiv.



Andriy KONONENKO,
Deputy Secretary General

Проблема чрезвычайных ситуаций в современном мире - одна из самых животрепещущих проблем, поскольку в условиях природных или техногенных катаклизмов невозможно ни устойчивое экономическое развитие, ни обеспечение социальной стабильности. В этом отношении Черноморский регион - один из самых неблагополучных в Европе: землетрясения, наводнения, войны, аварии на промышленных объектах, загрязнение вод Черного моря - все это делает Причерноморье объектом пристального внимания европейского сообщества. Вот почему тематика одной из первых международных научно-практических конференций, проводимых под эгидой ОЧЭС, посвящена прогнозированию, предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Идея этой конференции, предложенная Рабочей группой по научно-технологическому сотрудничеству ОЧЭС, одобрена на уровне Министров иностранных дел стран-членов ОЧЭС и поддержана Правительством Украины в лице Министерства образования и науки. Надеюсь, что конференция будет новым шагом к решению научных и практических вопросов, связанных с экологическими и техногенными катастрофами в Черноморском регионе, к достижению взаимопонимания и развития сотрудничества.

От имени Министерства образования и науки Украины желаю всем успешного участия в предстоящей конференции и приятного пребывания в Харькове.



В. Свиженко
Представитель Украины в Совете директоров
Международного центра черноморских исследований

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗМОЖНОЙ АВАРИИ, СВЯЗАННОЙ С ПОЖАРОМ ИЛИ ВЗРЫВОМ

А.Ф. Стоянов, Ю.Н. Сенчихин, А.И. Хянникяйнен

При решении практически любого вопроса, связанного с ликвидацией последствий пожара или взрыва на промышленном предприятии и проведении профилактических мероприятий важным является наличие надежного алгоритма определения основных характеристик каскадного развития аварии в случае реализации наиболее опасного сценария развития событий. Подчеркнем, что речь идет об алгоритмах, применимых в практической работе пожарной охраны, поскольку в большинстве случаев именно подразделения пожарной охраны первыми оказываются на месте происшествия.

Разработанные в настоящее время алгоритмы расчета основных характеристик отдельных этапов каскадного развития аварии, связанной с пожаром или взрывом на промышленном предприятии (см., например, [1-3]), позволяют рассчитать значения опасных факторов пожара или взрыва для наиболее опасных ситуаций без существенных затрат труда и времени. Именно такие алгоритмы естественно применять при решении научно-практической задачи о разработке оптимальных (рациональных) мер по повышению пожаро-взрывобезопасности предприятия, в частности - о минимизации последствий возможной аварии.

Предприятие в целом рассматривается как набор наиболее опасных в пожарном отношении объектов $i=1, \dots, N$, последовательное возгорание которых приводит к каскадному развитию аварии; именно на этих объектах сосредоточена основная пожарная нагрузка. Объекты, участвующие в аварии, будем называть F-объектами (fige). В качестве целевой функции χ выберем максимальное количество людей, которые могут пострадать в результате аварии. Заметим, что в принципе возможен и другой выбор целевой функции, связанный с набором требований, предъявляемых к конкретному предприятию.

Введем в рассмотрение важное для дальнейшего анализа понятие матрицы связей между локальными объектами $\Theta_1(N;N)$: $\Theta_1(i;j)=1$, если наиболее опасный сценарий аварии на i -м объекте может привести к возгоранию или взрыву на j -м объекте; $\Theta_1(i;j)=0$ в противном случае. Сущность термина "матрица связей" становится ясной, если указать, что i -й столбец матрицы характеризует параметр "опасность" i -го объекта, т.е. показывает, на какие из объектов он может влиять, а j -я строка характеризует параметр "уязвимость", т.е. определяет те объекты, которые могут влиять на j -й объект.

Сделаем априорные предположения об особенностях задачи, основанные на опыте авторов в области практического изучения структуры химически опасных предприятий (достоверность предположений подтверждается исследованием ряда химически опасных предприятий г. Харькова и Харьковской области).

1. Выполнение работ по устранению влияния i -го объекта на j -й (в терминах матрицы связей, обеспечение $\Theta_1(i;j)=0$) не ведет к изменению других элементов Θ_1 .

