

ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ КРЕМЕНЧУЦЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ

**ІНСТИТУТ ГЕОХІМІЇ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
НАН та МНС УКРАЇНИ**

ТЕХНОГЕННО – ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ВИПУСК 2

**КИЇВ – КРЕМЕНЧУК
2010**

ISSN 2220-8585

Головний редактор
ЛИСИЧЕНКО Георгій Віталійович

Editor-in-chief
Georgiy V. LYSYCHENKO

Заступники головного редактора:
Демехін Г.А. (Україна)
Забулонов Ю.Л. (Україна)

Deputy Editors:
Demekhin G.A. (Ukraine)
Zabulonov U.L. (Ukraine)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Бут В.В. (Україна)
Соботович Е.В. (Україна)
Куліш Є.О. (Україна)
Бондаренко Г.М. (Україна)
Бєлєвцев Р.Я. (Україна)
Горлицький Б.О. (Україна)
Крайнов І.П. (Україна)
Шушляков О.В. (Україна)
Яковлев Є.О. (Україна)
Чумаченко С.М. (Україна)
Ігнаткін В.У. (Україна)

EDITORIAL BOARD:

But V.V. (Ukraine)
Sobotovich E.V. (Ukraine)
Kulish E.O. (Ukraine)
Bondarenko G.N. (Ukraine)
Belevtsev R. Ya. (Ukraine)
Gorlitsky B.A. (Ukraine)
Kraynov A.P. (Ukraine)
Shushlyakov A.V. (Ukraine)
Yakovlev E.O. (Ukraine)
Chumachenko S.M. (Ukraine)
Ignatkin V.U. (Ukraine)

Секретар Іщенко А.А.

Secretary Ishchenko A.A.

ІНОЗЕМНІ ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:

Войчик В. (Польща)
Алієв Р. (Азербайджан)
Калінін М. (Білорусь)
Єременко В.А. (Росія)
Єськов А.П. (Росія)

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD:

Wojcik W. (Poland)
Aliev R. (Azerbaijan)
Kalinin M. (Belorus)
Eremenko V.A. (Russia)
Eskov A.P. (Russia)

Технічний секретар: Машина Л.Л., Фесай О.П.

ЗАСНОВНИКИ:

Національна академія наук України
Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи
Інститут геохімії навколишнього середовища
Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради

Адреса редакційної колегії:

03680, Київ-142, пр. Палладіна, 34-А

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України,

Тел. (044) 424 00 29, факс (044) 423 17 96. Електронна пошта: u-risk@naverex.kiev.ua

Рекомендований до друку рішенням вченої ради ІГНС НАН та МНС України протокол № 1 від 9.03.2010 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію ДЗМІ – серія КВ № 16163-4635Р від 30.12.2009 р.

ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Випуск 2. Київ-Кременчук, 39600, м. Кременчук, ПП ОЛЕКСІЄНКО В.В., 2010 -154 с.

© *Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ та МНС України*

© *Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради, відділ екологічної безпеки*

З М І С Т

Прикладні аспекти застосування методології оцінки ризиків для прийняття рішень

<i>Кендзера А.В., Лисиченко Г.В.</i> О сейсмической опасности площадки Запорожской АЭС	4
<i>Діденко П.І.</i> Аерозолі і їх шкідливість для населення України	9
<i>Ершов Г.А., Ермакович Ю. Л., Парфентьев М.А.</i> Внешние техногенные аварии и безопасность АЭС – требования НТД России и МАГАТЭ, методы оценки и программные средства	21
<i>Хрутьба В.О., Плошай Ф.В.</i> Прийняття проектних рішень на основі оцінки ризиків проектів утилізації шахтного метану	28
<i>Шушляков А.В., Кришталь Е.В.</i> Аэродинамика и эффективность работы вихревых десорберов	33
<i>Дербасова Н.М., Дивизинюк М.М.</i> Математическая модель биодеструкции гексоген и тринитротолуол содержащих веществ	40
<i>Шушляков А.В., Шушляков Д.А., Кириченко Л.В., Проскурня Н.И.</i> Аппараты для комплексной очистки газов и орашающих жидкостей от композиционных загрязняющих веществ	46
<i>Шиян В.Д., Фаррахов О.В.</i> Автоматизована інформаційно-вимірювально система забезпечення екологічної безпеки, технічного прикриття магістральних трубопроводів	53
<i>Щербак Н.В.</i> Система для авиационного импульсного напыления адсорбентов на нефтяную пленку в акватории	64
Методологічні проблеми оцінки ризиків	
<i>Серебровский А.Н., Пилипенко В.Г., Ситниченко Л.П.</i> О дополнении ГОСТ 12.1.004-91 "Пожарная безопасность" моделью дерева отказов	75
<i>Грановский Э.А., Лыфарь В.А., Ворона А.П.</i> Методы и информационная технология моделирования аварий и оценки риска программного комплекса «РизЭкс-2»	81
<i>Лисанов М.В.</i> Декларирование промышленной и пожарной безопасности, развитие методологии анализа риска в России	86
<i>Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Єременко С.А., Бикова О.В.</i> Концептуальна розробка єдиної системи контролю пожежного та екологічного стану території складу боєприпасів та прилеглої території	91
<i>Волянський П.Б.</i> Принципи раціонального розгортання мобільного госпіталя залежно від медико-географічних умов	97
<i>Андронов В.А., Бабков Ю.П., Стрілець В.М., Тютюник В.В.</i> До питання кількісного оцінювання відповідності територіальних структур МНС рівням загроз виникнення надзвичайних ситуацій	103
<i>Скакун В.О., Рак Ю.П.</i> Ідентифікація загроз техногенній безпеці на основі методологій управління ризиками у регіональному проекті	108
Нормативно-правова база техніко-екологічної безпеки	
<i>Лещенко О.Я.</i> Реалізація інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у містобудівній та проектній документації, як ефективний механізм управління ризиками надзвичайних ситуацій	113
<i>Грановский Э.А.</i> Развитие законодательства и нормативной базы в области безопасности на основе оценки риска	123
<i>Бегун В.В.</i> Системні оцінки стану нормативно – правової бази з безпеки та пропозиції щодо зміни стратегії управління безпекою	131
<i>Гражданкин А.И.</i> Управление приемлемым риском в промышленности	138
<i>Статюха Г.О., Бойко Т.В., Абрамова А.О.</i> До питання оцінки екологічних ризиків при проектуванні об'єктів господарської діяльності	143
Дискусії	
<i>Іщенко О.П.</i> Енергетичні зони Землі	148

ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

УДК 550.34

А.В. КЕНДЗЕРА¹, Г.В. ЛИСИЧЕНКО²

¹Інститут геофізики ім. С.И. Субботина НАН України, г. Київ

²Інститут геохімії оточуючої середовища НАН і МЧС України, г. Київ

О СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПЛОЩАДКИ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС

Оценка сейсмической опасности, принятая при проектировании Запорожской АЭС в 1977 (проектное землетрясение (ПЗ) – 5 баллов, максимальное расчетное землетрясение (МРЗ) – 6 баллов) не соответствует современным нормативным документам. Согласно новой редакции Государственных строительных норм (2007г.) площадка Запорожской АЭС расположена в 7-ми балльной зоне. Авторами произведен детальный анализ имеющихся материалов различных организаций, по этой проблеме. Предложено провести инструментальные измерения в зоне размещения промышленной площадки, с обязательным микросейсмическим районированием, для уточнения сейсмотектонических условий размещения Запорожской АЭС.

Расчетные параметры проектирования сейсмической устойчивости АЭС Украины закладывались на основании «Схемы сейсмического зонирования Европейской части СССР и Кавказа», которая была разработана в 1977 году Институтом физики Земли [1]. Основываясь на этом документе, Главниипроект, Главатомэнерго Минэнерго СССР и Институт физики Земли АН СССР своим совместным решением от 08 сентября 1977 г. утвердили проектные параметры сейсмичности площадок Южно-Украинской, Ровенской и Запорожской атомных станций. При этом, для Запорожской АЭС проектное землетрясение (ПЗ) было принято в 5 баллов, а максимально расчетное землетрясение (МРЗ) оценивалось в 6 баллов.

Вместе с тем при принятии решения по сейсмичности указанных площадок не были учтены рекомендации работы [1], которые регламентировали необходимость уточнения исходной сейсмичности, устанавливаемой по «Схеме сейсмического зонирования Европейской части СССР и Кавказа», на основе данных специальных сейсмологических исследований и сейсмического микрорайонирования каждой конкретной площадки.

Это явилось одной из причин неопределенностей в оценках сейсмической опасности площадки Запорожской АЭС, содержащихся в отчетных материалах ряда следующих проектных организаций: Институт Гидропроект [2], Филиал ВНИИАЭС НПО «Энергия» [3], НИИОССС АЭС института Атомтеплоэлектропроект в г. Ереване [4].

В отличие от принятой в проекте сейсмичности площадки Запорожской АЭС, равной ПЗ=5 баллов и МРЗ=6 баллов, в Заключении «Гидропроекта» [2] указывается на возможность на площадке Запорожской АЭС 7-ми балльных сотрясений. Объясняется это тем, что в пределах площадки Запорожской АЭС выделены грунты II и III категории по сейсмическим свойствам, что не исключает возникновения резонансных эффектов. Кроме того, в материалах НИИОССС АЭС института Атомтеплоэлектропроект в г. Ереване [4] для потенциально опасных зон разломов приняты максимальные магнитуды, учет которых совместно с минимальным удалением этих зон от площадки также указывает на возможность значительного превышения принятых в решении параметров сейсмичности ПЗ и МРЗ.

До 70-х годов 20-го столетия считалось, что сильные местные землетрясения на древних платформах не могут возникать. Поэтому местная сейсмичность района ЗАЭС не

исследовалась. Однако, как видно из рис. 1, вблизи площадки Запорожской АЭС проходит ряд тектонических разломов, современная активизация которых не исследована. Наличие этих разломов и признаки их современной активизации подтверждены результатами дешифрирования космоснимков.

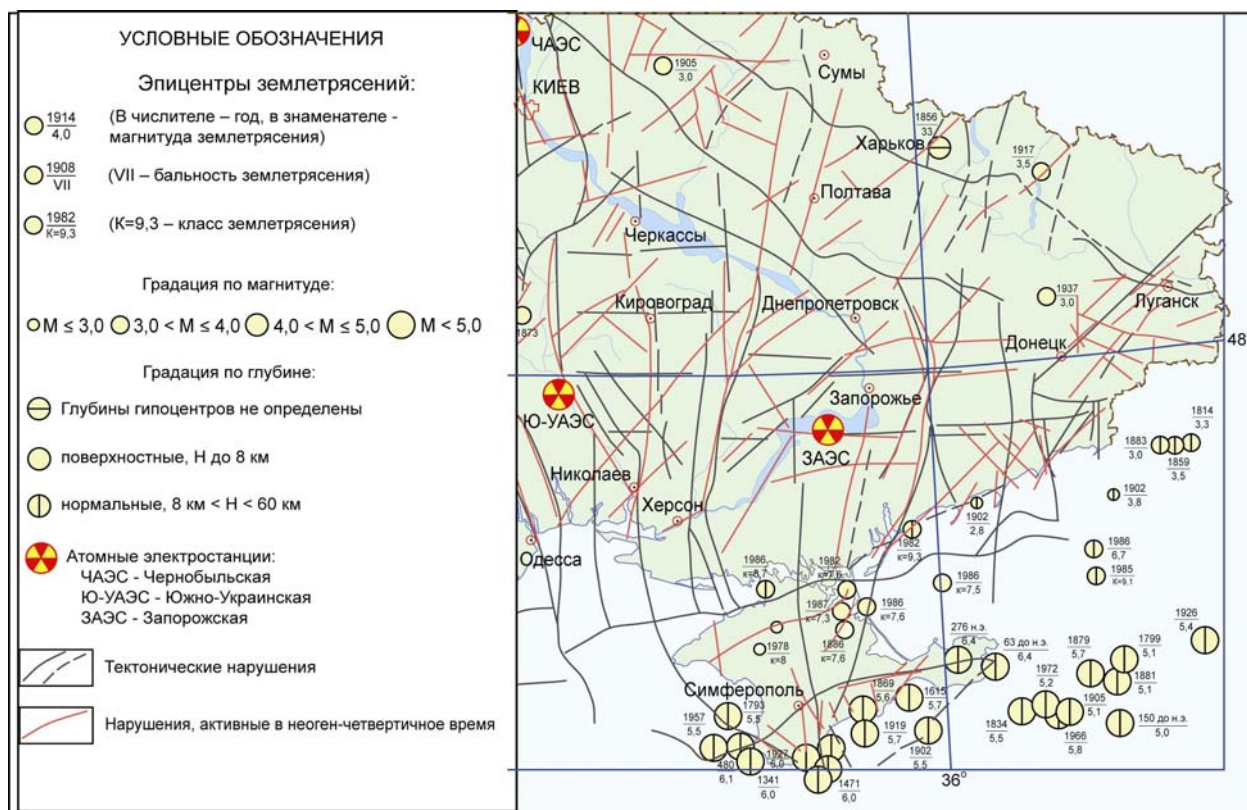


Рис. 1. Схема разломной тектоники юго-восточной части Украины

Следует иметь в виду, что "Нормы сейсмостойкого проектирования атомных станций", выпущенные Госатомнадзором России в 2001 г., заменили федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии – "Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций" – ПН АЭ Г– 5-006-87. При этом были учтены соответствующие федеральные законы, требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, а также комплект карт "Общего сейсмического районирования территории Российской Федерации" (ОСР-97), утвержденный Российской академией наук в 1998 г., и рекомендации МАГАТЭ (№50-SG-D15, Вена, 1992 г. и №50-SG-S1, Вена, 1994 г.).

Согласно этим документам, сейсмическая опасность на площадке АЭС и интенсивность сотрясений (в баллах) при проектном (ПЗ) и максимальном расчетном (МРЗ) землетрясениях должна определяться с учетом совместного анализа карт ОСР-97, результатов работ по уточнению ОСР-97 (УОСР) района размещения АЭС и сейсмического микрорайонирования (СМР) площадки АЭС. При этом на стадии разработки ТЭО (проекта) сейсмическая опасность района для средних грунтов принимается на основе комплекта карт ОСР-97: для ПЗ – по карте ОСР-97-В; для МРЗ – по карте ОСР-97-Д.

Карта ОСР-97-Д соответствует повторяемости сейсмического эффекта на земной поверхности в среднем один раз за 10 000 лет в средних грунтах (грунты II категории). При этом вероятность превышения в течение 50 лет составляет 0,5% , а в течение одного года – 10^{-4} . Эта карта предназначена для рекогносцировочной оценки

сейсмической опасности районов расположения чрезвычайно ответственных сооружений, таких как атомные станции, хранилища радиоактивных отходов и др.

На карте общего сейсмического районирования территории Восточно-Европейской платформы ОСР-97-D (рис. 2), территория Запорожской АЭС находится в пограничной зоне от 7 до 8 баллов по шкале MSK-64.

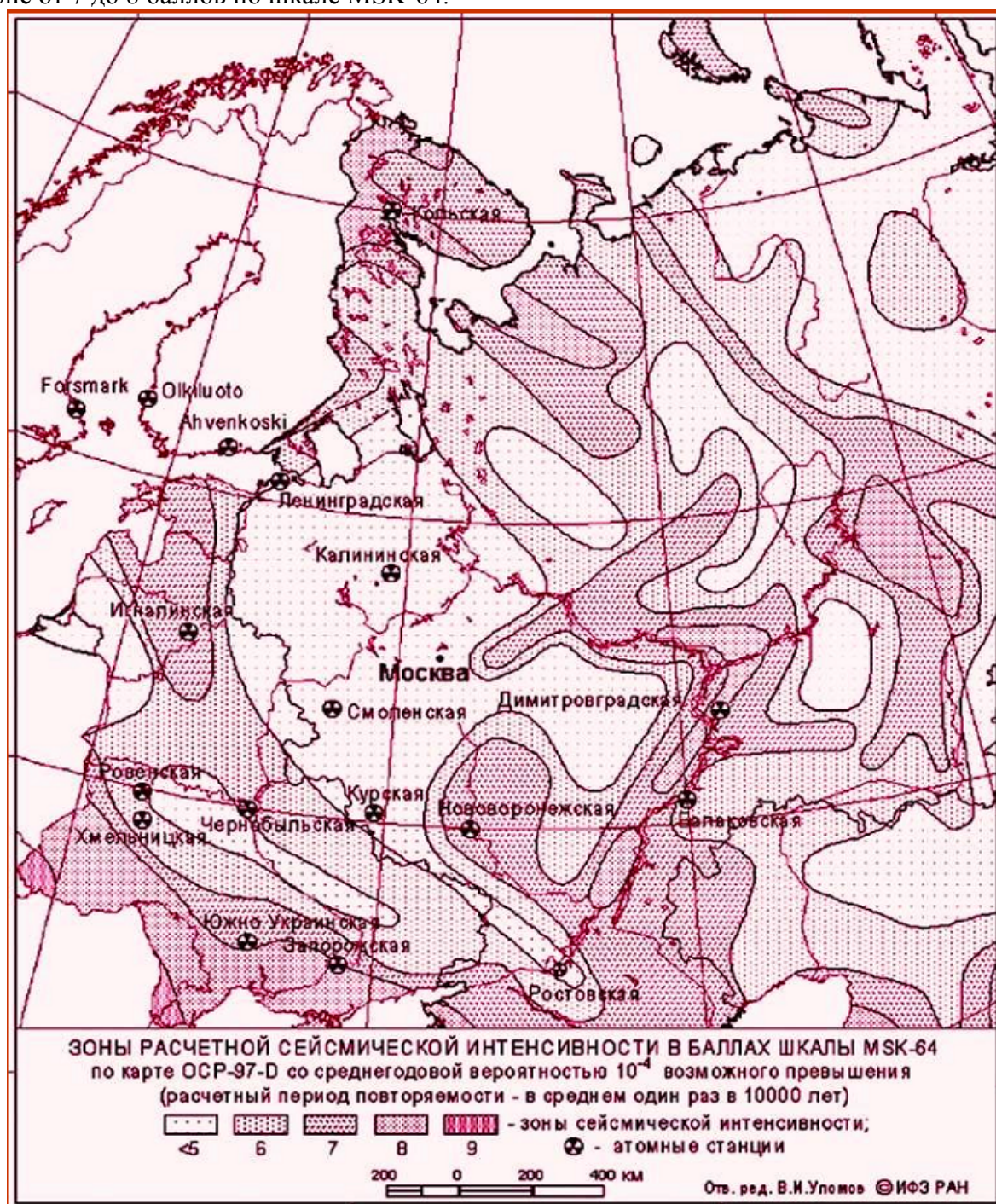


Рис. 2. Карта общего сейсмического районирования территории Восточно-Европейской платформы ОСР-97-D

Основными неблагоприятными для размещения АЭС условиями (см. п.3.2 НП-032-01) являются районы, сейсмичность которых характеризуется интенсивностью МРЗ выше 7 баллов. Более жесткими (исключающими) критериями являются: расположение площадки в зоне с сейсмическими воздействиями более 9 баллов (п.3.1 - НП-032-01),

наличие на площадке активного разлома (см. определение НП-032-01 и РБ-019-01) и возможное превышение уточненными оценками сейсмических воздействий уровня, принятого в проекте (аналогично требованию п. 4.9.2 – НП-031-01). Подобная ситуация может сложиться и при неблагоприятных грунтовых условиях, повышающих сейсмический эффект на площадке. В связи с этим, согласно НП-031-01, требуется наличие детальных сведений о сейсмических условиях площадки, таких как: карты очаговой сейсмичности, современной геодинамики и детального сейсмического районирования (ДСР) района, карты сейсмического микрорайонирования (СМР) площадки для естественных и техногенно-измененных условий площадки и т. д. (раздел 3 НП-031-01, РБ-019-01).

С февраля 2007 года в Украине вступила в действие новая редакция Государственных строительных норм «Строительство в сейсмических районах Украины» (ДБН В.1.1:12-2006), согласно которых площадка Запорожской АЭС расположена в 7-ми балльной зоне (рис. 3). То есть прогнозируемая при МРЗ балльность является не ниже этой оценки, если только АЭС не построена на скальном грунте.

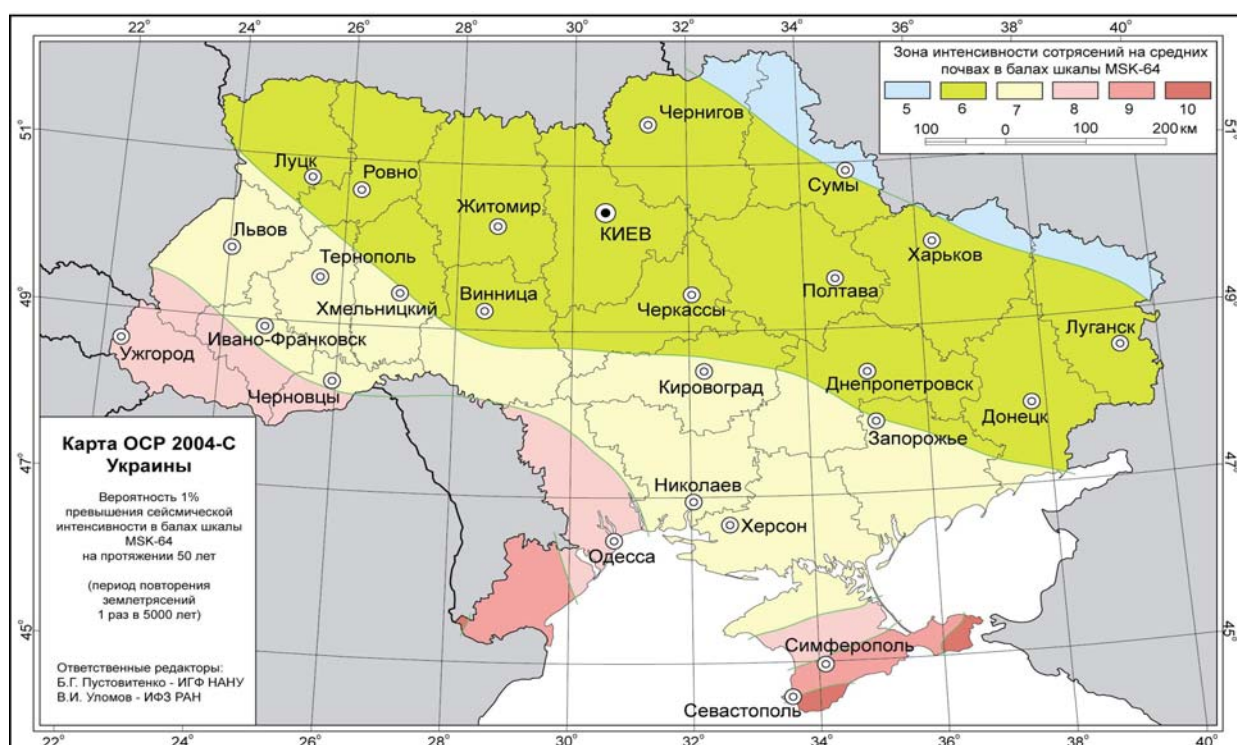


Рис. 3. Карта общего сейсмического районирования Украины ОСР 2004-С

Карта соответствует повторяемости сейсмического эффекта на земной поверхности на средних грунтах (грунты II категории) в среднем один раз за 5 000 лет (вероятность возможного превышения в течение 50 лет составляет 1%).