2. На каждом из N объектов основная пожарная нагрузка обусловлена наличием вещества однородного химического состава.

3. Состав основной пожарной нагрузки на каждом объекте фиксирован и обусловлен технологией производственного процесса предприятия.

4. Каждый из пожаро-взрывоопасных объектов $i=1, \dots, N$ работает в качестве элемента самостоятельного цикла производства, а прибыль предприятия, получаемая при этом, зависит только от количества пожаро-взрывоопасного вещества, имеющегося на данном объекте.

5. Местоположение и количество людей на территории предприятия определяется штатным расписанием и не может изменяться. Для определения количества людей, которые могут попасть в зону поражения, будем использовать функции: $\theta_1(X,Y,R)$ =количество людей внутри круга с цен-

отом в точке (X, Y) и радиуса R ; $\theta_2(X, Y, R)$ = количество людей внутри круга с центром в точке (X, Y) радиуса R , находящихся внутри зданий и сооружений.

6. Человек, находящийся на территории предприятия, может подвергаться воздействию аварии со стороны только из пожаро- взрывоопасных объектов в фиксированный момент времени. Аналогичное утверждение справедливо также для каждого из объектов $i=1, \dots, N$.

Аналогично матрице связей определим $\Theta_2(N; N)$ - матрицу стоимостей работ по предотвращению каскадного развития аварии- $\Theta_2(i; j)$ равно стоимости работ по предотвращению влияния i -го объекта на j -й при реализации на i -м объекте наиболее опасного варианта сценария развития аварии. Очевидно:

$$\forall(i, j): \Theta_1(i; j)=0 \text{ справедливо: } \Theta_2(i; j)=0. \quad (1)$$

Важным для нас будет также понятие вектора стоимостей работ по предотвращению влияния аварии на жизнь и здоровье людей- $\Theta_3(N)$. Элементы $\Theta_3(i)$ задаются соотношениями:

$$\Theta_3i = f_i(\alpha_i, m_i) \quad (2)$$

равны стоимости работ по уменьшению числа пострадавших в результате реализации наиболее опасного варианта аварии на i -м объекте в α раз.

Теперь можно сформулировать задачу о минимизации последствий аварии, как задачу нелинейного программирования с ограничениями. Требуется определить:

$$\min \chi (\alpha_i, m_i, i=1, \dots, N; \Psi_i). \quad (3)$$

Здесь Z - максимально допустимая стоимость работ по предотвращению каскадного развития аварии (или минимизации последствий аварии); $\Psi_1(N; N)$ - матрица, определяющая, какие именно из возможных работ по минимизации последствий аварии выполнены. Элементы $\Psi(N; N)$ определим следующим образом:

$$\Psi(i; j) = 1, \text{ если работа стоимостью } \Theta_2(i; j)=0 \text{ выполнена;} \quad (4)$$

$$\Psi(i; j) = 0 \text{ в противном случае.}$$

Перейдем к формулировке ограничений, налагаемых на аргументы целевой функции (1). Очевидно:

$$m_{\min} < m_i < m_{\max}; i=1, \dots, N. \quad (5)$$

Ограничения (4) связаны, во первых, с особенностями каждого из объектов (в частности, с максимально возможной пожарной нагрузкой m_{\max}), во- вторых, с необходимостью для предприятия работать в нормативном режиме.

Естественно потребовать, чтобы:

$$Z < Z_{\max}. \quad (6)$$

Здесь Z_{\max} - максимально допустимая стоимость работ, которые могут быть выполнены на предприятии, в области минимизации последствий каскадного развития аварии; частный случай $Z_{\max}=0$ соответствует ситуации для предприятия "as it is" ("как оно есть") [1], т.е. управляющими переменными являются только $m_i, i=1, \dots, N$.

В наших обозначениях:

$$Z = \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=N} \Theta_2(i, j) \cdot \Psi_1(i, j) + \sum_{i=1}^N \Theta_3(i) = \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=N} \Theta_2(i, j) \cdot \Psi_1(i, j) + \sum_{i=1}^N f_i(\alpha_i, m_i). \quad (7)$$

В соотношении (7) элементы $\Theta_2(i, j)$, $i=1, \dots, N$; $j=1, \dots, N$ заданы в качестве входных данных, а $\Psi_1(i, j)$, $i=1, \dots, N$; $j=1, \dots, N$ являются дискретными аргументами целевой функции (3).