Представленная на рис. 3 карта предназначена для рекогносцировочной оценки сейсмической опасности районов расположения чрезвычайно ответственных сооружений, кроме атомных станций. Для обоснования сейсмической опасности АЭС по существующим требованиям обязательным условием является проведение инструментальных измерений в зоне размещения промышленной площадки с обязательным микросейсмическим районированием.

Таким образом, оценка сейсмической опасности принятая при проектировании и строительстве Запорожской АЭС с учетом требований нормативных документов и методик работ периода конца 60-х – начала 70-х годов, на основе анализа только литературных и фондовых материалов, не соответствует современным нормативным

документам и требует уточнения для получения реальной оценки сейсмичности. В первую очередь это требует развертывания в районе АЭС локальной системы сейсмических наблюдений для контроля местной сейсмичности и получения материалов наблюдений, необходимых для генерирования расчетных акселерограмм с учетом реальных условий площадки и воздействий землетрясений зоны Вранча и близких сейсмических событий.

Программа дополнительных исследований по уточнению сейсмических и сейсмотектонических условий размещения Запорожской АЭС и определению параметров ПЗ и МРЗ разработана КИИЗИ «Энергопроект» и Институтом геофизики НАН Украины еще в 2000 г., но работы по ее реализации не ведутся, а станция продолжает эксплуатироваться с нарушением современных норм сейсмической опасности.

Сейчас в Украине разработана и начинается осуществляться Сводная программа повышения безопасности энергоблоков АЭС. В рамках реализации указанной программы авторы данной публикации обращают внимание Минтопэнерго Украины на необходимость включения в число первоочередных важнейших мероприятий работы по уточнению сейсмотектонических условий размещения Запорожской АЭС, по результатам которых будут разработаны дополнительные защитные мероприятия для повышения сейсмической стойкости этого важного энергетического объекта.

1. Медведев С.В. Отчет «Типовой набор акселерограмм для сейсмостойкого проектирования атомных станций». Фонды ИФЗ АН СССР, М., 1977.

2. Заключение «Определение сейсмичности промплощадки Запорожской АЭС (на основании камеральной обработки имеющихся материалов)», ОГИИ института Гидропроект, М., 1978.

3. Отчет «Определение сейсмологических параметров площадки строительства Запорожской АЭС». ВНИИ АЭС. НПО «Энергия». Ереван, 1982.

4. «Заключение по сейсмическим условиям площадки расширения II-ой очереди Запорожской АЭС (блоки 5 и 6)», НИИОССС АЭС института Атомтеплоэлектропроект, Ереван, 1985.

О.В. КЕНДЗЕРА, Г.В. ЛИСИЧЕНКО

ПРО СЕЙСМІЧНУ НЕБЕЗПЕКУ МАЙДАНЧИКА ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС

Оцінка сейсмічної небезпеки, прийнята при проектуванні Запорізької АЕС у 1977 (проектний землетрус (ПЗ) - 5 балів, максимальний розрахунковий землетрус (МРЗ) - 6 балів) не відповідає сучасним нормативним документам. Згідно з новою редакцією Державних будівельних норм (2007р.) майданчик Запорізької АЕС розташований в 7-ми бальній зоні. Авторами проведений детальний аналіз наявних матеріалів різних організацій, з цієї проблеми. Запропоновано провести інструментальні вимірювання в зоні розміщення промислового майданчика, з обов'язковим мікросейсмічним районуванням, для уточнення сейсмотектонічних умов розміщення Запорізької АЕС.

A.V. Kendzera, G.V. Lysychenko

ABOUT SEISMIC DANGER OF ZAPOROZHIE NPP SITE

Seismic danger assessment, adopted in the design of the Zaporozhie nuclear power plant in 1977 (the designed earthquake (DE) is 5 points, the maximum designed earthquake (MDE) is 6 points), does not satisfy modern regulations. Zaporozhie nuclear power plant site is located in the 7-point scale area, according to the new State Building Codes (2007 year). Authors made a detailed analysis of the available materials of various organizations on this issue and requested for detailed instrumental measurements in the area of deployment of industrial area with a necessary microseismic zoning to clarify the seismotectonic conditions of placement of Zaporozhie NPP.

П.І. ДІДЕНКО

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, м. Київ

АЕРОЗОЛИ І ЇХ ШКІДЛИВІСТЬ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ

Досліджено аерозолі вугільної, металургійної, хімічної, будівельної промисловості і їх елементний склад. Найгостріші проблеми забруднення навколишнього середовища в Україні - Донецькій, Дніпропетровській і Луганській областях, які водночас є найбільш промислово розвинутими регіонами (в м. Жовті Води виявлено високі концентрації радону і торону). Виявлено існування приповерхневого дефектного шару в природному кварці, з допомогою якого можна робити висновок про шкідливість кварцових аерозолів. Дослідження зразків легеневих клітин з аерозолями хворих людей дозволяє прогнозувати, наскільки вони шкідливі для організму людей.

Забруднення атмосферного повітря

Атмосферне повітря є важливим фактором життєдіяльності людини. На сьогоднішній день забруднення повітря – постійно діючий чинник негативної дії на здоров'я людини. Будь-яка небажана зміна складу земної атмосфери в результаті надходження в неї різних газів, водяної пари і твердих частинок (під впливом природних процесів або в результаті діяльності людини) впливає на здоров'я людини. Приблизно 10 % забруднювачів потрапляють в атмосферу внаслідок природних процесів: вулканічні виверження, які супроводжуються викидами в атмосферу попелу, розпилених кислот і отруйних газів, лісових пожеж, пилових бур і т.п. Інші 90 % забруднювачів мають антропогенне походження. Основні їх джерела: спалювання викопного палива на електростанціях, заводах і двигунах автомобілів; виробничі процеси, не пов'язані зі спалюванням палива, але які призводять до запилення атмосфери; видобутку вугілля відкритим способом, вибухові роботи (кар'єри); стики труб на нафтоперегінних і хімічних заводах; зберігання відходів (хвостосховища) та ін. Забруднюючі речовини осідають на земну поверхню у вигляді твердих частинок, крапель або хімічних сполук, розчинених в атмосферних опадах та ін. Хімічні сполуки вступають в реакції із забруднювачами атмосфери або з компонентами повітря (киснем, азотом і водяною парою) з утворенням смогу, кислотних дощів та ін. Серед відходів (шлак, зола, сажа, вугільний пил) вугільних теплоцентралей, котельних часто трапляються і радіоактивні. В приземному шарі атмосфери знаходяться радіоактивні гази, в результаті альфа-розпаду яких утворюються дочірні продукти розпаду: полоній, свинець, вісмут і талій.

Джерела забруднення території України аерозолями

На сьогоднішній день ще багато джерел забруднювачів повітря залишаються недостатньо вивченими. Це стосується, насамперед, аерозольних і пилових забруднювачів атмосфери, на поверхні яких можуть адсорбуватися шкідливі для здоров'я людини різні речовини, включаючи продукти розпаду радіоактивних газів. Хімічні реакції за участю нейтральних речовин на поверхні аерозолів можуть призводити до їх каталітичних перетворень у токсичні сполуки, які потрапляють в організм людини при їх вдихуванні. Інтерес до негативного впливу аерозолів на здоров'я населення поновився, коли було встановлено кореляцію між підвищенням захворюваності людей та концентрацією аерозольних частинок над міськими територіями [1-5]. Однак, детальні механізми, через які реалізується ця тенденція, невідомі, бо систематичне вивчення хімічного складу і реакцій на поверхні забруднювачів не було проведене до цього часу, а

сучасні методи контролю навколишнього середовища обмежені моніторингом і не включають надійного прогнозування можливих наслідків від дії цих забруднювачів.

Оцінка і тим більше прогноз стану атмосфери є дуже складною проблемою. Прогноз стану атмосфери здійснюється за комплексними даними. До них відносяться результати моніторингових спостережень щодо закономірностей міграції і трансформації забруднюючих речовин в атмосфері, особливості природних і антропогенних процесів забруднення повітряного басейну над територією, яка вивчається, вплив рельєфу, метеорологічних та інших факторів на розподіл забруднювачів в навколишньому середовищі.

В Україні одним із головних забруднювачів атмосфери є промисловий пил і аерозолі, які спричиняють небезпеку для здоров'я людини [2]. Виробництво енергії є джерелом половини, а важка промисловість – чверті забруднення пиловими частинками в Україні. Локалізація забруднення промисловим пилом в Європі має два максимуми: на німецько-польському кордоні та на сході України, де знаходиться велика кількість промислових підприємств, пов'язаних з вугільною, металургійною (чорна і кольорова), хімічною, будівельною промисловістю та ін. Небезпеку представляють аерозолі, які виникають в кар'єрах і шахтах при подрібненні порід, вуглевидобуванні тощо. Вони здатні потрапляти в організм людини безпосередньо в момент їх утворення. Неабияку роль у високому рівні шкідливості таких аерозолів відіграє кварц, який утворюється в процесі механічного подрібнення порід [6, 7].

Інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери відбувається в мегаполісах і великих містах, промислових центрах із-за широкого розповсюдження в них автотранспортних засобів, теплоелектроцентралей, котелень та інших енергетичних установок, які працюють на вугіллі, мазуті, дизельному паливі, природному газі та бензині. При згорянні органічного палива в атмосферу з димовими викидами поступають радіоактивні елементи: K, U, Th, Ra та ін. Якщо як паливо використовується донецьке вугілля, то радіаційна обстановка навколо теплоелектростанцій характеризується наявністю радіоактивних елементів: U, Th, Ra, Pb, Po [8].

Аерозолі представляють небезпеку із-за трансграничних перенесень, оскільки міграція їх може створювати несподівані комбінації сполук за рахунок синергізму.

Різновидності аерозолів

У вугіллі елементи-домішки по-різному розподілені між органічними і мінеральними компонентами речовини. Це особливо важливо, оскільки від розподілу елементів-домішок між компонентами залежить чи залишаться вони у складі золи і шлаків при згорянні вугілля, чи будуть викинуті в атмосферу в газовій і аерозольній фазах продуктів згорання. Мінеральна частина вугілля, в основному, складається з глини, кварцу, польових шпатів, карбонатів, сульфідів заліза та ін.

Викиди теплоелектростанцій містять головним чином сполуки, які беруть активну участь у життєвому циклі. Деякі з цих елементів і речовин здатні активно взаємодіяти з поверхнею аерозольних частинок, які одночасно формуються. Серед них:

- токсичні гази: оксиди сірки, азоту і ванадію;
- складні поліциклічні ароматичні вуглеводні канцерогенної дії: бензпирен і формальдегід;
- пари кислот, зокрема плавикової, яка активно взаємодіє з кварцовими частинками з утворенням токсичного SiF_4 [9];
- токсичні метали (As, Cd, Hg, Pb, Tl, Cr, Na, Ni, V, B, Sb, Co, Be та ін.).

При спалюванні вугілля аерозолі часто формуються в умовах високої концентрації продуктів неповного його згорання і вважаються сильними токсинами, канцерогенами і мутагенами. При цьому температура в реакційній зоні достатньо висока, щоб забезпечити інтенсивну адсорбцію і дифузію цих шкідливих речовин всередину аерозольної частинки.

Для кварцових аерозолів у складі золи-виносу при згорянні вугілля і органіки особливу актуальність має модифікація поверхні SiO_2 метанолом ($\equiv\text{Si}-\text{O}-\text{CH}_3$). Подальша високотемпературна обробка супроводжується утворенням реактивного кремнезему [10], який має значну хемосорбційну активність завдяки обірваним ненасиченим зв'язкам $\equiv\text{Si}-$. Якщо одновалентні метали взаємодіють переважно з оболонкою аерозольної частинки (насичуючи зв'язки типу $\equiv\text{Si}-$ і $\equiv\text{Si}-\text{O}$), то інші здатні дифундувати в її об'єм, розміщуючись у міжвузловому просторі. Кварцова аерозольна частинка здатна стати справжнім мікроконтейнером для перенесення токсичних речовин.

Забруднення повітря в приміщеннях будівель

Забруднення повітря в приміщеннях будівель є основною причиною захворювань людей. Головні джерела цього забруднення - радон, продукти неповного згорання, хімічні речовини, аерозолі кар'єрів і шахт та ін. Вважається, що опромінення радоном знаходиться на другому місці серед факторів, які викликають рак легенів у людей. При неповному згорянні палива в печах, каминах та інших нагрівальних пристроях, а також при курінні утворюються канцерогенні речовини. В будівлях головний неспокій спричиняє чадний газ, оскільки він безбарвний і не має ні запаху, ні смаку. Поза сумнівом, головним забруднювачем повітря приміщень, а отже, і дуже небезпечним для здоров'я людей є сигаретний дим, який буває причиною раку легенів і безлічі інших хвороб органів дихання і серця. Навіть люди, знаходячись в одному приміщенні з тими, що палять (так звані пасивні курці), піддають себе великому ризику. Вдихання азбестових волокон викликає прогресуюче невиліковне захворювання легенів - азбестоз.

Вплив аерозолів на здоров'я людей

При вдихуванні аерозолів, які містять азбест, вугілля, цемент, вапняк, магнезит, мрамур, слюду, штучні мінеральні волокна, тальк, кремнезем, оксиди алюмінію, діоксид титану і цеоліти, часто виникають зміни в організмі людей. Найбільш характерні легеневі захворювання пов'язані з професійною діяльністю людини – пневмоконіоз робітників вугільної промисловості (від впливу вугілля, каоліну, слюди і кремнезему), силікоз (характерний для робітників золотодобувної промисловості) і азбестоз. Більш рідкісним є сидероз (у робітників металургії), каоліноз (при роботі з глиною), талькоз та ін. Наявність продуктів неповного згорання, відомих як небезпечні токсини, канцерогени та мутагени на поверхні аерозолів, може спричинити серйозну загрозу для здоров'я людини.

Наявність в легенях аерозолів агресивного характеру призводить до блокування ферментативних процесів мастоцитів – основної хімічної лабораторії організму. Це призводить до порушення процесів відновлення клітинних мембран, в результаті чого сконцентровані в легенях лімфоцити неспроможні забезпечити протипухлинну дію. Вказані механізми зумовлюють утворення пухлинної клітини. В цьому процесі можуть брати участь віруси, ендогенні токсичні речовини та ін., які тільки поглиблюють вказані процеси [2]. Легені є великим ефективним адсорбційним фільтром; вони захоплюють і утримують аерозолі. Розмір, форма і довгоживучість – важливі характеристики у визначенні місцеположення аерозолів в організмі людини.

Щодо аерозолів, які зумовлюють захворювання людини, то час їх перебування в організмі людини є важливим показником. Амфіболові волокна, наприклад, можуть лишатися в легенях на весь час життя людини. Деякі аерозолі можуть спричинити канцерогенез та мутації, взаємодіючи з клітинними ліпідами, протеїнами, ДНК та іншими біомолекулами. Активність азбесту визначається наявністю волокон, які в змозі проникати через стінки клітин організму. Домішки оксидів заліза, які містяться в більшості сортів азбесту, дістають доступ до внутрішньої порожнини клітини. Хімічні сполуки, які є в наявності у внутрішній порожнині клітини, можуть взаємодіяти з іонами заліза, що містяться в азбесті, з утворенням так званих хелатних комплексів і цей хелатний комплекс може переміщуватися в клітині. Він має окислювальні властивості і може генерувати вільні радикали, що стимулює канцерогенні властивості азбесту.

Залізовміщуючі мікрочастинки, які виникають при згорянні вугілля, можуть спричиняти той самий результат, що й радіація, шляхом утворення вільних радикалів [2]. Механізм цього явища – фагоцитоз частинок, який може призводити до неконтрольованого проникнення металів до клітини шляхом зв'язування з низькомолекулярними хелатами. Коли редокс-потенціал змінюється, хелатний комплекс переміщується в клітині і спричинює утворення вільних радикалів, які здатні зруйнувати ДНК та інші біомолекули.

Дослідження аерозолів

Експериментальні методи дозволяють досліджувати аерозолі на різних рівнях деталізації. Інфра-червона спектроскопія дозволяє виявляти окремі особливості ближнього порядку, наявність деяких молекулярних комплексів, в тому числі і поверхневих обірваних зв'язків. Електронна мікроскопія дає інформацію про форму, розміри і ступінь кристалічності окремих частинок. Мас-спектрометрія дає інформацію про усереднений елементний склад аерозолів. Проте спільно реконструювати у всіх деталях просторово неоднорідну структуру і склад аерозольної частинки, а головне правильно спрогнозувати фізико-хімічну поведінку такої частинки в різних середовищах, є далеко непростим завданням, що вимагає комплексного підходу. Експериментальні *in situ* дослідження в цьому напрямку з використанням методик високої роздільної здатності, в тому числі мас-спектрометрії вторинних іонів, дозволяють значно просунутися в розумінні медико-біологічних аспектів поведінки аерозолів в навколишньому середовищі.

Дослідження процесів формування аерозолів набуває особливої актуальності. Перш за все, це стосується складу і ефектів «успадкування» структури як безпосередньо при формуванні аерозольної частинки, так і під час подальшого її перебування в атмосфері і після попадання в живий організм. Це дає можливість виділити дві найважливіші групи проблем фізико-хімічного характеру:

- вплив структури матричного матеріалу на початкові параметри аерозолі: функцію розподілу частинок за розмірами, початкову структуру ядра частинки, первинну дефектність, реактивність та інші властивості її оболонки;

- еволюція властивостей поверхневої оболонки частинки під впливом структури ядра в ході подальшої релаксації частинки в цілому, взаємодії її з повітрям і т.п.

Автор ставив перед собою задачу показати ефективність комбінованого підходу до дослідження аерозолів, який включає вивчення складу і структури аерозолів і базується на застосуванні як традиційних методів дослідження, так і високочутливого методу мас-спектрометрії вторинних іонів (пошарове розпилення зразків кварцу).

Дослідження елементного складу аерозолів

Промисловий пил характеризується великою різноманітністю за хімічним складом, розміром частинок, їх формою, щільністю, характером країв частинок тощо [1-3, 11]. Так, наприклад, для пилової суміші, яка у вигляді аерозолів викидається в повітря при доменному процесі, характерний такий фазовий склад: а) магнітні частинки червоно-бурого кольору (0,1 мм); б) немагнітні виділення чорного кольору з сильним блиском, неправильної, оплавленої форми, що нагадують шлак; в) уламки (до 0,3–0,5 мм) білого, кремового кольору. Приблизне співвідношення між фазами а:б:в складає 50:40:10 відповідно.

В різних зразках пилу металургійної промисловості (м. Кривий Ріг) визначено елементи (наведено в порядку зменшення концентрації): агломераційного виробництва – Fe, Ca, S, Cr; доменного – Fe, Ca, S, Cr, Cl; колошникового доменної печі – Ca, Fe, S, Cu, Zn; цеху переливів чавуну – C, Fe, Ca, Ti, Cr, Al, Mg, Ni, K; з конверторного цеху – Ca, S, Fe, Al, S.

В зразках пилу різних циклів виробництва алюмінію (м. Запоріжжя) визначено такі елементи: глиноземному з виробництва алюмінію (порошок, який складається з уламків розміром 2–15 мкм) – Al, N, C, F; бокситовому (розмір зерен 3–5 мкм) – Al, S, Fe, Ca, C,

Cl, N; виробництва силуміну (складається із зерен різної форми, величини, забарвлення) – Al, Fe, Na, Si, N; з виробництва алюмінію (середній розмір частинок ~0,1 мм) – Al, C, Na, Fe, N, F, Si; вапняку на виробництві алюмінію – Ca, C, Si, Cl.

В зразках пилу на хімічному виробництві присутні такі елементи: на виробництві полівінілхлориду (м. Калуш) – Cl, C, S, Na; алебастру (м. Коростишів) – Ca, S, C, Cl, Si, Al; вапняку при хімічному очищенні води для виробництва (м. Дніпродзержинськ) – Ca, Cl, S, Si, Fe, Al, Pb.

Аналіз елементного складу зразків цих підприємств показав, що пил кожного типу виробництва відображає склад продукту, який випускається. Частинки, які містять залізо, істотно переважають у доменному пилі. Вміст алюмінію і фтору великий у зразках (пил виробництва алюмінію), а вміст натрію і кальцію – в зразках (пил хімічного виробництва). Всі ці компоненти входять до складу оксидів і, як правило, мають своїм супутником кремній.

Для золи-виносу, яка у вигляді аерозолів викидається в повітря при згорянні мінерального палива на теплових електростанціях України, характерними є:

- продукти згоряння антрациту (вугільна зола) представлені сумішшю частинок темно-сірого кольору. Суміш складена переважно з уламків чорного кольору (0,2–0,5 мм) та склоподібних кульок (переважно, діаметром 3–10 мкм; 0,1–0,15 мм – рідкість).

- продукти згоряння суміші мазуту та вугілля (мазутна зола) – сажа чорного кольору, складена з крихких глобул (чорних кульок) діаметром 0,1–0,5 мм (переважно 0,2–0,3 мм), які при натискуванні легко руйнуються. Рідше трапляються скупчення дрібних глобул неправильної форми розміром до 5–7 мм, іноді до 1 см. Крім сажі, в мазутній золі трапляються прозорі зерна кварцу (уламки і окатані індивіди) та інших мінералів розміром до 0,5–0,7 мм. На рис. 1 показано золу київської ТЕЦ-4.

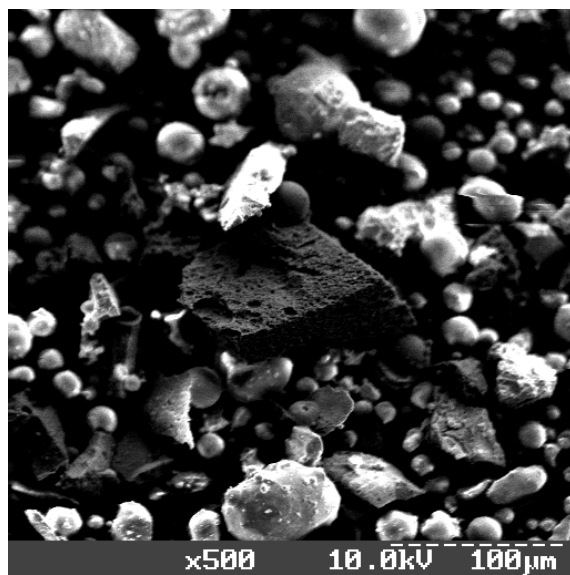


Рис. 1. Складові золи київської ТЕЦ-4 (скануючий електронний мікроскоп «РЭММА-102»)

Існує достатньо доказів канцерогенності кристалічного кремнезему [2, 6, 7]. Його канцерогенність залежить як від характеристик самого кварцу, так і зовнішніх чинників, які впливають на його біологічну активність або поширеність його поліморфних модифікацій. Кварц в легенях викликає послідовні клітинні і біохімічні зміни. Невеликі його кількості можуть викликати пошкодження легень людини. Всі форми кристалічного кремнезему дуже небезпечні своєю тривалою здатністю викликати незворотне захворювання (фіброз) [6]. Активність дробленого кварцу визначається механічними пошкодженнями стінок кліток організму (гострими гранями кристалів кварцу), що

зрештою призводить до силікозу. Кварц важко виводиться з організму і внаслідок цього може тривалий час продовжувати деструктивно впливати як на епітелій, так і на альвеолярні макрофаги.

При механічному утворенні кварцових аерозолів головну небезпеку представляють не домішки, які переносяться аерозольною частинкою, нехай навіть токсичні, а наявність в оболонці цієї частинки обірваних зв'язків ("dangling-bonds") та інших поверхневих дефектів, які успадковують структуру матричного матеріалу [7, 12].

Вважається, що дефекти оболонки аерозольної частинки за певних умов беруть активну участь у формуванні вільних радикалів або безпосередньо, або як каталізатори відповідних реакцій. При цьому навіть хімічні реакції за участю нейтральних речовин на поверхні аерозолів можуть призводити до їх каталітичних перетворень у токсичні сполуки, які потрапляють в організм людини при вдихуванні аерозолів.

Дослідження кварцу

Комбінований підхід до вивчення складу і структури природного кварцу базується на застосуванні методу мас-спектрометрії вторинних іонів, електронної мікроскопії, інфрачервоної спектроскопії. Насичена мікротріщинами поверхня природного кварцу служить вдалою модельною системою для початкової стадії формування частинок при механічному подрібненні кварцу. Мас-спектр вторинних іонів (Si_nO_m^+ , SiH^+ , SiO^+ , SiOH^+ , H^+ , OH^+ , O^+ тощо) крім елементного складу містить інформацію про наявність обірваних зв'язків. Пошаровий аналіз дозволяє виявляти його структуру [11-13].

Механічно оброблений поверхневий шар кварцу насичений мікротріщинами. Внутрішня поверхня мікротріщин має підвищену активність, причому згідно з [14] протікання реакцій на ній може не вимагати термічно активованого подолання бар'єру. Поведінка кисню в такій системі при іонному пошаровому розпилюванні може також служити ілюстрацією процесів при формуванні аерозолів при згорянні палива. Вважається, що температура згоряння недостатня для структурних перетворень всередині ядра частинки, проте нічого невідомо про перебудову поверхні і прилеглої оболонки, а також про рівень активності такої поверхні. Механічна обробка матеріалу, зокрема кварцу, є одним з відомих методів активації поверхні. Розрив і перегруповування зв'язків під дією механічної напруги в кварці призводить до утворення так званого механічно активованого кремнезему [10]. Властивості останнього, в якійсь мірі, аналогічні властивостям оболонки аерозольної частинки.

Аналіз мас-спектрів цієї модельної системи дозволяє отримати деяку інформацію щодо структурної перебудови поверхні та її активності. Проте для необхідної детальної обробки мас-спектрів потрібне широке застосування моделювання всіх процесів, які супроводжують пошаровий аналіз зразків. В цьому напрямку при дослідженні кварцу вже отримано певні результати. Як приклад, можна розглядати кінетику зміни виходу вторинних іонів Si^+ (рис. 2) при пошаровому аналізі зразків кварцу, відібраних із золоторудного родовища «Балка широка» [11, 12].

При розпиленні зразків природного кварцу спостерігається зміна виходу вторинних іонів Si^+ . При цьому величина виходу приймає стабільне значення після певного часу розпилення зразка кварцу – $\Gamma_{\text{Si(ст)}}$. На початковому моменті іонного бомбардування відбувається різке зростання виходу вторинних іонів – $\Gamma_{\text{Si(макс)}}$, що пов'язано з наявністю на кварці приповерхневого дефектного шару. Незважаючи на однакові умови експерименту, мас-спектри вторинних іонів приповерхневого шару кожного з вивчених зразків кварцу відрізняються між собою. Ці відмінності найбільш істотні між зливним (1–3), дрібнозернистим, цукроподібним (5) і дрібнозернистим, прозорим (6) різновидами кварцу.

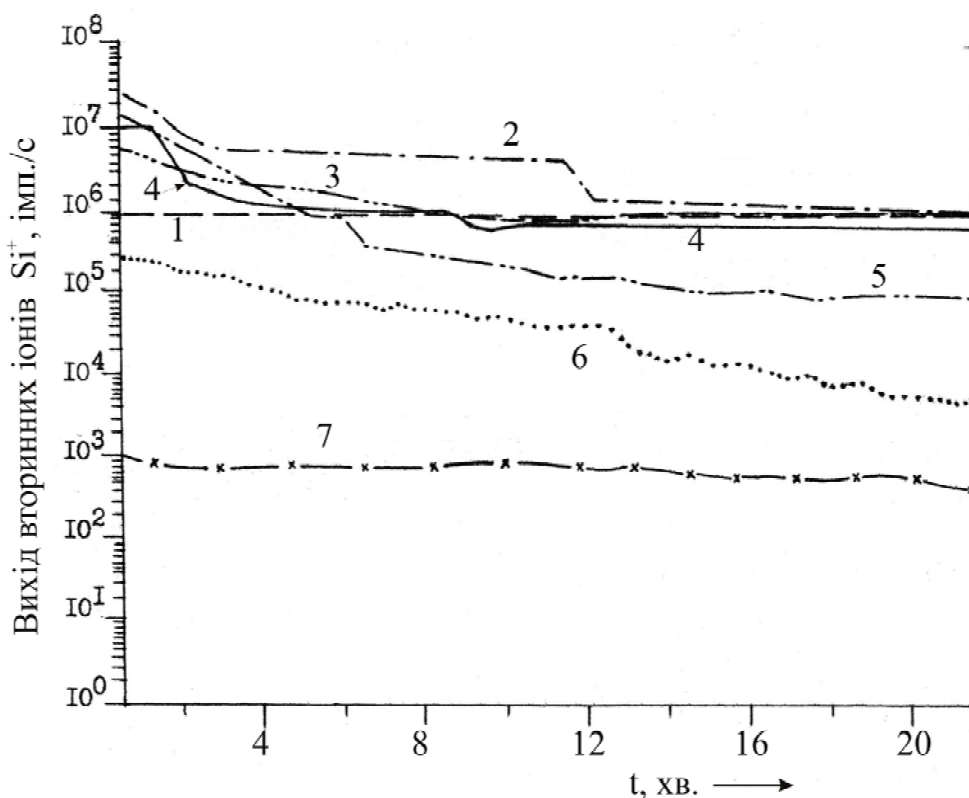


Рис. 2. Вихід вторинних іонів Si^+ із зразків кварцу, відібраних із золоторудного родовища:

1 – зливний сірий кварц; 2 – зливний білий кварц; 3 – зливний білий, напівпрозорий кварц; 4 – зливний димчастий кварц; 5 – кварц дрібнозернистий, цукроподібний; 6 – кварц дрібнозернистий, прозорий; 7 – зливний прозорий кварц.

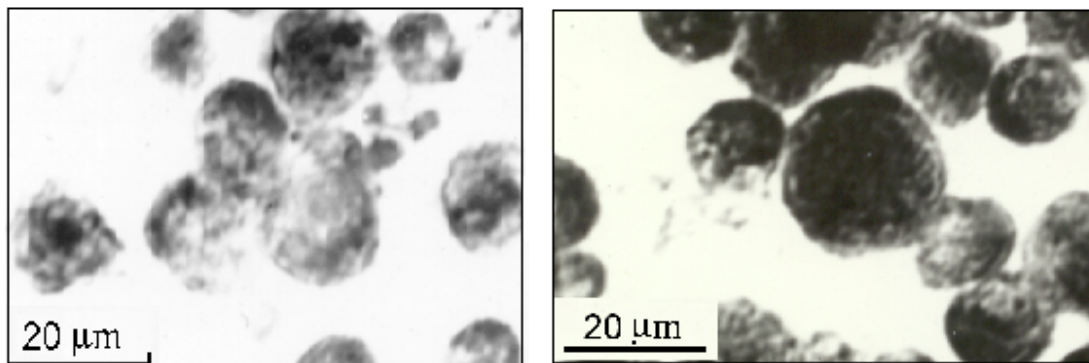
Отримані результати свідчать про залежність властивостей механічно порушеного шару від структури кварцу і виходу вторинних іонів з нього: SiH^+ , SiOH^+ , H^+ , OH^+ та ін. У випадку відсутності такого шару вихід вторинних іонів кремнію залишається на постійному рівні (див. рис. 2, криві 1 і 7), що свідчить про малу залишкову дефектність кварцу.

Оскільки кварц має здатність генерувати вільні радикали, то ключову роль в шкідливості кварцових аерозолів, напевно, відіграє поверхня кварцу.

Дослідження впливу аерозолів на легені людей

Автором і групою дослідників Інституту хімії поверхні та Центру невідкладної пульмонології НАН України [2] досліджено зразки пилових клітин з інкорпорованими пиловими мікрочастинками, вилученими з легень хворих пацієнтів (рис. 3). Метою дослідження було встановлення особливостей клітинних реакцій респіраторної системи людини в умовах інкорпорації аерозолів. Встановлювалася кореляція між виявленим хімічним складом і агресивністю пилових аерозолів та особливостями клітинних реакцій.

На рис. 3 показано електронно-мікроскопічні знімки зразків легневих клітин з інкорпорованими пиловими частинками, які були вилучені у хворих людей. Ліворуч – (рис. 3А) зразок клітин хворого на двосторонній хронічний обструктивний бронхіт. Переважають макрофаги розміром 7–10 мкм, хоча є мікрофаги розміром близько 5 мкм і 15–20 мкм. Макрофаги більшого розміру вміщують непрозорі включення розміром біля 1 мкм, які часто утворюють скупчення об'ємом до 30–50 % (від об'єму макрофагу). Нерідко оболонка мікрофагу охоплює так багато непрозорих виділень, що вона стає непрозорою. Праворуч – (рис. 3Б) зразок клітин легень хворого на бронхіальну астму (затяжний напад). Макрофаги круглі (кульки), овальної (еліпсоїд обертання) форми. В поперечнику їх величина складає від 8–10 до 26–28 мкм, переважає 8–10 мкм.



А)

Б)

Рис. 3. Електронно-мікроскопічні знімки клітин легень з інкорпорованими пиловими мікрочастинками

В середині макрофагів знаходяться непрозорі включення ізометричної форми розміром дещо менше – 1–2 мкм. В одному макрофагу може бути декілька цих включень, а іноді їх настільки багато, що вони (макрофаги) стають непрозорими.

Наведені результати свідчать про можливість прогнозування розвитку пухлинного процесу в легенях внаслідок активного контакту людини з довкіллям [2, 5]. Механізми канцерогенезу підлягають подальшому вивченню. Про роль міжклітинних взаємодій в процесах канцерогенезу є великий об'єм інформації. На основі одержаних результатів є можливість сформулювати деякі з них. Одним з найважливіших є взаємодія з імунокомпетентними клітинами за рахунок продукції інтерлейкінів, які за певних обставин здатні взаємодіяти з малігнізованими клітинами, і результат цієї взаємодії може мати діаметрально протилежну спрямованість. Одержані результати [2, 6] дозволяють моделювати процеси канцерогенезу. Початковою його платформою є кооперація метаболічних порушень в організмі людини, що проявляється в порушенні функції клітин імунної пам'яті з наступним порушенням механізмів протеїноутворення, в тому числі функціонально-специфічних протеїнів [2]. Вказані зміни ведуть до суттєвого збільшення кількості лімфоцитів як імуноутворюючих клітин, які найперше концентруються в тест-органі легенів. Необхідною умовою є наявність в легенях пилових включень агресивного характеру, що веде до блокування ферментативних процесів мастоцитів – основної хімічної лабораторії організму. Це веде до порушення процесів відновлення мембран клітин, в результаті чого сконцентровані в легенях лімфоцити, неспроможні забезпечити протипухлинний ефект. Вказані механізми зумовлюють утворення пухлинної клітини. В цьому процесі можуть брати участь віруси, ендогенні токсичні речовини тощо, але вони тільки поглиблюють вказані процеси.

Для пошуку кореляції між виявленим хімічним складом і агресивністю пилових аерозолів та особливостями клітинних реакцій застосовувались методи досліджень, які включали загальноприйняті клінічні, лабораторні, рентгенологічні тести. З метою вивчення впливу небезпечних сполук та їх хімічних перетворень на живий організм був проведений аналіз зразків легеневої клітини хворих людей методом лазерної мас-спектрометрії. Для цього була вдосконалена експериментальна техніка вилучення з легень пиловміщуючих клітин, що дозволяє концентрувати ці клітини на спеціальних носіях, пристосованих для вивчення складу клітин цим методом.

На рис. 4 показано результати лазерного мас-спектрометричного аналізу біопроб легень людини (зразки А – D), де встановлено наявність пиловидних частинок та визначено їх елементний склад.

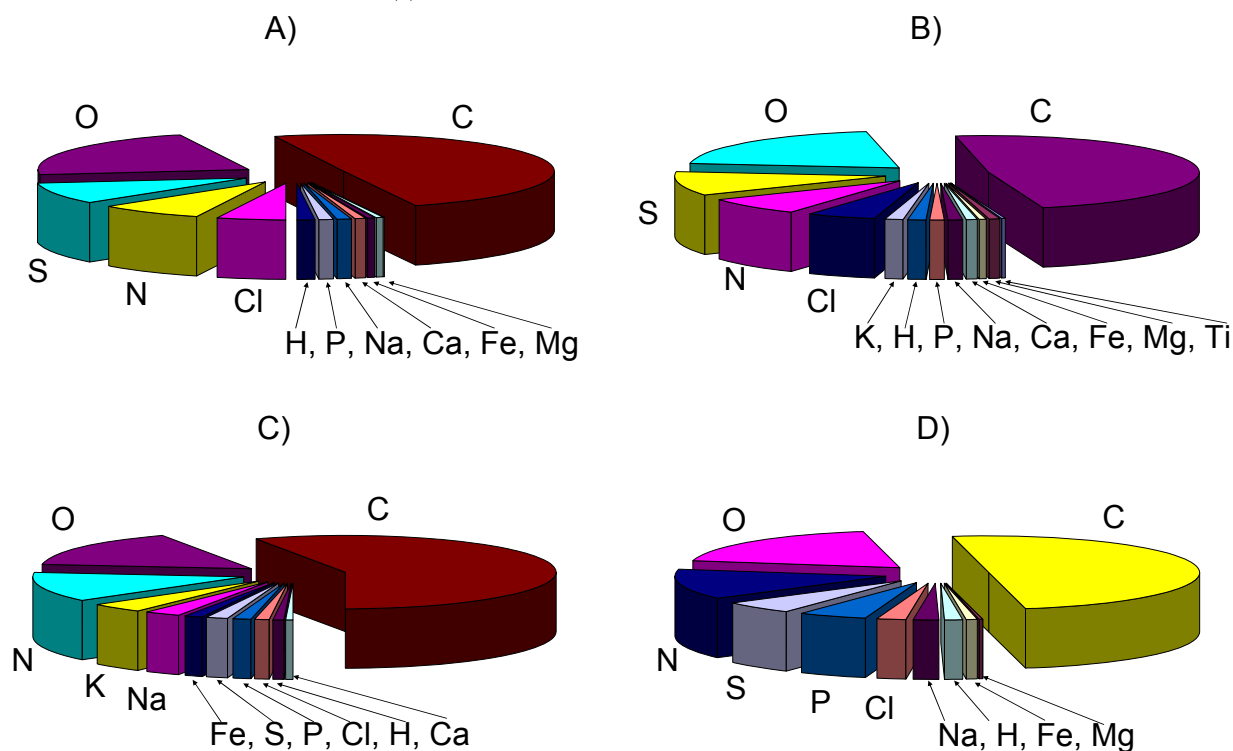


Рис. 4. Елементний склад пилових частинок, інкорпорованих в легенях хворих людей, вагові %:

А – пилові частинки в легенях хворого на стадії затяжного нападу бронхіальної астми – С, О, S, N, Cl – основні елементи; H, Na, P, Ca, Fe, Mg – елементи у невеликій концентрації; Cu, Se – елементи-сліди;

В – пилові частинки в легенях хворого на двохсторонній хронічний обструктивний бронхіт – С, О, S, N, Cl – основні елементи; K, H, P, Na, Ca, Mg, Fe, Ti – елементи у невеликій концентрації; Sr – елементи-сліди;

С – пилові частинки в легенях хворого на хронічний обструктивний процес у фазі загострення (продуктивний процес правої легені) – С, О, N, K, Na – основні елементи; P, S, Fe, Cl, H, Ca – елементи в невеликій концентрації; Cd, Se, Bi – елементи-сліди;

Д – пилові частинки в легенях хворого на стадії інфільтративного процесу верхньої долі легені неуточної етіології – С, О, N, S, P, Cl – основні елементи; Na, H, Fe – елементи в невеликій концентрації; Mg, F – елементи-сліди.

Звертає на себе увагу збільшення вмісту заліза у зразках А, В і С. Вище вже згадувалося, що залізовміщуючі мікрочастинки, які виникають при згорянні вугілля, можуть мати яскраво виражений патогенний вплив на організм. Аналіз цих даних показує, що ми маємо справу не тільки з кварцовими або алюмосилікатними частинками, а й з частинками, які утворилися при неповному згорянні органічного палива і/або вугілля, небезпечними для здоров'я людей. Вміст токсичних елементів в них істотно відрізняється. Ми знову приходимо до необхідності комбінованих досліджень як складу, так і структури аерозолів.

Інтенсивні викиди в атмосферне повітря України дають підприємства чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості, електроенергетики та ін. Найгостріші проблеми забруднення навколишнього середовища в Україні в Донецькій, Дніпропетровській і Луганській областях, які водночас є найбільш промислово розвинутими регіонами [2, 5]. Основними галузями спеціалізації цих областей є вугільна, металургійна, хімічна, машинобудування.

Особливої уваги потребують питання, пов'язані з радіонуклідним забрудненням місцевості і населення м. Жовті Води Дніпропетровської області. Видобуток та збагачення уранових руд, який проводиться Східним гірничо-збагачувальним комбінатом (Східний ГЗК Держкоматому України) є специфічною особливістю формування радіаційної обстановки в м. Жовті Води. Причому радіаційно небезпечні об'єкти розташовані головним чином в межах міста. Це група шахт, гідрометалургійний завод та його резервне хвостосховище в кар'єрі бурих залізняків, технологічні траси поблизу міста, головне хвостосховище в балці «Щ», до якого потрапляють відходи збагачення уранових руд. Підприємства по видобутку та переробці уранових руд – це потужні джерела радіаційного впливу на навколишнє середовище (радон і торон та їх продукти розпаду, гамма-випромінювання, аерозолі та ін.), що потребує проведення цілого комплексу спеціальних заходів, спрямованих на зниження радіаційного забруднення довкілля, а також радіаційного та соціального захисту мешканців, які вимушені проживати в зоні техногенного радіаційного впливу. Джерелами радіоактивного забруднення в місті є склади балансової та позабалансової по урану руди, пустої породи; гідрометалургійний завод та відходи його виробництва, заскладовані в сховищах наливного типу; рідкі стоки (рідка фаза хвостової пульпи, яка нейтралізується вапняковою пульпою); шахтні води; вентиляційні викиди; транспортні маршрути (залізничні колії, технологічні автомобільні шляхи, пульпогони до хвостосховищ). На формування радіаційного становища в місті впливає забруднення доріг, тротуарів, житлових будинків, шкіл та дитячих садків, інших споруд і приміщень гірськими породами, які містять радіоактивні матеріали, що негативно впливає на навколишнє середовище та на мешканців міста. Підвищена радіоактивність частини території міста обумовлена тим, що при будівництві доріг, майданів, фундаментів житлових будинків приватного сектору використовувалися будівельні матеріали з підвищеним вмістом радіоактивних елементів (забалансові руди і породи гірничого виробництва) [5]. Для м. Жовті Води характерні високі концентрації радону і торону – 10400 і 24 Бк/м³ відповідно [4].