Следующее ограничение связано с требованием рентабельности работы предприятия. С учетом предположения 4 имеем:

$$\sum_{i=1}^N \mathfrak{R}_i(m_{ik(i)}) \geq \mathfrak{R}_{\min}. \quad (8)$$

Здесь \mathfrak{R}_i , $i=1, \dots, N$ - прибыль, получаемая предприятием в течение заданного промежутка времени (например, одного года), если на i -м объекте масса основной пожарной нагрузки равна m_i ; \mathfrak{R}_{\min} - наперед заданная минимально допустимая прибыль предприятия. Заметим, что в практических ситуациях ограничения (8), в основном, оказываются линейными, т.е.:

$$\sum_{i=1}^N \tilde{\mathfrak{R}}_i \cdot m_{ik(i)} \geq \mathfrak{R}_{\min}. \quad (9)$$

Если среди F - объектов есть один или несколько опасных в химическом отношении $F_x \in F$, т.е. произошел выброс газообразных ЯВ в атмосферу, то при расчете значений целевой функции необходимо учесть влияние ЯВ на жизнь и здоровье людей. Для этого применимы как эмпирические модели, так и результаты точного решения системы уравнений диссипации газообразных ЯВ.

Пусть t_x - время, необходимое для эвакуации людей с предприятия в случае аварии. Тогда пострадавшими будут считаться все, кто находился в момент аварии на территории предприятия или его окрестностей, в области, определяемой уравнением:

$$\Omega_x = \{(x, y): \varphi(x, y, t_x) > \varphi_{кр}\}. \quad (10)$$

Сформулируем теперь задачу минимизации числа пострадавших при аварии в целом. Требуется найти:

$$\begin{aligned} \min \chi(\alpha_i, m_i, i=1, \dots, N; \Psi_1); \text{ при ограничениях:} \quad (11) \\ L_1 = m_i - m_{\min} > 0; i=1, \dots, N; \\ L_{N+i} = m_{\max} - m_i > 0; i=1, \dots, N; \\ L_{2N+1} = Z_{\max} - Z = Z_{\max} - \\ - \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=N} \Theta_2(i, j) \cdot \Psi_1(i, j) - \sum_{i=1}^N \Theta_3(i) = Z_{\max} - \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=N} \Theta_2(i, j) \cdot \Psi_1(i, j) - \sum_{i=1}^N f_i(\alpha_i, m_i) > 0; \\ L_{2N+2} = \sum_{i=1}^N \tilde{\mathfrak{R}}_i \cdot m_{ik(i)} - \mathfrak{R}_{\min} \geq 0. \end{aligned}$$

Управляющие переменные задачи оптимизации:

- m_i ; $i=1, \dots, N$ - непрерывные;
- $\Psi_1(N; N)$ - дискретные, принимают значения "0", "1";
- α_i , $i=1, \dots, N$ - коэффициенты ослабления влияния аварии- в принципе, могут быть как дискретными так и непрерывными, в зависимости от особенностей выполняемых работ и кон-

кретного объекта, однако в большинстве случаев α_i выбираются из конечного набора возможных значений.

В настоящее время авторами разрабатывается алгоритм решения задачи оптимизации (14), с учетом особенностей некоторых важных в экономическом и/или социальном отношении предприятий Харьковской области.

Подчеркнем, что предлагаемый подход позволяет рассчитать характеристики именно для наиболее опасного варианта развития событий из всех возможных (при этом может оказаться, что в действительности последствия аварии будут меньше).

Литература.

1. Маршалл В. Основные опасности химических производств.- М.: Мир, 1989.- 671 с.
2. Дадашев И.Ф., Сенчихин Ю.Н., Хяникийнен А.И. Структурная схема количественного анализа основных характеристик аварии, связанной с пожаром или взрывом на промышленном предприятии// Збірник наукових праць. Науковий вісник будівництва.- Харків: ХДТУБА, ХОТВАБУ, 1998. Вип.5. -С. 108-111.
3. Елизаров В.В., Стоянов А.Ф., Стоянова И.В. Приближенная методика расчета воздействия возможного пожара нефтеперерабатывающего комплекса малой мощности на окружающие здания и сооружения// Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып.2.- Харьков: ХИПБ, 1997.- С.32-35.