Для всіх груп захворювань в умовах м. Жовті Води характерна тенденція збільшення рівня захворюваності з незначними коливаннями в різні роки. Високий рівень поширеності хвороб по місту спостерігається в будівлях в районі парку «Слава», які будувалися в 50-60-ті роки з використанням будівельних матеріалів з відвалів шахтного походження, де спостерігається досить часто підвищений рівень гамма-фону та радону в приміщеннях будівель. Тут спостерігається поширеність гострого інфаркту міокарду, гіпертонічної хвороби, стенокардії, хвороб органів дихання, цереброваскулярних хвороб та захворювань органів сечостатевої системи. Небезпеку для населення в поширеності хвороб становлять дільниці міста, де населення проживає в умовах приватного сектора і які найближче розташовані до шахт. Тут можливий вплив на населення шахтних викидів та підвищеного рівня радону. Небезпеку для загальної захворюваності населення становлять також дільниці міста, які розташовані неподалік хвостосховища гідрометалургійного заводу. На периферійних дільницях міста, на яких має місце вплив пилових викидів золівдвалу теплоелектроцентралі і гідрометалургійного заводу та його хвостосховища, спостерігається підвищена захворюваність хворобами органів дихання, а кількість професійних захворювань пневмоконіозів перевищує обласний рівень [5].

Не зменшуючи значення проведених досліджень для визначення завдань щодо поліпшення стану системи навколишнє середовище – здоров'я людини, водночас варто зауважити, що конкретні заходи вирішення назрілих проблем можна розробити тільки за умов комплексних досліджень. Констатація того факту, що несприятлива екологічна ситуація, яка склалася на сьогоднішній день в Донецько-Придніпровському регіоні, і інформація, що серед об'єктивних умов такого становища є спеціалізація регіону саме на тих видах виробничої діяльності, які завдають найбільший внесок в порушення

екологічної рівноваги, не можуть виправдовувати зростання захворюваності людей. Розробка і здійснення обґрунтованих заходів щодо комплексного використання мінерально-сировинних, паливно-енергетичних ресурсів і відходів виробництва, насамперед у вугільній, металургійній, хімічній промисловості, сприятимуть позитивному розв'язанню завдань охорони навколишнього середовища.

Висновки

Досліджено аерозолі вугільної, металургійної, хімічної, будівельної промисловості і визначено їх елементний склад. Найгостріші проблеми забруднення навколишнього середовища в Україні – в Донецькій, Дніпропетровській і Луганській областях, які водночас є найбільш промислово розвинутими регіонами (для м. Жовті Води Дніпропетровської області характерні високі концентрації радону і торону).

На основі досліджень подрібненого кварцу, при наявності дефектного приповерхневого шару в одних випадках або практично повної його відсутності в інших, з'являється можливість прогнозувати властивості кварцу в залежності від складу і структури цього шару. Оскільки кварц має здатність генерувати вільні радикали, то ключову роль в шкідливості кварцових аерозолів відіграє, напевно, поверхня кварцу.

Дослідження зразків легеневих клітин з аерозолями хворих людей дозволяє прогнозувати шкідливість аерозолів для людей.

1. Richards R. What effects do mineral particles have in the lung? // *Mineralogical Magazine*, 2003, 67. P. 129–139.

2. Зиков Г.О., Діденко П.І., Богатирьов В.М., Покровський В.О. Дослідження елементного складу твердих промислових аерозолів методом лазерної мас-спектрометрії // *Экотехнологии и ресурсосбережение*. – 2000. – № 4. – с. 47–51.

3. Покровський В.О., Усенко Ю.Д., Діденко П.І. та ін. Мас-спектрометрія промислових аерозолів України // Фінальний звіт за проектом УНТЦ № 1068, 1998–2001. – с. 3–81.

4. Діденко П.І. Елементний склад твердих промислових аерозолів // *Збірник наукових праць ІГНС НАН та МНС України. Серія «Геохімія та екологія»*. – Київ. – 2001. – Вип. ¾. – С. 226–232.

6. Brown R.K., Moll W.F., Ampian S.G., Miles W.J., Coogan S.L. The problem with quartz – When it is a Health Hazard, and Why? // *Mineralogical Society Bulletin*, 2003. – N 138. – P. 3–6.

7. Комов И.Л., Фролов О.С., Диденко П.И. и др. Основные проблемы радоновой безопасности. Киев: «Логос», 2005. – 352 с.

8. Угай Я.А. Введение в химию полупроводникового производства. – М.: Высшая школа, 1975. – 302 с.

9. Лисичкин Г.В., Фадеев А.Ю., Сердан А.А., Нестеренко П.Н., Мингалев П.Г., Фурман Д.Б. Химия привитых поверхностных соединений / Под ред. Г.В. Лисичкина. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.

10. Муратов О.Э., Тихонов М.Н. Канцерогенные риски тепловой и атомной энергетики // *АНРИ*. – 2004. – № 4. – с. 35–42.

11. Ребиндер П.А. Всесоюзный симпозиум о природе трения твердых тел. – Гомель, 1969.

12. Диденко П.И. Структурные особенности природного кварца по данным масс-спектрометрии вторичных ионов // *Поверхность*. – 2008. – № 7. – с. 83–86.

15. Люлько О.В., Стусь В.П. Виконання робіт з оцінки впливу забруднення навколишнього природного середовища на здоров'я мешканців з урахуванням віддалених у часі наслідків. 1 етап: Вивчення стану здоров'я мешканців м. Жовті Води, які знаходяться під впливом комплексу шкідливих факторів (підвищена радіоактивність,

радон, важкі метали та ін.) //Звіт про науково-дослідну роботу Дніпропетровськ, 2002 – с. 3-130.

16. Діденко П.І. Забруднення повітря аерозолями і фізико-хімічний аспект їх патогенних властивостей // Геохімія та екологія Збірник наукових праць Київ, ІГНС, 2007 – вип. 15. – С. 43–54.

17. Ефремов А.А., Діденко П.И., Романова Г.Ф. Матричные эффекты в масс-спектрах вторичных ионов при распылении кварца ионами молекулярного кислорода // Известия РАН. – 2006. – Т. 70. – № 6. – с. 862–866.

П.И. Диденко

АЭРОЗОЛИ И ИХ ВРЕД ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНЫ

Исследовано аэрозоли угольной, металлургической, химической, строительной промышленности и их элементный состав. Самые острые проблемы загрязнения окружающей среды в Украине в Донецкой, Днепропетровской и Луганской областях, которые в то же время являются наиболее промышленно развитыми регионами (в г. Желтые Воды обнаружено высокие концентрации радона и торона). Обнаружено существование приповерхностного дефектного слоя в природном кварце, с помощью которого можно делать вывод о вредности кварцевых аэрозолей. Исследование образцов легочных клеток с аэрозолями больных людей позволяет прогнозировать, насколько они вредны для организма людей.

P.I. Didenko

AEROSOLS AND THEIR HARMFULNESS FOR POPULATION OF UKRAINE

The aerosols of coal, metallurgical, chemical, build industry and their element composition are studied. The sharpest problems of environment contamination in Ukraine - by Donetsk, Dnipropetrovs'k and Lugansk areas which are the most industrially developed regions (high concentrations of radon and thoron are found out in Zhovty Vody) are determined. Existence of subsurface imperfect layer in natural quartz by which it is possible to draw conclusion about harmfulness of quartz aerosols is discovered. Research of pulmonary cells samples with the aerosols of sick people allows to forecast, as far as they are harmful for the human organism.

Г.А. ЕРШОВ, Ю.Л. ЕРМАКОВИЧ, М.А. ПАРФЕНТЬЕВ

ОАО «СПбАЭП», г. Санкт-Петербург

**ВНЕШНИЕ ТЕХНОГЕННЫЕ АВАРИИ И БЕЗОПАСНОСТЬ АЭС –
ТРЕБОВАНИЯ НТД РОССИИ И МАГАТЭ, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И
ПОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА**

Изложено основное содержание требований НТД России и МАГАТЭ к анализу возможного влияния техногенных аварий, происходящих за пределами АЭС, на безопасность атомной станции, краткое описание подходов, используемых при анализе влияния на безопасность АЭС внешних воздействий техногенного характера. Показана их роль и место при обеспечении и обосновании безопасности АЭС. На примере Кольской, Белоярской, Ленинградской и Балтийской АЭС показано, каким образом должны использоваться детерминистические расчеты параметров пожаров по внешним причинам, взрывов на объекте, выбросов взрывоопасных, воспламеняющихся газов и аэрозолей, выбросов токсичных паров и газов на безопасность энергоблоков АЭС и каким образом может определяться вероятность этих аварий.

Необходимость оценки влияния внешних инициирующих событий (ИС) техногенного характера на безопасность АЭС определена рядом нормативно-технических документов (НТД) РФ. К основным НТД следует отнести НП-064-05 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» и НП-032-01 «Размещение атомных станций, основные критерии и требования по обеспечению безопасности», а также такие руководства МАГАТЭ, как NS-G-3.1 «Внешние события техногенного происхождения в оценке площадки для атомных электростанций», Вена, МАГАТЭ, 2004 г. и № 50-SG-D5 «Учет внешних событий, вызванных деятельностью человека, при проектировании атомных электростанций», Вена, МАГАТЭ, 1983 г.

Эти документы требуют производить анализ опасности для АЭС следующих техногенных воздействий:

- падение летательного аппарата и других летящих предметов;
- пожар по внешним причинам;
- взрыв на объекте;
- выбросы взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных паров, газов и аэрозолей в атмосферу, взрыв дрейфующих облаков;
- коррозионные жидкие сбросы в поверхностные и грунтовые воды;
- электромагнитное излучение;
- разлив масел и нефтепродуктов на прибрежных поверхностях рек, морей и океанов;
- прорыв естественных или искусственных водохранилищ.

При выполнении этого анализа должны выполняться, как расчет параметров аварий, так и оценка вероятности их возникновения.

В соответствии с этими требованиями в ОАО «СПбАЭП» за последние годы проведены расчеты параметров техногенных аварий, которые потенциально возможны вблизи площадок Кольской, Белоярской, Ленинградской и Балтийской АЭС. При этом были использованы программные комплексы (ПК) «RizEx2», «ТОКСИ+» и Forest. Полученные результаты исследований были представлены на экспертизу в Ростехнадзор и получили его одобрение.

Выше был представлен укрупненный перечень внешних ИС техногенного характера. На практике рассматриваются гораздо более подробные перечни. Так, например, внешние пожары могут возникнуть вследствие того, что в районе размещения АЭС (в 2-километровой зоне) находятся (могут находиться): лесные массивы; торфяники; склады со взрывчатыми веществами (твердыми, жидкими и газообразными); трассы продуктопроводов (бензопроводы и т.д.); трассы магистральных нефтепроводов; трассы магистральных газопроводов; трассы железных дорог; трассы автодорог; речные (озерные) пути; аэродромы, линии воздушных сообщений и перелетов; жилые массивы; промышленные предприятия; производства по добыче угля; производства по добыче торфа; нефтеперерабатывающие заводы; химические предприятия; склады нефтепродуктов; цехи приготовления и транспортирования угольной пыли, древесной муки, сахарной пудры; лесопильные, деревообрабатывающие, лесотарные и др. подобные производства; водные поверхности с пятнами масел и других нефтепродуктов.

Такая же картина имеет место и для других причин внешних техногенных аварий. Поэтому анализ их опасности для АЭС начинается с составления возможно более полного перечня источников внешней опасности и его изучения на предмет возможного сокращения.

Часть указанных источников исключается на основании анализа параметров территории вокруг площадки АЭС. Так, например, анализ площадки вокруг Кольской АЭС показал, что из всех вышеперечисленных источников внешних пожаров в пределах 2-километровой зоны находятся только лесные массивы; торфяники; трасса автодороги Санкт-Петербург – Мурманск; подъездной железнодорожный путь; аэродромы, линии воздушных сообщений и перелетов.

После составления списка «реальных» внешних опасностей производится расчет их параметров. Состав рассчитываемых параметров задан НТД. Для пожароопасных объектов, например, должны быть определены следующие параметры:

- количество и состав горючих веществ;
- расстояние до объектов возможного воздействия внешних пожаров на площадке АЭС;
- «роза ветров» и другие метеорологические условия;
- вероятность (частота) возникновения пожара;
- вероятность распространения пожара в направлении АЭС;
- план застройки на пути распространения пожара;
- эквивалентная площадь поверхности, пораженной огнем;
- тепловой поток в источнике пожара и характер его изменения по направлению к площадке АЭС;
- длительность горения;
- форма огня;
- температура газовой среды;
- степень задымления;
- концентрация образующихся при пожаре токсичных газов и т.д.

Анализ данного перечня показывает, что проведение детерминистического анализа опасности внешних ИС представляет собой нетривиальную задачу и требует использования специального программного обеспечения.

В СПбАЭП, как уже указывалось, используются три ПК. Это обусловлено тем, что ни один из них не покрывает весь круг задач, которые нужно решать при обосновании безопасности АЭС при внешних воздействиях. Необходимость использования трех ПК обусловлена и тем, например, что ПК «RizEx2» не аттестован Ростехнадзором. В то же время, часть задач решается всеми тремя программами.

Специалистами СПбАЭП разработан программный комплекс (ПК) Forest, предназначенный для расчета параметров:

- пожаров пролива;
- пожаров типа «огненный шар»;
- горения цистерн с ЛВМ;
- низовых лесных пожаров;
- верховых (беглых и устойчивых) лесных пожаров;
- почвенных (торфяных) пожаров;
- пожаров в зданиях;
- рассеивания вредных веществ, выделяющихся при пожарах, в окружающей среде;
- взрывов подземных и наземных резервуаров с горюче-смазочными материалами;
- взрывов резервуаров со сжатым газом;
- разлета осколков;
- аварий на газопроводах.

Все это обеспечивает получение детерминированной информации, необходимой для оценки и обеспечения безопасности АЭС.

Математический аппарат, лежащий в основе ПК Forest, базируется на утвержденных и/или широко распространенных расчетных методиках, часть которых приведена в списке литературы.

Основное рабочее окно ПК Forest представлено на рис. 1.

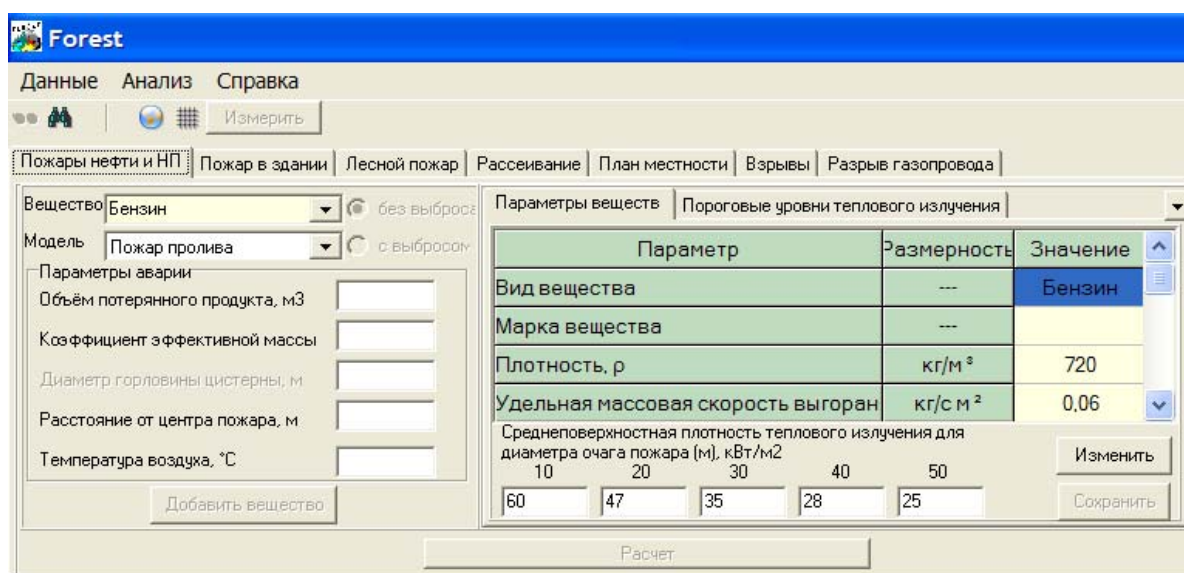


Рис. 1. Основное рабочее окно ПК Forest

Уникальной особенностью ПК Forest является возможность расчета параметров всех типов лесных пожаров, (см. рис. 2.) При этом, кроме перечисленных выше параметров, обеспечивается и расчет дальности разлета горящих частиц, образующихся при пожаре. Этот параметр зачастую является более опасным, чем непосредственное воздействие на здания и сооружения АЭС теплового потока от кромки пожара. Помимо количества выделившихся при пожарах поллютантов рассчитывается и их концентрация в заданной точке пространства, обеспечивается и графическое представление зависимостей концентрации поллютантов от расстояния по направлению от кромки пожара к площадке АЭС.

В тех случаях, когда параметры аварии могут рассчитываться с помощью всех трех (или двух из трех) ПК, мы выполняем параллельные расчеты с целью повышения качества расчетов и повышения уровня доверия к их результатам.

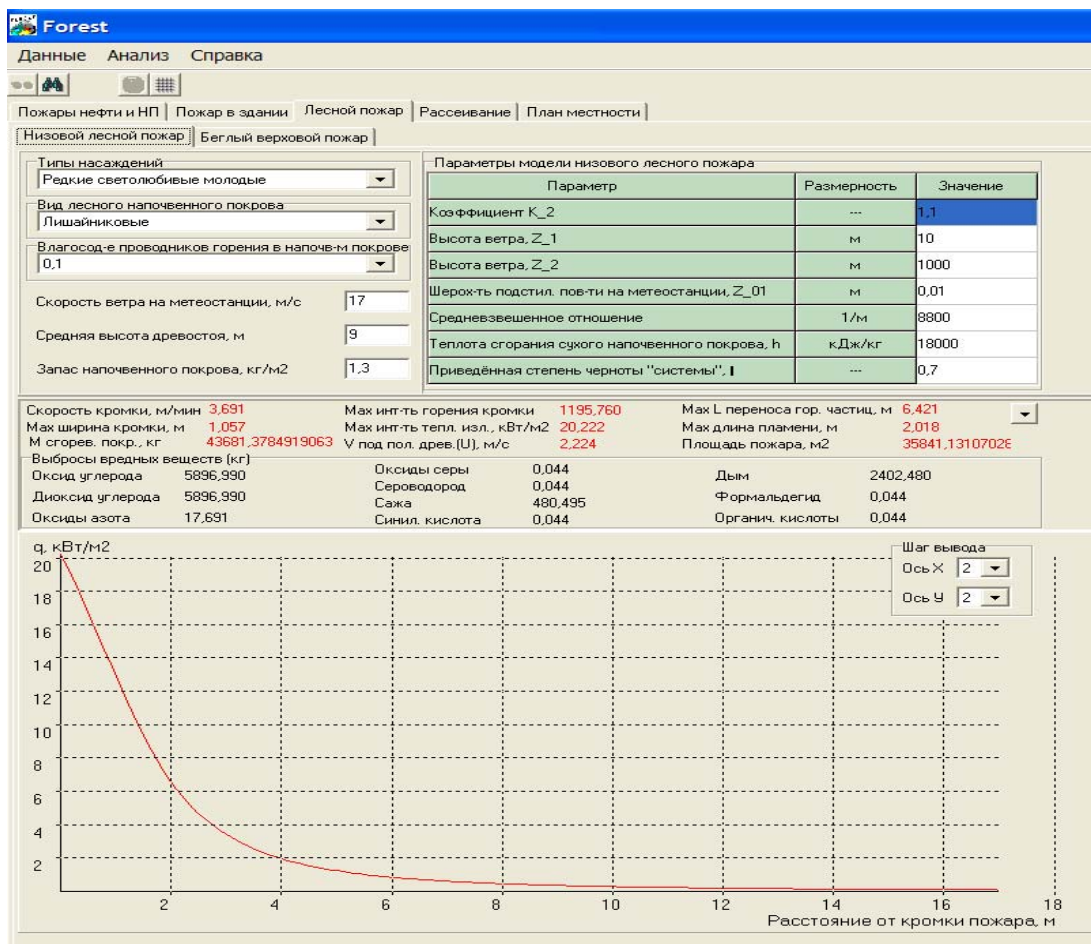


Рис. 2. Результаты расчета параметров низового лесного пожара вблизи площадки Кольской АЭС

Как уже упоминалось, НТД требуют рассчитывать не только параметры, но и вероятности аварий. Однако на практике это производится только в тех случаях, когда параметры воздействий превышают допустимые значения. Дело в том, что в соответствии с требованиями НТД допускается отказ от проведения мероприятий по исключению повреждений при внешних воздействиях на здания и сооружения, важные для безопасности АЭС, если частота запроектных аварий, обусловленных внешними воздействиями природного и техногенного происхождения, достаточно мала (меньше 10^{-6} 1/год).

Например (см. рис. 3), мы видим, что осколки, возникающие при взрыве азотных ресиверов, могут повредить соседние здания и сооружения. В этом случае для оценок вероятностей разрушения ресиверов используются методы вероятностно-прочностной механики разрушений и ПК ANSYS. На рис. 4, например, представлены результаты расчета параметров напряженно-деформированного состояния аргоновых ресиверов, установленных на 3 блоке Белоярской АЭС, а на рис. 5 – зависимость, характеризующая вероятность разрушения ресиверов от давления в них.

Помимо этого рассчитывается и вероятность возникновения повышенного давления в ресиверах вследствие несрабатывания предохранительных клапанов, установленных как на самих ресиверах, так и на газовых системах, связанных с ними. В данном случае также используется несколько ПК – аттестованный Ростехнадзором ПК RiskSpectrum и ПК БАРС, разработанный в СПбАЭП. Расчеты производятся для нескольких вариантов, с учетом и без учета отказов общего вида (отказов по общей причине).

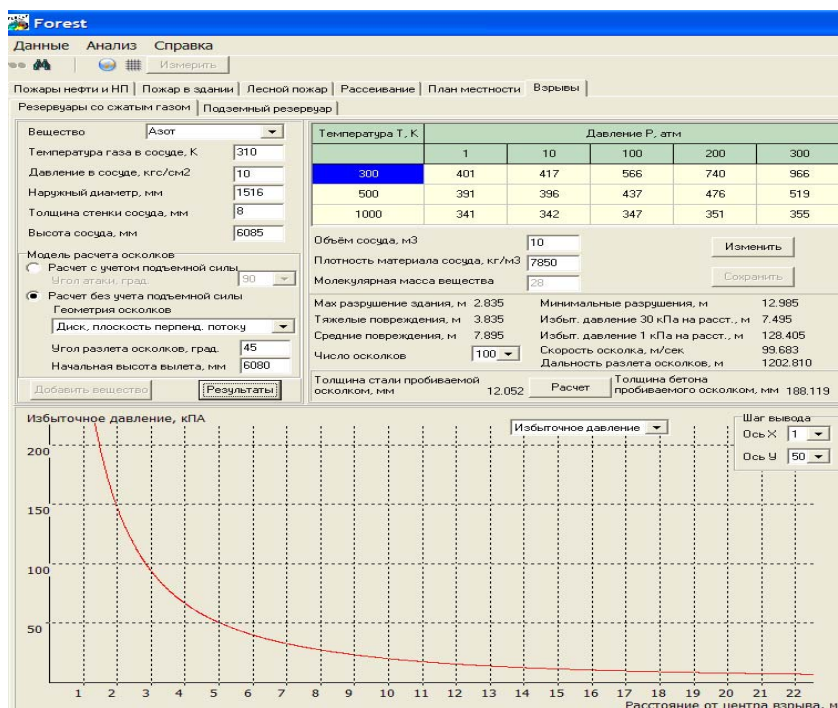


Рис. 3. Исходные данные и результаты расчета параметров взрыва азотных ресиверов, установленных на 3 блоке Белоярской АЭС

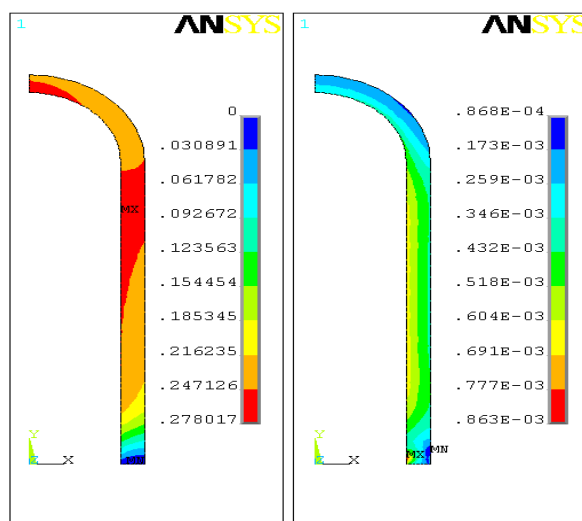


Рис. 4. Параметры напряженно-деформированного состояния ресиверов ЗЧРГ-2А, 2Б при расчетном давлении 200 кгс/см²

Использование двух ПК для вероятностных расчетов обусловлено тем, что в ПК RiskSpectrum реализован целый ряд чрезмерно (на наш взгляд) консервативных допущений. Наличие этих допущений в ряде случаев сильно занижает показатели надежности и безопасности систем. Так, из результатов расчета вероятности несрабатывания 9 предохранительных клапанов, установленных на системе водородных ресиверов 3 энергоблока Белоярской АЭС следует, что без учета общей причины она равна 2,5E-5 (оба ПК дают одинаковый результат), а с учетом общей причины – 4,709E-5 (RiskSpectrum) и 9,5E-10 (БАРС).

В отчетах мы представляем результаты расчетов с помощью обоих ПК, приводя детальные объяснения причин расхождений в результатах.

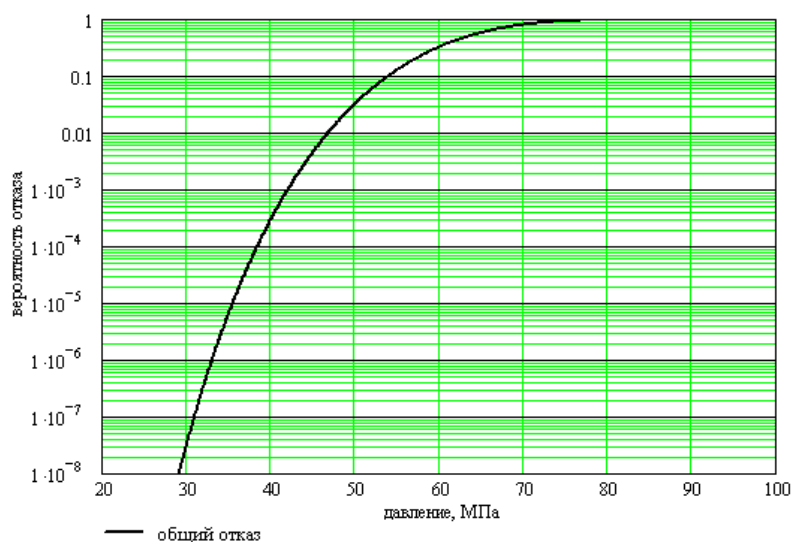


Рис. 5. Кривая общей вероятности отказа ресиверов 3ЧРГ-2А, 3ЧРГ-2Б

Все вышеперечисленные ПК апробированы при анализе безопасности Кольской, Белоярской, Балтийской и Ленинградской АЭС:

- Кольская АЭС – анализ влияния на безопасность АЭС внешних пожаров, взрывов на объектах, выбросов взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных паров, газов и аэрозолей в атмосферу, взрыв дрейфующих облаков при разработке ОУОБ;

- Ленинградская АЭС-2 – анализ влияния на безопасность АЭС внешних пожаров, взрывов на объектах, выбросов взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных паров, газов и аэрозолей в атмосферу, взрыв дрейфующих облаков при выполнении ОБИН и ПООБ;

- Балтийская АЭС – анализ влияния на безопасность АЭС внешних пожаров, взрывов на объектах, выбросов взрывоопасных, воспламеняющихся, токсичных паров, газов и аэрозолей в атмосферу, взрыв дрейфующих облаков при выполнении ОБИН и ПООБ;

- Белоярская АЭС – анализ влияния на безопасность АЭС водородных, аргоновых и азотных ресиверов.

Предполагается, что описанные подходы, методы и ПК будут использоваться и при обосновании безопасности Белорусской, Турецкой, Чешской (Темелин, новые блоки) АЭС с ВВЭР, Сань-Минской (КНР) и энергоблоков России с реакторами БН большой мощности.

Выводы

1. Наличие нескольких программных комплексов позволяет специалистам ОАО «СПбАЭП» выполнять практически полный комплекс исследований по оценке влияния техногенных аварий на безопасность АЭС.

2. Институтом накоплен достаточный опыт выполнения исследований техногенных аварий как для действующих, так и для проектируемых АЭС.

3. Помимо АЭС анализ опасности техногенных аварий может и должен проводиться для других опасных производственных объектов.

1. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. М.: Изд-во стандартов, 1991.

2. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического воздействия. РБ Г-05-039-96. М.: Федеральный надзор России по ядерной и радиационной безопасности. 2000. – 43 с.

3. Методика оценки последствий взрывов топливно-воздушных смесей с изменениями и дополнениями (РД 03-409-01). Утверждена и введена в действие постановлением Госгортехнадзора России от 26.06.01 №25.
4. Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». Приказ МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314.
5. ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности для взрывоопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
6. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах. Сборник документов. М.: ГУП «НТЦ ПБ», 2005.
7. Руководство по определению параметров ударных волн при внешних взрывах и нагрузок на строительные конструкции АС. РД 95 10528-96. Министерство РФ по атомной энергии. М.: Московский государственный строительный университет. 1995.
8. Бейкер У., Кокс П., Уэстайн П. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия. В 2-х кн. Пер. с англ. М.: Мир, 1986.
9. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справ. изд./ А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов, А.Я. Корольченко и др. М.: Химия, 1987. – 272 с.
10. Определение категорий помещений и зданий предприятий и объектов железнодорожного транспорта по взрывопожарной и пожарной опасности ВНТП 05-97. М.: 1997.
11. Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. Руководящий документ. М.: ФГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2005. – 120 с.
12. Гусев В.Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах. – СПб.: ФГУ «СПбНИИЛХ», 2005. – 199 с.

Г.А. Ершов, Ю.Л. Єрмаковіч, М.А. Парфентьев

ЗОВНІШНІ ТЕХНОГЕННІ АВАРІЇ І БЕЗПЕКА АЕС - ВИМОГИ НТД РОСІЇ ТА МАГАТЕ, МЕТОДИ ОЦІНКИ І ПОГРАМНІ ЗАСОБИ

Викладено основний зміст вимог НТД Росії і МАГАТЕ до аналізу можливого впливу техногенних аварій, що відбуваються за межами АЕС, на безпеку атомної станції, короткий опис підходів, що використовуються при аналізі впливу на безпеку АЕС зовнішніх впливів техногенного характеру. Показана їх роль і місце при забезпеченні та обґрунтуванні безпеки АЕС. На прикладі Кольської, Білоярської, Ленінградської і Балтійської АЕС показано, яким чином мають використовуватися детерміністичні розрахунки параметрів пожеж через зовнішні причини, вибухів на об'єкті, викидів вибухонебезпечних, займистих газів і аерозолів, викидів токсичних парів і газів на безпеку енергоблоків АЕС і яким чином може визначатися ймовірність цих аварій.

G.A. Ershov, Yu.L. Ermakovich, M.A. Parfentiev

EXTERNAL TECHNOGENIC ACCIDENTS AND SECURITY OF NPP - REQUIREMENTS OF RUSSIAN AND IAEA's STD, ASSESSMENT METHODS AND SOFTWARE

The main idea of Russian and the IAEA's STD requirements on analysis of the possible impact of technogenic accidents occurring outside the NPP on the safety of nuclear power plant, a brief description of the approaches that were used during the analyzing the impact on the safety of nuclear power plants are described. Their importance and role in providing and feasibility of NPPs safety are shown. On examples, there are shown how to use deterministic calculations of the fires' parameters due to external reasons, explosions at the facility, emission of explosive flammable gases and aerosols, emissions of toxic fumes and gases on nuclear reactors safety, and how the probability of these accidents can be determined.

В.О. ХРУТЬБА, Ф.В. ПЛОШАЙ

Національний транспортний університет, м. Київ

ПРИЙНЯТТЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРОЕКТІВ УТИЛІЗАЦІЇ ШАХТНОГО МЕТАНУ

Здійснено аналіз існуючих проектів з утилізації шахтного метану. Проведена класифікація ризиків цих проектів та визначено причини їх виникнення. З використанням підходів проектного менеджменту розроблена карта-схема технологічних ризиків, яка дозволяє використовувати її для прийняття рішень з управління ризиком проекту. Проведена класифікація основних причин виникнення ризиків, охарактеризовано п'ять груп причин: технологічні, соціальні, законодавчі, організаційні та фінансові.

Постановка проблеми

Стан більшості вугільних шахт України (і малих, і великих) залишає бажати кращого. Фактично всі шахти України є небезпечними щодо умов праці: понад 75% шахт у нашій країні газові, 60% – небезпечні за вибухами вугільного пилу, 45% – за метановими викидами, а ще 25% – за спалахуваннями вугільного пилу. На багатьох шахтах ці чинники складаються в різних комбінаціях. Статистика аварій та нещасних випадків на шахтах свідчить, що значна частина з них, перш за все це великі трагедії з груповими нещасними випадками з летальним кінцем, безпосередньо пов'язані з пожежами та вибухами метану [1].

Впровадження проектів збору та утилізації шахтного метану (ШМ) ставить за мету зменшення викидів метану, парникового газу зі значним ефектом глобального потепління; зменшення рівня місцевого забруднення навколишнього середовища і покращення умов життя шахтарів і місцевого населення; зниження собівартості вугілля в результаті переходу на виробництво власної електроенергії та відмову від закупівлі електрики з єдиної енергетичної системи; отримання додаткового прибутку від використання шахтного метану; утилізацію каптованого ШМ для виробництва тепла та електроенергії [2].

Компанії, які займаються розробкою та впровадженням проектів утилізації шахтного метану, часто недооцінюють процес аналізу проектних ризиків, зразу приступаючи до планування або до реалізації проекту. Визначення проектних ризиків, розробка концепцій і моделей, які дозволяють проводити ідентифікацію ризиків, оцінювати їх та приймати рішення щодо впровадження протиризикових дій є важливим елементом системи управління ризиками, яка дозволяє формувати систему ефективного управління проектами утилізації шахтного метану. Недостатня увага до визначення проектних ризиків, формування системи управління ризиками найчастіше приводить до розпорошення зусиль компанії на хаотичні ініціативи без суттєвого результату. В цьому випадку реальні проблеми залишаються невирішеними, а можливості – втраченими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Перший в Україні проект повномасштабного промислового використання ШМ був реалізований в 2003-2005 рр. на шахті ім. А. Ф. Засядько. За результатами впровадження проекту шахтним газом не лише заправляють авто і опалюють приміщення, але й використовують для виробництва. Проекти збору та утилізації ШМ також розроблені для таких шахт, як: шахта «Комсомолець Донбасу», Холодна Балка Донецької області, «Щегловська-Глибока», шахта «Красноармійська – Західна №1», Шахта № 22 Комунарська, Південнодонбаська № 3, Молодогвардійська. На даний час запропонована велика кількість методів аналізу ризиків, які зручно поділити на дві групи: кількісні та

якісні. Група кількісних методів у свою чергу поділяється на дві підгрупи; статистичні та розрахункові (індивідуальні). Статистичні методи зручні для аналізу ризику, тому що є, як правило, усередненими даними. Це дозволяє робити деякі узагальнені висновки відносно ризику нанесення шкоди. Загальність висновків дозволяє рекомендувати використання цих методів для технічного регулювання. При використанні розрахункових методів розрахунок ризику відбувається, як правило, на стадії проектування. Ці методи дозволяють оцінити ризик стосовно конкретного виробу, а не групи однотипних об'єктів. Якісні методи аналізу ризику дозволяють отримувати усереднені узагальнені відомості про ризик нанесення шкоди для груп продукції чи значення ризику для конкретного виду продукції. В останніх публікаціях наводяться деякі з методів аналізу ризиків, але відсутній загальний перелік методів та в більшості робіт не розглядається процедура використання методу. Методи управління проектними ризиками в проектах утилізації шахтного метану відсутні.

Метою роботи є розробка моделі управління проектними ризиками в проектах утилізації шахтного метану, що дозволить приймати оптимальні проектні рішення щодо безпечного впровадження проекту.

Для реалізації поставленої мети необхідно на основі аналізу існуючих проектів з утилізації шахтного метану провести класифікацію ризиків та визначити причини їх виникнення. З використанням методології управління проектами розробити модель управління ризиками в проектах утилізації шахтного метану, що дозволить приймати оптимальні рішення щодо проектної діяльності.

Виклад основного матеріалу

За розрахунковими даними впровадження проектів утилізації ШМ може привести до скорочення потенціалу глобального потепління на 87%. Крім того, впровадження проектів максимально забезпечує безпеку праці шахтарів, через попередження інтенсивного виділення шахтного метану в робочу зону; допомагає знизити об'єм небезпечних викидів метану, які могли б призвести до накопичення вибухонебезпечних концентрацій метану у підвалах та стоках житлових районів. За попередніми розрахунками рентабельність проекту може сягнути 18%. Проекти з утилізації ШМ є економічно вигідними, якщо враховувати також доходи від продажу одиниць скорочення викидів (ОСВ) та одиниць встановленого об'єму (ОВО) для зменшення парникового ефекту [3].

Ризик визначається як ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин на території об'єкта підвищеної небезпеки і/або за його межами. Згідно з методикою РМВoK [4], управління ризиками проекту включає процеси, які відносяться до планування управління ризиками, їх ідентифікації і аналізу, реагування на ризики, моніторингу і управління ризиками проекту. Процеси управління ризиками проекту збору та утилізації ШМ включають планування управління ризиками та їх ідентифікацію, якісний та кількісний аналіз; планування реагування на ризики та моніторинг і управління ризиками. Отже, розробка ефективної системи управління проектними ризиками передбачає, в першу чергу, класифікацію та ідентифікацію ключових ризиків. Проектні ризики в проектах утилізації шахтного метану можна поділити на основні п'ять груп – фінансові, технологічні, соціальні, законодавчі та організаційні. Аналіз основних причин виникнення ризиків наведено нижче на рисунку.

Проаналізувавши причини виникнення ризиків, можливі шляхи реагування на ризик, рівень управління ризиками, для розробки ефективної системи управління ризиками проекту утилізації шахтного метану обираємо технологічні та соціальні ризики, оскільки планування, моніторинг та управління такими ризиками залежить від самого вугледобувного підприємства.

Аналіз основних причин виникнення технологічних ризиків дозволив виявити їх основні причини, а саме: порушення роботи дегазаційного обладнання приводить до утворення шпар у виробничому просторі, експлуатація когенераційної установки

приводить до викидів SO_x та NO_x , що містяться в димових газах; дегазаційні свердловини пустих шахт можуть бути закриті, тоді ШМ може мігрувати на поверхню і збиратися у вибухонебезпечні концентрації; відсутність необхідного досвіду із використання технології спільного виробництва теплової та електричної енергії із ШМ, при обернено-проточному провітрюванні виємних ділянок дегазаційні свердловини за лавою залишаються неконтрольованими.



Рис. Аналіз основних причин виникнення ризиків

Для управління технологічними ризиками доцільно розробити карту-схему ризиків з визначенням стадії проектного циклу, на якій цей ризик може виникнути, та рівень управління даним ризиком. В таблиці приведено фрагмент карти-схеми технологічних ризиків проекту з визначенням стадії проектного циклу, на якій цей ризик може виникнути та рівень управління цим ризиком.

Карта ризиків формується через накопичення, вона постійно доповнюється і по мірі реалізації проекту зазнає серйозних змін. Вірогідність і наслідки виявлених ризиків і оцінка їх пріоритетності можуть змінюватися. Можуть з'явитися і нові ризики. Повторний аналіз ризиків бажано проводити так, щоб нові дані були доступні при плануванні кожного нового етапу проекту.

Оцінювання ризиків в залежності від факторів, що на них впливають, доцільно виконувати на основі експертних кількісних та якісних оцінок. Аналіз карти технологічних ризиків дозволяє виявити ті ризики, якими можна управляти ще на стадії

ініціації проекту. Необхідно постійно коригувати карту ризиків і механізми ухвалення рішень залежно від того, що відбувається.

Таблиця. Фрагмент карти-схеми технологічних ризиків у проектах утилізації ШМ

№	Ризики	Шляхи подолання	Стадія проектного циклу	Рівень управління ризиком
1	Утилізація меншої кількості метану ніж очікувалося	Підземна відкачувальна система має бути покращена для стабілізації відкачуваної кількості ШМ. Це можливо шляхом навчання персоналу і регулярного технічного обслуговування обладнання.	Реалізація	Внутрішній
2	Нижча концентрація метану у видобутому газі	Проводиться буріння дегазаційних свердловин з поверхні на техногенні поклади метану.	Реалізація	Внутрішній
.....				
27	Застосування нової технології	Проаналізувати та дослідити досвід країн вже впроваджених технологій. Перепідготовка персоналу. Інвестування коштів.	Реалізація	Внутрішній

Для розробки математичної моделі управління даними технологічних ризиків в проектах утилізації шахтного метану та прийняття організаційно-технологічних рішень щодо зменшення ймовірності виникнення технологічних ризиків як джерело інформації використовуються експертні оцінки, які мають якісний характер і доступні розробникам проекту. Оскільки повністю виключити ризик неможливо і завжди зберігається ймовірність його виникнення, то моделі управління проектними ризиками дозволяють здійснювати планування реагування на ризики, розробляти шляхи і визначення дій щодо збільшення можливостей та зниження загроз для цілей проекту. Планування реагування на ризики включає в себе визначення і призначення відповідальних осіб, обов'язком яких є реагування на кожен погоджений та підкріплений бюджетом ризик. В плануванні реагування на ризики розглядається згідно з їх пріоритетами; при необхідності нові ресурси і операції додаються в плани управління вартістю, розкладом і проектом. Заплановані операції з реагування на ризики мають відповідати важливості ризику, бути економічно ефективними у вирішенні проблеми, своєчасними, реалістичними в контексті проекту і узгоджуватися з усіма учасниками, а за виконання заходів повинна нести відповідальність призначена особа.

Висновки

Аналіз існуючих проектів з утилізації шахтного метану дозволив провести ідентифікацію найбільш поширених проектних ризиків і класифікувати їх на основні п'ять груп - фінансові, технологічні, соціальні, законодавчі та організаційні. На основі проведеної класифікації ключових ризиків визначено причини їх виникнення. З використанням підходів проектного менеджменту розроблена карта-схема технологічних ризиків, яка дозволяє використовувати її для прийняття рішень з управління даним ризиком проекту. Використана методика може бути застосована для побудови системи моделей управління ризиками проекту утилізації шахтного метану.

1. Астахова С. А. Утилизация шахтного газа. Перспективы развития // Уголь. – 2006 – № 8. – С. 63 – 65.
2. Колосовський О.М., Плошай Ф.В., Середюк Л.М., Хрутьба В.О. Аналіз досвіду розробки та впровадження проектів збору та утилізації метану // Metody obliczeniowe i

badawcze w rozwoju pojazdów samochodowych i maszyn roboczych. samojezdnych, Жешув, Польша, 2009. –207 с.

3. Руководство к Своду знаний по управлению проектами. (Руководство PMBOK).— 3-е изд. - Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 2004. – 388 p.

В.О. Хрутьба, Ф.В. Плошай

ПРИНЯТИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРОЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА

Осуществлен анализ существующих проектов по утилизации шахтного метана. Проведена классификация рисков этих проектов и определены причины их возникновения. С использованием подходов проектного менеджмента разработана карта-схема технологических рисков, которая позволяет использовать ее для принятия решений по управлению риском проекта. Проведена классификация основных причин возникновения рисков, охарактеризованы пять групп причин: технологические, социальные, законодательные, организационные и финансовые.

V.O. Khrutba, F.W. Ploshai

DECISION MAKING OF DESIGN ISSUES ON THE BASE OF RISK ASSESSMENT OF MINE METHANE UTILIZATION PROJECTS

The analysis of existing projects of mine methane utilization is done. The classification of the risks of these projects is made and the causes of appearance are determined. According to the project management approaches the schematic map of technological risks, which allows using for making decisions on risk management project, is developed. The classification of the main causes of the risks are described. Five groups of reasons such as technological, social, legislative, institutional and financial are characterized.