О.Ю. Бронникова, В.А. Гусев, Е.В. Ерецкая, А.С. Кузьменко, А.Н. Ситенко. О ЦЕНТРАХ ПЕРЕДАЧИ ТЕХНОЛОГИЙ	72
А.И. Дохов, В.В. Жирнов, В.С. Комисарук. РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ КРИЗИСНЫХ СОСТОЯНИЙ НА АЭС ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА В РАЙОНЕ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ	76
А.Г. Карабанов, В.Н. Олейников, Г.В. Нестеренко, Л.П. Татарец, О.А. Соляник, С.Ф. Семенов, Ю.А. Леман. РЛС ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВЕТРОВЫХ ДВИЖЕНИЙ В ТРОПО-СТРАТОСФЕРЕ.	78
А. А. Кордзадзе, Д. И. Деметрашвили. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ЧЕРНОГО МОРЯ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ПРИМЕСИ	84
В. А. Корнелюк, А.С. Кузьменко, Н.И. Ищенко. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СОВМЕСТНОГО МЕЖДУНАРОДНОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА СТРАН ЧЭС ПО ПОДГОТОВКЕ ПЕРСОНАЛА В ОБЛАСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	89
Ю.А. Крашаница, В.К.Хрущ, А.Ф.Шейко. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАССЕЙВАНИЯ ГАЗОВЫХ И КАПЕЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ ПРИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С ЗАПУСКОМ РАКЕТ НОСИТЕЛЕЙ	93
М.Ф. Лагутин, Ю.С. Бурмистров, А.И. Стрелков, А.И. Дохов. КОНЦЕПЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА "СОЗДАНИЕ ПРИЧЕРНОМОРСКОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ОКОЛОЗЕМНОГО ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА ЛАЗЕРНЫМИ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМИ СТАНЦИЯМИ" В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЫ "ЭКОЛОГИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ"	100
В.М. Левыкин, В.И. Саенко. КОНЦЕПЦИЯ, СРЕДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИЙ РИАНТЧС	103
Е.В. Малахов, М.И. Лысенко. ИНФОРМАЦИОННО-ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА СЛУЖБЫ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ.	109
А.Г. Васенко, Н.С. Горбань, Ю.А. Ильевская, А.В. Ильевский. СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК Г. ХАРЬКОВА И ОБЛАСТИ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ДИКАНЕВСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	115
В.В. Пененко. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРЕДПОСЫЛОК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ И ОЦЕНОК МАСШТАБОВ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	121
Э.Г. Петров, В.П. Писклакова. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ РЕГИОНАЛЬНОЙ (ОБЛАСТНОЙ) ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧС	125
Р.А. Полупан. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕСОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЗОНАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ РИСКУ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ СИТУАЦИЙ	128
В.В. Поповский, Л.А. Титаренко. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОСАДКИ АВИАЦИОННЫХ СРЕДСТВ НА НЕОБОРУДОВАННЫЕ АЭРОДРОМЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАРКЕРНЫХ ПАССИВНЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ	132
В.В. Поповский, А.И. Дохов, Л.А. Титаренко, А.М. Винокуров, В.Н. Бурьян. О НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРОПОСФЕРНОЙ СВЯЗИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ИНФОРМАЦИИ С МЕСТА КРУПНОЙ КАТАСТРОФЫ	135
А.Ф. Стоянов, Ю.Н. Сенчихин, А.И. Хяникяйнен. ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗМОЖНОЙ АВАРИИ, СВЯЗАННОЙ С ПОЖАРОМ ИЛИ ВЗРЫВОМ	136

Материалы конференции подготовлены к изданию компьютерной группой ассоциации *Укрмедпром* по оригиналам авторов без дополнительного редактирования.

Техническое редактирование: Кузьменко А.С.

Дизайн: Пустоварова А.Л.

Подписано к печати 28 апреля 2000 г. Формат 60x84 1/8. Офс. печать. Усл. печ. л. 16,7. Тираж 350 экз. Зак. 25. Цена договорная.

Ротапринт ИРЭ НАН Украины
61085, Харьков, ул. Академика Проскуры, 12