А.В. ШУШЛЯКОВ, Е.В. КРИШТАЛЬ

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, г. Харьков

АЭРОДИНАМИКА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ВИХРЕВЫХ ДЕСОРБЕРОВ

Исследована аэродинамика мультивихревого турбулентного аппарата и очистка термальной воды от примесей пожаро- и взрывоопасных газов. Выполнены расчеты распределения скоростей жидкости и газа вдоль радиусов и по высоте рабочей камеры, бункера и сепарационной камеры. Рассчитана эффективность десорбции газов из термальной воды.

Термальные воды отличаются минеральным составом воды и растворенных в ней газов, давлением и температурой. Минеральный состав термальной воды зависит от температуры и равновесия между минералами твердых пород, водой и газами, растворенными в воде.

Температура термальных вод изменяется в широком диапазоне от 4-5°C до 380°C. Высокая температура воды может быть обусловлена тем, что вблизи горячих источников наблюдается активная вулканическая деятельность, либо протекают окислительные процессы веществ органического происхождения. В термальных водах могут содержаться газы биохимического происхождения (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2S , H_2 , O_2), газы атмосферного происхождения (N_2 , O_2 , CO_2 , Ar), газы химического происхождения (CO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , CO , N_2 , HCl , HF , SO_2 , Cl_2 , NH_3).

По составу растворенных в воде газов высокотемпературные термальные воды относятся к углекисло-сероводородному типу и содержат газы биохимического происхождения CO_2 , H_2S , H_2 , CH_4 , NH_3 . В термальных водах с низкой температурой содержатся разные газы, в том числе химически агрессивные. В процессе добычи и использования термальных вод агрессивные газы разрушают системы трубопроводов и оборудование.

Термальные воды в настоящее время широко используются в качестве источников тепловой энергии или источников минерального сырья (из термальных вод извлекают минеральные соли или газы), а также в качестве лечебных источников. Энергию термальных источников широко используют для выработки электроэнергии. В конце XX века мощность термальных электростанций составляла около 4,5 млн кВт.

В настоящее время интенсивность использования термальных вод увеличивается. Термальные воды широко используются для целей теплоснабжения, отопления и вентиляции. В том случае, если в термальных водах содержатся газы, способные гореть, их извлекают и используют в качестве газообразного топлива.

Таким образом, перед использованием термальные воды подвергаются очистке от газообразных и твердых примесей. Для эффективной очистки термальных вод от газообразных примесей необходимо максимально увеличить поверхность массообмена жидкой фазы, а также перепад парциальных давлений газов при данных параметрах извлекаемых газов и при их полном насыщении.

Разность парциальных давлений можно обеспечить за счет разряжения, создаваемого вентилятором в некотором объеме, в который подается термальная вода. Увеличить площадь поверхности жидкой фазы можно путем барбатирования или диспергации жидкости.

В качестве оборудования для десорбции газов из жидкости нами были разработаны вихревые турбулентные промыватели (ВТП) [1]. Конструкция и принцип работы ВТП изложены в работах [2, 3]. Производительность ВТП по газу одного аппарата должна быть до 12 000 м³/час. Дальнейшее увеличение производительности по газу приводит к непропорциональному увеличению сопротивления ВТП.

С целью повышения эффективности десорбции газов и увеличения производительности по газу без существенного увеличения сопротивления аппарата был разработан мультивихревой турбулентный промыватель (МВТП). Схема конструкции МВТП представлена на рис.1.

Принцип работы МВТП заключается в следующем: МВТП состоит из патрубка для подвода термальной воды в распределительную камеру переменного сечения 6, которая примыкает к корпусу МВТП 1 по спирали. Поток термальной воды движется в распределительной камере 6 с постоянной скоростью. Из распределительной камеры 6 поток поступает в межлопаточные каналы завихрителя МВТП 8. Распределительная камера 6, кольцевая щель 5 в корпусе 1 и лопатки 7 образуют инерционный разделитель, лопатки 7 которого крепятся в верхних и нижних концах к корпусу 1. С помощью инерционного разделителя поток термальной воды делится на плоские струи. Через некоторое расстояние за счет воздействия гидродинамических сил и аэродинамического сопротивления струи диспергируются на капли. Размер капель зависит от скорости потока, температуры, плотности и других свойств воды. Размер капель зависит от многих факторов, которые входят в критерий Вебера [4].

$$W = \frac{\rho u^2 d}{2\sigma} > W^* \quad (1)$$

Процесс диспергации жидкости может протекать путем деления потока на капли. При этом с поверхности капля может срываться пелена более мелких капель (сдир). При резком изменении давления в потоке жидкости или при объемном кипении диспергация жидкости может носить взрывной характер. Режим дробления потока на капли характеризуют критерии Вебера и Рейнольдса [4]:

$$WR_g^{-0,5} \geq 0,5 \quad (2)$$

$$\begin{cases} 4 \leq W \leq 20, \\ 0,1 \leq WR_g^{-0,5} \leq 0,8 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} 10 \leq W \leq 10^4 \\ 0,5 \leq WR_g^{-0,5} \leq 10 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} 10^3 \leq W \leq 10^5 \\ 10 \leq WR_g^{-0,5} \leq 10^2 \end{cases} \quad (5)$$

По спектру образующихся капель первый режим дробления капель протекает путем простого деления капли без сдира. Второй режим – разрушение капли со сдиром пелены с поверхности капли. Третий режим – взрывное дробление капли.

Режим взрывного дробления жидкости связан с неустойчивостью Рэлея – Ламба – Тейлора. Этот вид разрушения крупных капель на более мелкие (взрывное кипение), характеризуется критерием Бонда:

$$B = a \rho_f d^2 \sigma^{-1} \quad (6)$$

где: a - ускорение капли;

ρ_f - плотность жидкости, г/см³;

d - диаметр капли до кипения, мкм;

σ - сила поверхностного натяжения, н/м.

Критерий Бонда пропорционален критерию Вебера: $B = 0,75 c_x W$ (7)

где: c_x - коэффициент лобового сопротивления капли.

Критическое значение составляет $B \approx 5 \cdot 10^3$.

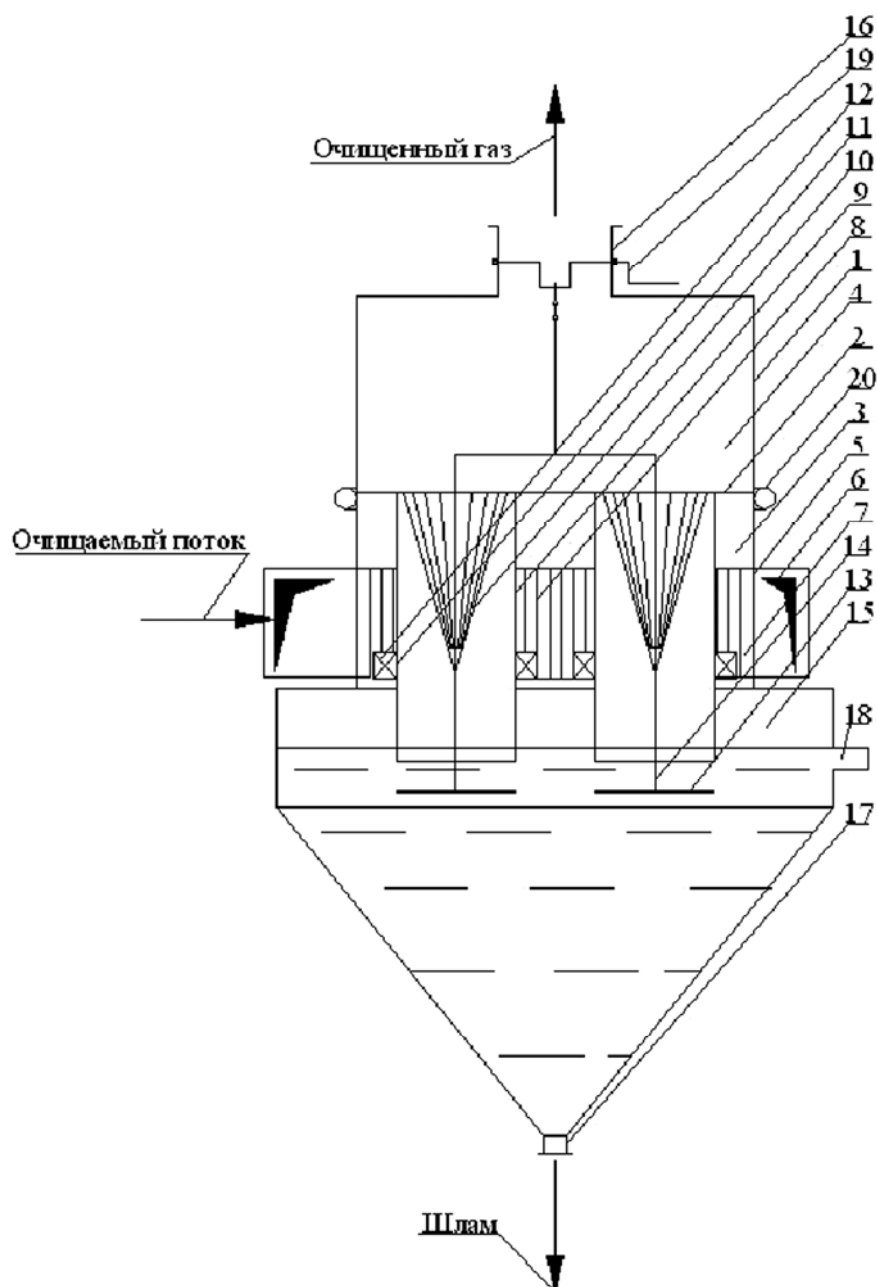


Рис. 1. Мультивихревой турбулентный промыватель

1. Корпус МВТП; 2. Горизонтальная перегородка; 3. Нижняя камера; 4. Верхняя камера; 5. Отверстие в корпусе нижней камеры; 6. Распределительная камера; 7. Лопатки завихрителя МВТП; 8. Завихритель МВТП; 9. Модуль; 10. Каплеотделитель; 11. Отверстие в корпусе модуля; 12. Завихритель модуля; 13. Диск; 14. Шток; 15. Бункер; 16. Патрубок для удаления очищенного газа; 17. Патрубок для удаления шлама; 18. Патрубок для слива воды; 19. Устройство для подъёма диска со штоком; 20. Коллектор воды.

В процессе дробления потока на капли происходит активная десорбция газов из капель. Процесс десорбции можно рассчитать по формуле:

$$G_{\text{dec}} = k_{zi} P_i \quad (8)$$

где: k_{zi} – растворимость газа в термальной воде;

P_i - парциальное давление i-го газа.

Время дробления капель зависит от свойств жидкости и скорости потока и может быть рассчитано по формуле:

$$\tau = du^{-1}(\rho_{жс} \cdot \rho^{-1})^{0,5} \quad (9)$$

Время разрушения капель от ударной волны равно:

$$\tau_2 = du^{-1}(\rho_{жс} \cdot \rho^{-1})^{0,5} \quad (10)$$

Время ускорения капли зависит от следующих параметров:

$$\tau_3 = \frac{4\rho_{жс}d}{3c_x\rho u} \quad (11)$$

Время возникновения неустойчивости Рэлея – Ламба – Тейлора можно определить по формуле:

$$\tau_4 = du^{-1}(\rho_{жс} \cdot \rho^{-1})^{0,5} \quad (12)$$

Время взрывного распада капли равно:

$$\tau'_4 = 10 \cdot \tau_4 \cdot W^{-0,25} \quad (13)$$

Приведение формулы расчета времени, в течении которого сформируются условия для разрушения капель жидкости, дают значения одного порядка.

Капли жидкости осаждаются в бункере МВТП 15. За время с момента дробления потока на струи, а затем дробления струй на капли и до момента осаждения капель в бункере 15 из термальной воды может выделяться часть газов.

Чтобы обеспечить более высокую эффективность десорбции газа, необходимо в рабочей камере МВТП смонтировать дополнительные модули 9 для рециркуляции жидкости и её диспергации на капли. Корпус модулей 9 должен быть погружен в воду в бункере 15 на глубину, не менее разряжения (мм. в. ст.) в его рабочей камере. Количество модулей 9, смонтированных в одном МВТП, зависит от объема газа, выделяющегося при дроблении потока термальной воды на струи и капли и рассчитывается по формуле:

$$n_m = \frac{G_{воды} k_{дес}}{L_{мод}} \quad (14)$$

где: $k_{дес}$ - коэффициент десорбции;

$L_{мод}$ - производительность модуля по газу.

Выделившийся газ, за счет разряжения, создаваемого вентилятором в рабочей камере модуля 9, поступает в завихритель модулей 7, закручивается и поступает в рабочую камеру в модули 7 МВТП в виде вращающегося потока газа. При вращении газа над неподвижным слоем воды в бункере МВТП, верхний слой воды сдвигается в приосевую зону и уносится потоком газа в рабочую камеру 8 модуля 7, где под действием центробежных и аэродинамических сил вода диспергируется на мелкодисперсные капли. За счет разряжения в рабочей камере модуля 9 и увеличения площади поверхности капель происходит активная десорбция газа. Очищенная вода из рабочей камеры модуля 9 возвращается в бункер 15, а новая порция воды поднимается из бункера 15 для десорбции. Процесс рециркуляции жидкостей в модулях 9 протекает в автоматическом режиме.

Таким образом, в МВТП производится очистка воды от взвешенных и газообразных примесей. Очищенная термальная вода используется в качестве теплоносителя в системах теплоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а газ – в качестве топлива.

Эффективность десорбции газа можно рассчитать по формуле:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_{метн})(1 - \eta_{мод.}) \quad (15)$$

где: $\eta_{\text{МВТП}}$, $\eta_{\text{мод.}}$ – эффективность работы МВТП и модуля.

При известных значениях массы газа, удалённого из жидкости за счет десорбции, эффективность работы МВТП можно рассчитать по формуле:

$$\eta = \frac{G_2 - G_{\text{дес.}}}{G_2} \cdot 100\% \quad (16)$$

где: G_2 - масса горючих компонентов газа, которая содержится в термальной воде в растворенном виде;

$G_{\text{дес.}}$ - масса газа, выделившегося из термальной воды путем десорбции.

Как правило, в термальной воде может содержаться до 5% массы газа. Тогда:

$$G_2 = Z \cdot G_{\text{воды}} \quad (17)$$

Подставляя (16) в (15), получим:

$$\eta = \frac{Z \cdot G_{\text{воды}} - G_{\text{дес.}}}{Z \cdot G_{\text{воды}}} \cdot 100\% \quad (18)$$

где: z - концентрация газов в термальной воде.

Количество газа, которое выделится из термальной воды в процессе десорбции, зависит от растворимости газа, состава газов и воды, температуры воды, скорости потока воды и диаметра капель, разности парциальных давлений газов при полном насыщении и при данных условиях.

В соответствии со свойствами газов и термальных вод рассчитываем критерий Вебера и определяем максимальный диаметр капель. По расходу воды и диаметру капель определяем объем одной капли и количество капель:

$$n = \frac{G_{\text{воды}}}{\frac{\pi d^3}{6} \cdot \rho_{\text{ж}}} \quad (19)$$

где: $G_{\text{воды}}$ - масса термальной воды;

d - диаметр капель;

$\rho_{\text{ж}}$ - плотность воды (жидкости).

Рассчитываем площадь поверхности капель:

$$F = n \cdot f \quad (20)$$

где: f - площадь поверхности одной капли диаметром d .

Количество газа, которое может выделяться из воды путем десорбции в рабочей камере МВТП, равно:

$$G_1 = k_{gi} P_{i\text{МВТП}} \quad (21)$$

G_1 - количество i -го газа, выделившегося в рабочей камере МВТП ;

K_{Gi} -коэффициент растворимости газа;

P_i - парциальное давление i -й примеси в газовой фазе, находящейся в равновесии с раствором, Па или атм.

Количество газа, которое может выделяться из воды в бункере, равно:

$$G_2 = k_{gi} P_{i\text{мод}} \quad (22)$$

Общее количество газа, выделившегося при делении потока на струи и капли в МВТП и в модулях, будет равно:

$$G = G_1 + G_2 \quad (23)$$

Проверку расчетов следует проводить путем сравнения требуемой площади поверхности капель с расчетной площадью поверхности капель в рабочих камерах МВТП и модулей или в рабочей камере ВТП.

Для расчета критериев Вебера, Рейнольдса необходимо знать скорости потоков жидкости и газа в рабочей камере ВТП, МВТП и модуля, в бункере модуля ВТП, а также в сепарационной камере ВТП и модулей.

Используя методики [5, 6], представим движение жидкости в рабочей камере и в бункере МВТП, ВТП и модуля, как вращение жидкости над неподвижным основанием, а движение закрученных потоков газа, как движение газа вблизи вращающегося диска. Течение газа заменим условным течением газа вблизи вращающегося диска. Выполненные расчеты распределения скоростей жидкости и газа вдоль радиусов и по высоте рабочей камеры, бункера и сепарационной камеры наглядно можно представлять в виде графиков. На рис.2, как пример, показан график распределения относительной радиальной составляющей скорости вдоль относительного радиуса рабочей камеры.

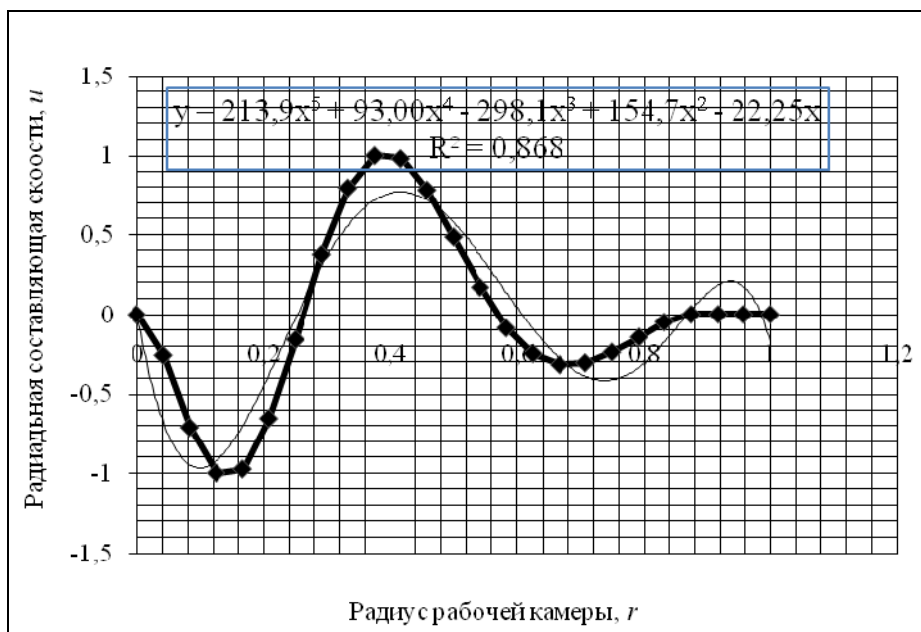


Рис. 2. График зависимости радиальной составляющей скорости жидкости от радиуса рабочей камеры

Анализ графиков показал, что принятая модель течения жидкости и газа в элементах конструкции МВТП соответствует физической картине течений, наблюдаемых в прозрачной модели аппарата.

В приосевой зоне бункера радиальная составляющая скорости потока имеет минимальное значение и направлена в сторону оси аппарата.

В пристеночной зоне бункера веерный поток жидкости возвращается из рабочей камеры, поэтому радиальная составляющая скорости направлена также в сторону оси. Максимальное значение относительной радиальной составляющей скорости $\bar{u}$ в бункере имеет место при $\bar{r} = 0,92$.

В пределах $0,45 < \bar{r} < 0,75$ относительная радиальная составляющая скорости направлена в сторону от оси к корпусу бункера.

Аппроксимация графика (см. рис.3) с помощью многочленного полинома позволила получить формулу для расчета $\bar{u}$:

$$\bar{U} = 213,9 \bar{r}^5 + 93,00 \bar{r}^4 - 298,1 \bar{r}^3 + 154,7 \bar{r}^2 - 22,25 \bar{r} \quad (24)$$

Относительная тангенциальная (окружная) составляющая скорости жидкости в бункере увеличивается по мере увеличения радиуса. При относительном радиусе

$\bar{r} = 0,82, \bar{v} = 1,0$; а при $\bar{r} > 0,82$ значение $\bar{v}$ уменьшается за счет увеличения массы жидкости и за счет трения о стенки бункера.

Относительная осевая скорость потока жидкости в пределах $0 < \bar{r} < 0,75$, в основном, направлена в сторону рабочей камеры. При $\bar{r} > 0,75$ из рабочей камеры жидкость стекает (сбрасывается) в бункер, поэтому осевая составляющая скорости направлена в сторону бункера.

Характер течения жидкости в рабочей камере соответствует физическому смыслу процесса очистки жидкости путем десорбции газа в центробежном аппарате.

Характер течения газа в элементах конструкции ВТП, МВТП и модулях представлен в виде графиков. Аппроксимация графиков $u = f(\bar{r}), v = f(\bar{r}), w = f(\bar{r})$ позволяет получить эмпирические зависимости для расчета реальных значений составляющих скорости. Формулы для расчёта составляющих скорости потоков газа в рабочей и сепарационной камерах, а также в бункере аппаратов, следующие:

$$u = r\omega F(\xi) \quad (25)$$

$$v = r\omega G(\xi) \quad (26)$$

$$w = \sqrt{v\omega} H(\xi) \quad (27)$$

На основании проведенных исследований установлены закономерности распределения составляющих скорости потока жидкости в конструкции ВТП, МВТП и модулей, которые используются для очистки жидкости от газообразных примесей. Получены эмпирические зависимости для расчета составляющих скорости потоков жидкости и газа, расчета сопротивления и эффективности десорбции газов.

1. Пат. 2001010158 Украина. Апарат комплексного очищення газу мокрим способом / Шушляков А.В., Пранцуз О.С., Шушляков Д.А., Кукса А.Н. надр. 09.01.2001.

2. Шушляков А.В., Пранцуз О.С. Производственные исследования аппаратов комплексной очистки газов от композиционных примесей //Науковий вісник будівництва. – 2003. – Вип.24. – С. 191-200.

3. Шушляков А.В., Пранцуз О.С. Очистка воздуха от композиционных примесей // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Наукові праці КДПУ. 2001. – вип. 2(11). – С. 401-404.

4. Борисов А.А., Гельфанд Б.Е., Натанзон М.С., Коссов О.М. О режимах дробления капель и критериях их существования // ИФЖ. – 1981. – т. XXXX, – №1, – С. 64-70.

5. Шлихтинг Г., Лойцянский Л.Г. Теория пограничного слоя. – М.: 1974, – 712 с.

6. Bödewadt U.T. Die Dreshströmung über festem Grund // ZAMM 20, (1940) P. 241-253.

О.В. Шушляков, Є.В. Кришталь

АЕРОДИНАМІКА ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВИХРОВИХ ДЕСОРБЕРІВ

Вивчена аеродинаміка мультивихрового турбулентного промивача та очистка термальної води від домішок пожежо- та вибухонебезпечних домішок. Виконані розрахунки розподілу швидкостей рідини та газу вздовж радіусу та висоти робочої камери, бункеру та сепараційної камери. Наведені формули для розрахунку ефективності десорбції газів з термальної води.

O.V. Shyshlyakov, K.V. Krishtal

AERODYNAMICS AND EFFICIENCY WORK OF VORTICAL PURIFIER

Aerodynamics of the multivortical turbulent device and clearing of thermal water of impurity of fire-dangerous and explosive gases is investigated. Calculations of distribution of speeds of a liquid and gas along radiuses and on height of the working chamber, the bunker are executed and separation chambers are presented in the form of schedules. Efficiency of desorded gases from thermal water is calculated.

Н.М. ДЕРБАСОВА, М.М. ДИВИЗИНЮК

*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,
г. Севастополь*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БИОДЕСТРУКЦИИ ГЕКСОГЕН И ТРИНИТРОТОЛУОЛ СОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

Разработана математическая модель для микробиологического этапа работы, отражающая зависимость сроков проведения процесса от степени загрязнения компоста взрывчатым веществом. Доказано, что главным условием применения математической модели микробиологического этапа является постоянство концентраций микроорганизмов в перерабатываемом субстрате.

Введение

Одним из путей решения актуальной для Украины проблемы утилизации гексоген и тринитротолуол содержащих веществ является использование биотехнологии, достоинства которой заключаются в возможности утилизации широкого спектра органических и неорганических веществ, относительно невысоких эксплуатационных расходах и обеспечении экологической безопасности.

Для решения задачи повышения эффективности биодеструкции тринитротолуола и гексогена большое значение имеет моделирование процесса утилизации данных веществ. Прогнозирование процесса позволяет правильно оценить условия и сроки биодеструкции тринитротолуола и гексогена, а также определить эффективность применяемого метода и принять решение об его усовершенствовании.

Динамика роста микроорганизмов в компосте является многофакторным процессом, зависящим от концентрации клеток в системе, времени деления клеток бактерий, наличия питательных веществ, температуры, влажности, pH и других факторов.

Постановка цели и задач исследования

Цель данной работы – разработать математическую модель для микробиологического этапа работы, отражающую связь сроков проведения процесса в зависимости от степени загрязнения компоста ВВ.

Научная задача исследования, исходя из актуальности и практического значения работы, состоит в разработке научно-методического аппарата оценки эффективности и продолжительности процесса биодеструкции гексоген и тринитротолуол содержащих веществ.

Утилизация тринитротолуола и гексогена проводилась в два этапа [1]. На микробиологическом этапе готовилась смесь, содержащая тринитротолуол или гексоген с добавлением компоста, содержащего бактерии. Биодеструкция тринитротолуола и гексогена осуществлялась за счет переработки его бактериями. Компост тщательно перемешивался, поэтому с большой вероятностью можно считать, что содержание бактерий в единице объема в начальный момент любого эксперимента было постоянным. Общее количество бактерий в единице объема компоста примем равным единице.

В первом приближении динамика роста микроорганизмов может быть описана функцией времени в период биодеструкции ВВ.

Определение максимальной скорости роста бактерий

Скорость изменения числа микроорганизмов в режиме его роста (экспоненциальной фазе) линейно связана с концентрацией клеток в системе и зависит от наличия питательных веществ, температуры, влажности, pH и других факторов. Считаем, что для роста бактерий созданы идеальные условия и известно время T деления клеток бактерий.

Динамика изменения концентрации бактериальных клеток ΔN в компосте определяется удельной скоростью роста культуры μ (бактерий/час). Тогда за время Δt число бактерий будет:

$$\Delta N = \mu \cdot N \cdot \Delta t. \quad (1)$$

где: N – кол-во бактерий в момент времени t .

Дифференцируя и преобразуя (1), получим

$$\frac{dN}{dt} = \mu \cdot N \text{ (бактерий / час)}. \quad (2)$$

После интегрирования данного уравнения при начальных условиях: $t = 0$, $N(0) = n_0$, получаем, что:

$$N = n_0 \cdot e^{\mu \cdot t} \quad (3)$$

Так как за время T число бактерий удваивается, в таком случае, данное уравнение принимает вид:

$$2n_0 = n_0 \cdot e^{\mu \cdot T} \quad (4)$$

После логарифмирования получим: $\mu = \frac{\ln 2}{T}$. Таким образом, предельная максимальная скорость роста бактериальной культуры ($\mu_{\max}$), характеризующая время удвоения биомассы, равна:

$$\mu_{\max} = \frac{\ln 2}{T}, \quad (5)$$

Если питательных веществ неограниченное количество, то число бактерий будет неограниченно возрастать, что хорошо иллюстрируется графиком зависимости роста бактерий от времени (рис. 1.) [2].

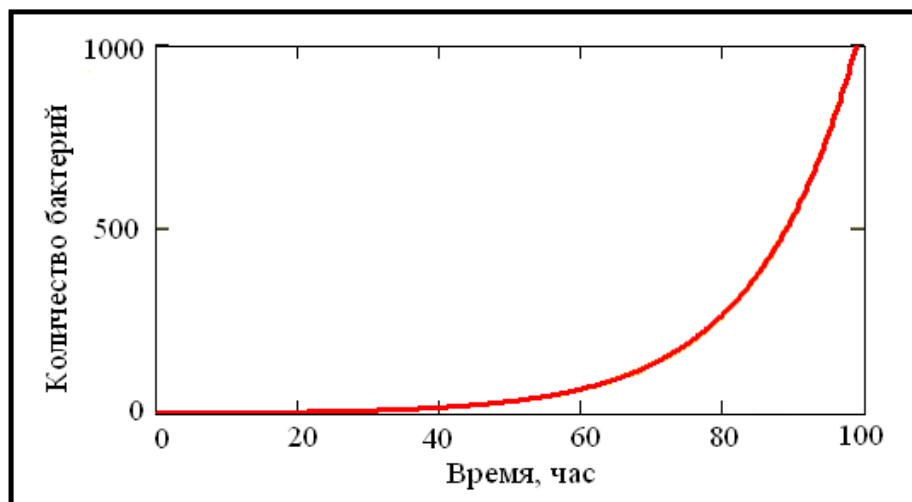


Рис. 1. Рост числа бактерий при неограниченном объеме питательной среды без учета аутоингибирования

Уравнения роста и гибели бактерий в компосте

При достаточном объеме питательных веществ необходимо учитывать, что кроме прироста бактерий происходит и их естественная гибель. Если объем питательных веществ неограничен, то и число погибших микроорганизмов неограниченно растет.

В целом ряде микробиологических производств процессы отмирания и лизиса имеют решающее значение. Под отмиранием понимают переход живых клеток в

нежизнеспособные, т.е. неспособные расти и делиться в благоприятных условиях. Лизис - распад отмерших клеток на органические и неорганические составляющие. Эти процессы особенно существенны при биодеструкции загрязняющих веществ.

Процессы отмирания и лизиса оказывают влияние на рост и развитие популяции микроорганизмов, не только подверженных воздействию вредных факторов, но и растущих в относительно благоприятных условиях. Причем, продукты лизиса, накапливающиеся в среде, угнетающе действуют на рост живых клеток и ускоряют их гибель.

Сами процессы отмирания и лизиса иногда меняют метаболизм живых клеток и приводят их к гибели в результате изменения состава среды (аутоингибирование). Механизм отмирания в результате перекисного окисления мембранных фосфолипидов – один из наиболее общих в живой природе и характерен как для эвкариотических, так и для прокариотических клеток [3].

Исходя из этого, следует, что число погибших бактерий увеличивается за счет аутоингибирования и может оказаться, что в некоторый момент среда будет настолько токсична, что даже при наличии пищи все бактерии погибнут.

Составим уравнение числа погибших бактерий.

Если принять число бактерий в момент времени t равным N , естественную скорость гибели за 1 час равной a , то в этом случае уравнение числа погибших бактерий естественным путем можно представить в виде:

$$\Delta N_p = a \cdot N \cdot \Delta t, \quad (6)$$

где: N_p – число погибших бактерий к моменту времени t .

После дифференцирования и преобразования (6), будем иметь

$$\frac{dN_p}{dt} = a \cdot N, \quad (7)$$

где: N - число бактерий в момент времени t ;

a - естественная скорость гибели бактерий за 1 час.

Исходя из выше изложенного, число бактерий в компосте определяется следующими величинами:

$N \mu$ – приростом бактерий, находящихся в компосте;

$a N$ – числом погибших бактерий естественным путем;

b - скоростью гибели бактерий за счет аутоингибирования ;

$b \cdot N_p$ – числом погибших бактерий за счет аутоингибирования.

Отсюда получаем, что за время Δt прирост числа бактерий определяется в виде:

$$\Delta N = (N \mu - a N - b \cdot N_p) \cdot \Delta t = (N(\mu - a) - b \cdot N_p) \cdot \Delta t \quad (8)$$

или

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = N(\mu - a) - b \cdot N_p. \quad (9)$$

Интегрируя, получаем кинетическое уравнение роста числа бактерий в компосте в единицу времени:

$$\frac{dN}{dt} = N(\mu - a) - b \cdot N_p. \quad (10)$$

За время Δt происходит рост, а также гибель бактерий. Обозначим общее число погибших бактерий суммой из бактерий, погибших естественным путем и за счет отравлений, то есть:

$$\frac{dN_p}{dt} = a \cdot N + b \cdot N_p. \quad (11)$$

Таким образом, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = N(\mu - a) - b \cdot Np, \\ \frac{dNp}{dt} = a \cdot N + b \cdot Np. \end{cases} \quad (12)$$

Уравнение изменения массы ВВ в компосте

Скорость роста бактерий $\mu_{\max}$ возможна в том случае, если созданы идеальные условия для их развития. Учитывая, что период удвоения числа бактерий происходит в течении 5-7 часов, поэтому скорость роста бактерий составляет от 0.8 до 1.1.

Для составления уравнения изменения массы ВВ будем считать, что скорость переработки ВВ бактериями равна w . Независимо от того, какое вещество рассматривается, скорость переработки зависит от массы переработанного ВВ. Введем в рассмотрение коэффициент эффективности в момент времени t . Пусть в момент t масса ВВ равна m , начальная масса ВВ m_0 , конечная масса mk , тогда коэффициент эффективности определяем по формуле

$$k_{\text{эф}} = \frac{m - mk}{m_0}. \quad (13)$$

Очевидно, чем выше этот коэффициент, тем выше скорость поглощения ВВ. Эмпирически получена формула скорости:

$$w(m) = w_0 \left(\frac{m - mk}{m_0} \right)^3, \quad (14)$$

где: m - масса ВВ в момент времени t ,

w_0 - эмпирический коэффициент, зависящий от вида ВВ.

После элементарных преобразований формула скорости переработки ВВ примет вид:

$$w(m) = w_0 \left(\frac{m_0 - mk}{m_0} - \frac{m_0 - m}{m_0} \right)^3. \quad (15)$$

Первое слагаемое – коэффициент эффективности для всего процесса при заданном m_0 . Коэффициент w_0 для тротила равен 0,29, для гексогена – 0,49.

Аппроксимируя коэффициент эффективности для всех опытов, полученных из экспериментальных данных (сплайн - методом кубическими параболоми) и обозначая его $k(m_0)$, уравнение скорости в момент времени t принимает вид:

$$w(m) = w_0 \left(k(m_0) - \frac{m_0 - m}{m_0} \right)^3. \quad (16)$$

Для вывода уравнения изменения массы примем, что в момент времени t масса оставшегося ВВ равна m , количество бактерий N , тогда за время Δt масса уменьшится на величину:

$$\Delta m = -w(t) \cdot N \cdot \Delta t. \quad (17)$$

Следовательно, уравнение изменения массы ВВ будет иметь вид:

$$\frac{dm}{dt} = -w(t) \cdot N. \quad (18)$$

Таким образом, математическая модель микробиологического этапа примет вид системы уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = N(\mu - a) - b \cdot Np, \\ \frac{dNp}{dt} = a \cdot N + b \cdot Np, \\ \frac{dm}{dt} = -w(t) \cdot N. \end{cases} \quad (19)$$

где: N - количество бактерий в момент времени t ;
 μ - удельная скорость роста культуры (бактерий/час);
 a - естественная скорость гибели бактерий за 1 час;
 bNp - число погибших бактерий за счет аутоингибирования;
 $W(t)$ - скорость переработки ВВ в момент времени t .

Коэффициенты, входящие в систему, являются эмпирическими, поэтому их значения определяются из эксперимента путем подборки. Для решения системы (15) в условиях биодеструкции тринитротолуола (ТНТ) имеем:

$W_0=0,29$; $b=0,00122$; $a=0,05 - 0,078$; $\mu=0,1$.

При решении системы методом Рунге-Кутты для различных начальных концентраций тринитротолуола максимальная ошибка численного решения не превосходит 18%. Для гексогена ошибка не превосходит 20% соответственно (рис. 2.).

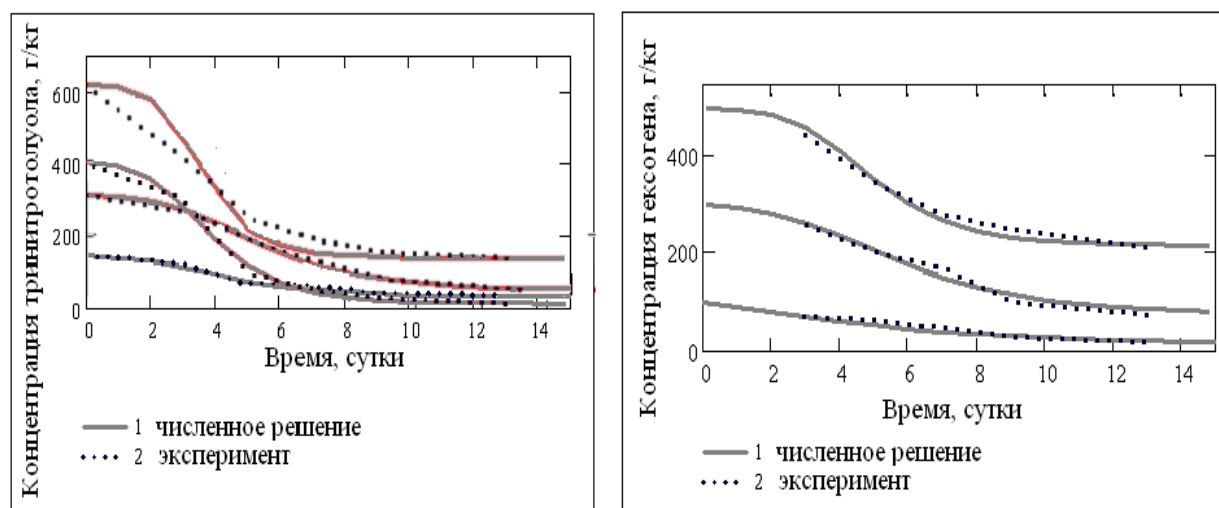


Рис. 2. Динамика изменения концентрации веществ во времени

Таким образом, математическая модель для микробиологического этапа утилизации ТНТ и гексогена хорошо описывает реальный процесс.

Анализируя обработанные результаты исследования и данные решения системы математических уравнений, можно установить, что оптимальное время биодеструкции составляет 13 суток. На 14-е сутки работы микроорганизмов снижается скорость (w) переработки, что подтверждается экспериментальными исследованиями. Снижение переработки тринитротолуола и гексогена объясняется процессом аутоингибирования. Этим обусловлена необходимость проведения второго этапа эксперимента – вермикюльтивирования.

Выводы

1. Показано, что динамика роста микроорганизмов в компосте является многофакторным процессом, зависящим от концентрации клеток в системе, времени деления клеток бактерий, наличия питательных веществ, температуры, влажности, рН и

других факторов. В первом приближении динамика роста микроорганизмов может быть описана функцией времени в период биодеструкции ВВ.

2. Впервые разработана математическая модель для микробиологического этапа работы, отражающая зависимость сроков проведения процесса в зависимости от степени загрязнения компоста ВВ. Анализируя результаты решения системы методом Рунге-Кутты для различных начальных концентраций тринитротолуола и гексогена, выявлено, что после 13 суток непрерывной работы микроорганизмов процесс переработки данных веществ практически отсутствует. Это обстоятельство объясняется явлением аутоингибирования и показывает, что реализация микробиологического этапа не является достаточной для доведения концентрации ЗВ до ПДК и необходимо проведение второго этапа – вермикюльтивирования.

3. Доказано, что главным условием применения математической модели микробиологического этапа является постоянство концентраций микроорганизмов в перерабатываемом субстрате. Модель обеспечивает учет основных параметров биотехнологического процесса, в частности, количества бактерий в момент времени t ; удельной скорости роста культуры $\mu = 0,1$ (бактерий/час); естественной скорости гибели бактерий за 1 час, равной $0,05 - 0,078$; bN_p - числа погибших бактерий за счет аутоингибирования, $b = 0,00122$; скорости переработки тринитротолуола в момент времени t , $W(t) = 0,29$.

Из результатов решения системы видно, что максимальная ошибка численного решения для тринитротолуола не превосходит 18%, для гексогена – 20 % соответственно. Таким образом, математическая модель для микробиологического этапа утилизации ТНТ и гексогена хорошо описывает реальный процесс биодеструкции веществ.

1. Дербасова Н.М., Гавриш М.В. / Утилизация взрывчатых веществ с использованием биотехнологии // Збірник наукових праць СНУАЕтаП. - Севастополь: СНУАЕтаП, 2005. – вип. 16. – С. 110 - 113.

2. Варфоломеев С. Д., Гуревич К.Г. Биокинетика: практический курс – М.: ФАИР – ПРЕСС, 1999. – 547 с.

3. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологических продукционных процессов: учеб. пос. – М.: Изд. – МГУ, 1993. – 226 с.

Н.М. Дербасова, М.М. Дівізінюк

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ БІОДЕСТРУКЦІЇ РЕЧОВИН З ВМІСТОМ ГЕКСОГЕНУ ТА ТРИНІТРОТОЛУОЛУ

Розроблено математичну модель для мікробіологічного етапу роботи, яка відображає залежність термінів проведення процесу від ступеня забруднення компосту вибуховою речовиною. Доведено, що головною умовою застосування математичної моделі мікробіологічного етапу є сталість концентрацій мікроорганізмів у перероблюваному субстраті.

N.M. Derbasova, M.M. Diviziniuk

MATHEMATICAL MODEL OF BIODEGRADATION OF HEXOGEN AND TRINITROTOLUENE CONTAINING SUBSTANCES

A mathematical model for microbiological phase of work, reflecting the dependence of the process' carrying out terms depending on the degree of pollution of compost by explosive is developed. It is proved, that the main condition for application of a mathematical model of microbiological stage is the constancy of the concentration of microorganisms in the processed substrate.

А.В. ШУШЛЯКОВ¹, Д.А. ШУШЛЯКОВ¹, Л.В. КИРИЧЕНКО¹, Н.И. ПРОСКУРНЯ²

¹Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, г. Харьков

²Полтавский национальный технический университет им. Ю. Кондратюка, г. Полтава

АППАРАТЫ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ И ОРАШАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ ОТ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Исследована аэродинамика мультивихревого турбулентного аппарата для очистки термальной воды от взвешенных примесей и газов. Выполнены расчеты распределения скоростей жидкости и газа вдоль радиусов и по высоте рабочей камеры, бункера и сепарационной камеры. Рассчитана эффективность десорбции газов из термальной воды.

В газах, удаляемых от технологического оборудования, как правило, содержатся примеси загрязняющих веществ техногенного, микробиологического, растительного, животного и минерального происхождения (композиционные примеси), которые могут отличаться свойствами, агрегатным состоянием и концентрациями. Перед выбросом в атмосферу газы подвергаются очистке от этих примесей комплексным способом, с помощью сухих или мокрых аппаратов [1].

Схема аппарата для комплексной сухой очистки газа представлена на рис. 1, а принцип работы газоочистной установки (ГОУ) и характеристики аппарата приведены в работах [1, 2].

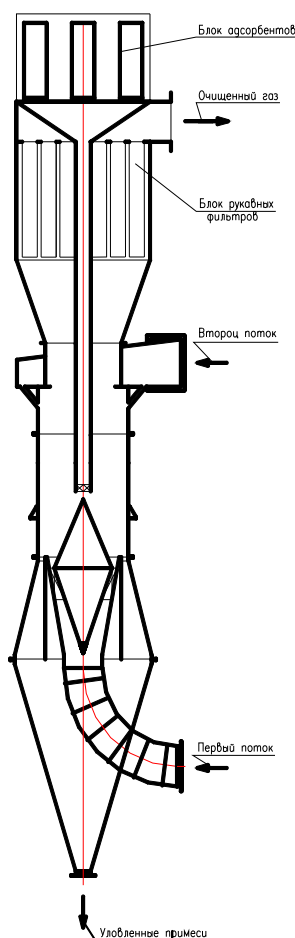


Рис. 1. Пылеуловитель вихревой с центральной трубой для комплексной очистки газа сухим способом

При комплексной очистке газов с использованием воды из оборудования ГОУ удаляется вода с уловленными примесями, которую тоже необходимо очищать. Так как очистка воды от загрязняющих веществ представляет собой энергоемкий процесс, который требует специального оборудования и затрат ручного труда, то целесообразно применять для очистки газа мокрым способом такое оборудование, в котором одновременно производилась бы очистка газа и жидкости.

В настоящее время для комплексной мокрой очистки газа используются вихревые турбулентные промыватели (ВТП) [3, 4], которые внедрены на многих предприятиях и показали высокую эффективность и надежность в работе. Так, при очистке аспирационного воздуха, удаляемого от оборудования подготовки табака, ВТП улавливают взвешенные примеси с эффективностью 99,8%, а водорастворимые газы – с эффективностью 96%-97% [5]. При этом расход орошающей воды по сравнению со скрубберами Вентури меньше на порядок. На очистку 20000 м³/час аспирационного воздуха в холодный период года расходуется 1,0 м³/в смену воды, а в теплый период – 2 м³/в смену.

С целью расширения применения ВТП на других предприятиях для очистки газов от нерастворимых в воде газов была предложена конструкция вихревого турбулентного промывателя с ионизатором газа (ВТПИ), а вместо воды предложено использовать абсорбенты. Такая конструкция аппаратов позволяет улавливать взвешенные, паро- и газообразные примеси, а также адсорбировать запахи. Известно, что озон является сильным окислителем, способным окислить опасные примеси до соответствующих кислот, поэтому метод обезвреживания газов и жидкости с помощью озонирования широко применяется на производстве. Схема ВТПИ показана на рис.2.

Принцип работы ВТПИ отличается от ВТП тем, что за счет ионизации газа происходит адсорбция ионов и более активное взаимодействие молекул разных газов, их окисление, при этом изменяются состав и свойства газов, уменьшается их негативное влияние на биологические объекты.

Недостатком этих аппаратов является то, что удаляемая из аппаратов вода содержит все уловленные примеси загрязняющих веществ и ее тоже необходимо очищать.

Для того чтобы одновременно очищать газы и орошающую жидкость от композиционных примесей загрязняющих веществ, кроме сухого, мокрого и электрического способов очистки, необходимо еще использовать комплекс высокоинтенсивных физических факторов. К таким факторам относится использование импульсного коронного разряда с расширенной зоной ионизации (ИКРРЗИ). Коронный разряд воздействует на очищаемые газы и жидкость сильными импульсными электрическим и магнитным полями, плазмой разряда, содержащей электроны с электронной температурой, превышающей температуру тяжелых частиц (атомов и ионов), протоны, гидроксильные радикалы ОН, атомарный кислород, молекулы кислорода и другие частицы [6]. Коронные разряды формируют широкополосное излучение, в спектре которых есть ультрафиолетовое и более короткие излучения. За счет того, что электронная температура может превышать 10эВ, молекулы загрязняющих веществ могут быть разбиты прямым электронным ударом [7].

Наиболее эффективная очистка газа и воды от опасных примесей достигается при воздействии ИКРРЗИ на смесь газа и капельной жидкости или на поверхность жидкости, так как при этом возникают цепные реакции, обусловленные влиянием гидроксильных радикалов из озонгидроксильной смеси [6, 7]. Именно такие условия создаются в объеме ВТПКР, где в потоке газов и капельной жидкости происходит слияние и деление капель и постоянное обновление поверхности контакта жидкости, а значит, газы и жидкость будут подвергаться всестороннему воздействию всех перечисленных факторов ИКРРЗИ. Схема вихревого турбулентного промывателя с устройством для генерации коронных электрических разрядов (ВТПКР) показана на рис. 3.

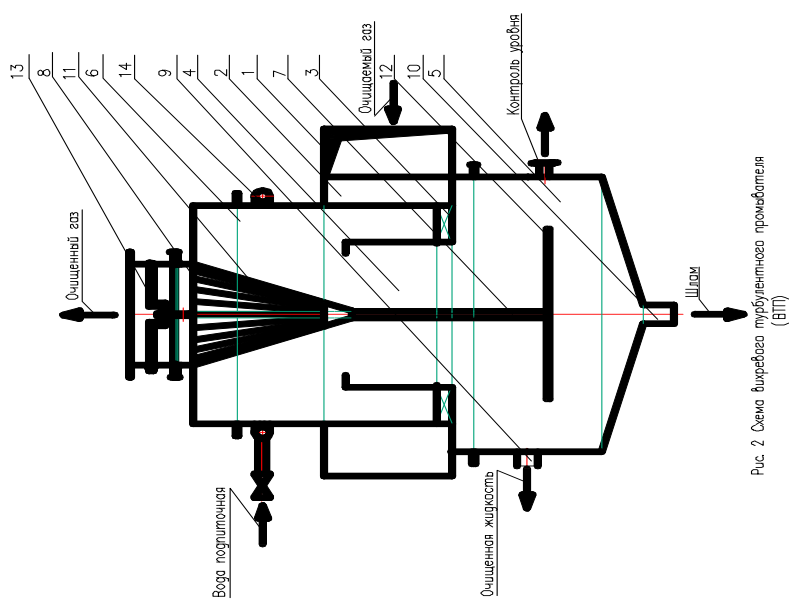


Рис. 2. Схема вихревого турбулентного промывателя (ВТ)

1. Патрубок очищаемого газа; 2. Распределительная камера; 3. Заборник; 4. Рабочая камера; 5. Бункер; 6. Сепарационная камера; 7. Шток для поворота диска; 8, 9, 10. Патрубки очищаемого газа, вода, удаления шлама; 11. Коллекулатор; 12. Диск; 13. Подъемное устройство.

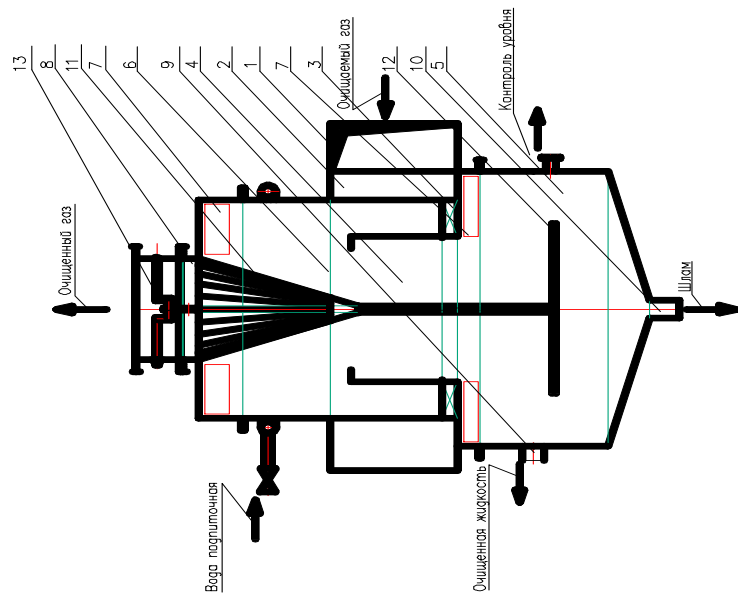


Рис. 2. Схема вихревого турбулентного промывателя с изолятором очищаемого газа (ВТИ)

1. Патрубок очищаемого газа; 2. Распределительная камера; 3. Заборник; 4. Рабочая камера; 5. Бункер; 6. Сепарационная камера; 7. Генератор коронарных разрядов; 8, 9, 10. Патрубки очищаемого газа, вода, удаления шлама; 11. Коллекулатор; 12. Диск со шпоном; 13. Подъемное устройство.

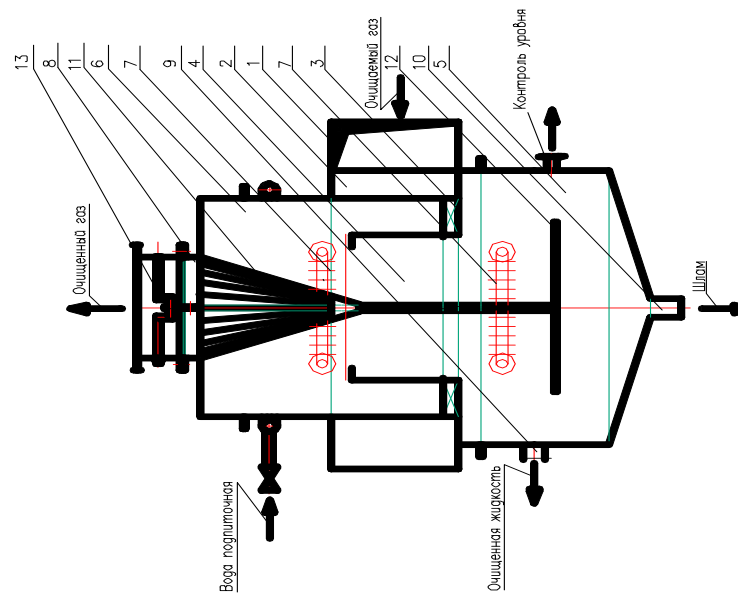


Рис. 4. Схема вихревого турбулентного промывателя с устройством для генерации коронарных разрядов (ВПКР)

1. Патрубок очищаемого газа; 2. Распределительная камера; 3. Заборник; 4. Рабочая камера; 5. Бункер; 6. Сепарационная камера; 7. Генератор коронарных разрядов; 8, 9, 10. Патрубки очищаемого газа, вода, удаления шлама; 11. Коллекулатор; 12. Диск со шпоном; 13. Подъемное устройство.

Опыты очистки воды от сернистого ангидрида, оксидов углерода, бензола, толуола, фенола, ацетона и диоксинов подтвердили, что использование ИКРРЗИ в ВТПКР обеспечивает комплексную высокоэффективную очистку воды от перечисленных примесей [6].

Принцип работы ВТПКР заключается в следующем: поток очищаемого газа поступает в аппарат через патрубок 1 и по распределительной камере переменного сечения 2 равномерно подводится к каналам завихрителя 3. Закрученный в каналах завихрителя 3 поток газа поступает в рабочую камеру 4 и вращается над неподвижной поверхностью воды, предварительно залитой в бункер 5. Под действием центробежных сил верхний слой жидкости сдвигается в приосевую зону бункера и выносится потоком газа в рабочую камеру 4. За счет аэродинамических и инерционных сил жидкость дробится на капли размером 20-60 мкм, которые центробежными силами отбрасываются к стенкам рабочей камеры 4, но отжимаются от стенок потоком очищаемого газа, который вытекает из завихрителя 3. Таким образом, в рабочей камере 4 образуется цилиндрическая вращающаяся капельнозернистая поверхность, через которую фильтруется очищаемый газ. По мере накопления жидкости в рабочей камере часть ее вместе с уловленными примесями сбрасывается в бункер 5, обеспечивая многократную циркуляцию жидкости (из бункера – в рабочую камеру – и снова в бункер) и интенсивное орошение очищаемого газа.

В приосевой зоне, ниже рабочей камеры и выше поверхности воды в бункере 5, а также над рабочей камерой 4 (в сепарационной камере 6) крепятся неподвижно устройства 7, с помощью которых генерируются коронные разряды.

Частота коронных разрядов составляет 10^7 разрядов в секунду. Молекулы в потоках газа и капельной жидкости в объеме аппарата, а также в слое жидкости глубиной не менее 100 мм в бункере, подвергаются воздействию комплекса факторов, обусловленных действием коронных разрядов. Молекулы паро – и газообразных загрязняющих веществ под действием коронных разрядов диссоциируются, а затем восстанавливаются, образуя вещества не опасные для здоровья. Техногенные взвешенные примеси более активно вступают в реакции, образуют укрупненные конгломераты и выпадают в осадок, а грибки, бактерии и вирусы полностью инактивируются. Ионам тяжелых металлов также сообщается дополнительная энергия, что способствует образованию более крупных частиц, которые выпадают в осадок. Экспериментальные исследования очистки загрязненной воды [6] с использованием коронных разрядов показали, что эффективность удаления тяжелых металлов из воды составляет примерно 80%. Очищенный газ из ВТПКР удаляется через патрубок 8, а вода и шлам, соответственно, через патрубки 9 и 10.

Механизм взаимодействия примесей в газах и жидкостях под воздействием коронных разрядов еще глубоко не изучен, но результаты экспериментальных исследований позволяют утверждать, что ВТПКР являются новым поколением оборудования, с помощью которого могут решаться отдельные экологические проблемы.

В настоящее время на промышленных предприятиях внедрены вихревые турбулентные промыватели производительностью 12000 м³/час очищаемого газа [8, 9]. Увеличение производительности аппаратов приводит к непропорциональному росту сопротивления для прохода газа, что приводит к увеличению энергозатрат. С целью уменьшения сопротивления аппаратов ВТП, ВТПИ и ВТПКР при увеличении объемов очищаемого газа была предложена конструкции мультивихревых аппаратов: МВТП, МВТПИ, МВТПКР [9]. Особенностью таких аппаратов является то, что в одном корпусе монтируются по параллельной схеме несколько модулей вихревых аппаратов. Общая производительность по очищаемому газу при этом увеличивается пропорционально числу модулей, а сопротивление мультивихревого аппарата по сравнению с одним ВТП изменяется незначительно.

Перечисленные аппараты могут использоваться также для удаления газов из воды. Это особенно важно при использовании ВТП для удаления из воды горючих или агрессивных газов при подготовке термальной воды (десорбции) в котельных на ТЭЦ и на других объектах. Процесс десорбции газов в основном зависит от размеров капель и температуры жидкости, при этом степень диспергации жидкости является определяющим фактором, который зависит от скорости потоков жидкости и газов.

Зависимость размеров капель от свойств жидкости и скорости потока можно представить в виде критерия Вебера [9]:

$$W = \frac{\rho v^2 d}{2\sigma} \quad (1)$$

где: ρ - плотность жидкости; v, d - скорость и размер капли; σ - сила поверхностного натяжения.

Дробление жидкости на капли и крупных капель на более мелкие капли может протекать простым делением на целое число капель или «со сдиром», с образованием мелких капель и пленки жидкости, либо в виде «взрывного кипения», когда кипение происходит во всем объеме жидкости, а после взрыва образуется много капель разных размеров. Дробление жидкости на капли характеризуется произведением критериев Рейнольдса и Вебера: ReW .

Режим взрывного кипения капель может быть обусловлен неустойчивостью Рэлея-Ламба-Тэйлора поверхности капли с наветренной стороны. Темп развития такой неустойчивости связан с ускорением капли. Критерием, характеризующим режим взрывного кипения, является число Бонда [10].

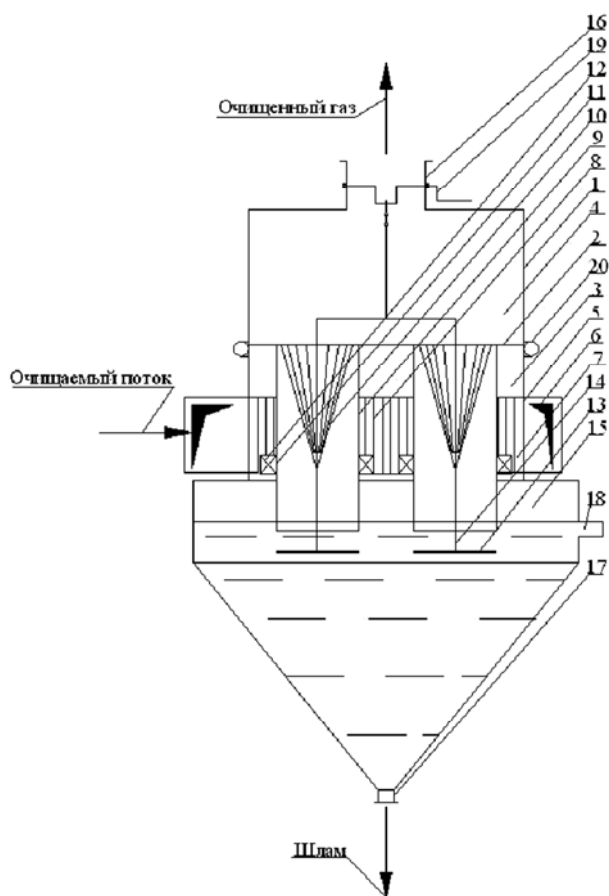


Рис. 4. Мультивихревой турбулентный промыватель (МВТП)

1. Корпус МВТП; 2. Горизонтальная перегородка; 3. Нижняя камера; 4. Верхняя камера; 5. Отверстие в корпусе нижней камеры; 6. Распределительная камера; 7. Лопатки завихрителя МВТП; 8. Завихритель МВТП; 9. Модуль; 10. Каплеотделитель; 11. Отверстие в корпусе модуля; 12. Завихритель модуля; 13. Диск; 14. Шток; 15. Бункер; 16. Патрубок для удаления, очищенного газа; 17. Патрубок для удаления шлама; 18. Патрубок для слива воды; 19. Устройство для подъема диска со штоком; 20. Коллектор воды.

$$B = a\rho f d^2 \sigma \geq B^* \quad (2)$$

где: a – ускорение; f , d – площадь и размер капли; $B^*=5 \cdot 10^3$ – критическое число Бонда.

В зависимости от значений ReW и B можно выделить три режима дробления капель:

При	$4 \leq W \leq 20$	
	$0.1 \leq Re^{-0.5} W \leq 0.8$	дробление без «здира»;
При	$10 \leq W \leq 10^4$	
	$0.5 \leq Re^{-0.5} W \leq 10$	дробление со «здиrom»;
При	$10^3 \leq W \leq 10^5$	
	$10 \leq Re^{-0.5} W \leq 10^2$	дробление взрывное;

Зависимость размеров капель от скорости капельнозернистого потока в рабочей камере вихревых турбулентных промывателей можно представить в виде эмпирической зависимости:

$$d = -426.4V^3 + 1087V^2 + 961V + 327,0 \quad (3)$$

где: V – скорость жидкости.

За счет дробления капель увеличивается площадь поверхности тепломассообмена, что существенно повышает эффективность комплексной очистки газа или десорбции газообразных примесей из воды. Расход жидкости, циркулирующей (бункер – рабочая камера – бункер) в аппарате, регулируется с помощью диска 12, который имеет возможность вертикального перемещения.

Для предотвращения выноса капельной жидкости из аппаратов в сепарационной камере монтируется неподвижно конусный каплеотделитель 11. Взвешенные примеси из шлама отделяются с помощью гидроциклона. Вода, с остатками примесей, после гидроциклона направляется в сборный бак для доочистки и повторного использования.

Проведенные исследования подтвердили: чем больше компонентов загрязняющих веществ содержится в воздухе и в воде, тем больше способов и методов необходимо использовать одновременно в одном аппарате для обеспечения высокоэффективной комплексной очистки газа и воды.

1. Пат. 29941А В01Д53/34-53/36 Україна. Апарат для комплексної очистки газу. Шушляков О.В., Шило В.В., Харитонов В.С., Шушляков Д.О. Бюл.№6,11, 15.11.2000.

2. Шушляков А.В. Массообмен в рабочей камере модуля аппарата комплексной очистки газа // Науковий вісник будівництва. – Харків:ХДТУБА. – 1998. – С.101-107.

3. Шушляков А.В., Пранцуз О.С. Очистка воздуха от композиционных примесей // Науч. тр. КГПУ. Кременчук. –2001. вип. 2(11). – С.401-405.

4. Шушляков А.В. Проскурня Н.И., Кравцова Е.Л. Повышение эффективности очистки газов перед выбросом их в атмосферу // Проблемы создания новых машин и технологий. Науч. тр. КГПУ. Кременчук, 2001. вип. 1(10) С.546-549.

5. Шушляков О.В., Проскурня М.И. Вплив тютюнового виробництва на навколишнє середовище і обладнання, що забезпечує його ефективне зниження // Захист довкілля від антропогенного навантаження. Зб. наук. праць Харків. –Кременчук, 2002. № 1 – С. 5-11.

6. Бойко Н.И. Высоковольтные импульсные электротехнологии очистки и обеззараживания воды и газовых выбросов // Вода и экология. Очистка и обеззараживания сточных вод, 2001. №1, – С.60-72.

7. Пискарев И.М., Спиров Г.М. Очистка воды в открытых водоемах за счет цепных реакций, инициированных гидроксильными радикалами / Высокоинтенсивные физические факторы в биологии, медицине, сельском хозяйстве и экологии. Тр. межд. конф./ Под ред.. В.Д. Селемира, Г.М. Спирина, В.Н. Карелина.-Саров:РФЯЦ-ВНИИЭФ,2005. – С. 338-345.

8. Шушляков О.В. Зниження втрат енергії на очистку газів, які видаляються від електродугових сталеливарних пічей// Захист довкілля від антропогенного навантаження. Київ – Кременчук – Харків. 2006. вип.12(14). –с.141-146.

9. Шушляков О.В., Бойко М.І., Шушляков Д.О. Паламарчук О.Ю.,Кириченко Л.В., Овчаренко С.В. Вихровий турбулентний промивач з іонізатором . Патент України.

10. Борисов А.А., Гельфанд Б.Е., Натанзон М.С., Косов О.М. О режимах дробления капель и критериях их существования. ИФЖ 1981, т.40, №1, С.64-70.

О.В. Шушляков, Д.О. Шушляков, Л.В. Кириченко, М.І. Проскурня

**АПАРАТИ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЧИЩІСТКИ ГАЗІВ І ЗРОШУЮЧИХ РІДИН
ВІД КОМПОЗИЦІЙНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН**

Досліджена аеродинаміка мультівихрового турбулентного промивача для очистки термальної води від зважених домішок та газів. Виконані розрахунки розподілу швидкостей рідини та газу вздовж радіусів та по висоті робочої камери, бункера та сепараційної камери. Розрахована ефективність десорбції газів з термальної води.

A.V. Shushlyakov, D.A. Shushlyakov, L.V. Kirichenko, N.I. Proskurnia

**DEVICES FOR COMPREHENSIVE TREATMENT OF GASES AND IRRIGATING
LIQUIDS FROM COMPOSITE CONTAMINATED SUBSTANCES**

Aerodynamics of the multivortex turbulent washer device for thermal water clearing of the suspended impurities and gases is investigated. The calculations of liquid and gas speeds distribution along radiuses and on height of the working chamber, the bunker and separation chambers are executed. Efficiency of extraction gases from thermal water is calculated.

В.Д. ШИЯН¹, О.В. ФАРРАХОВ²¹Академія внутрішніх справ, м. Київ²Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, м. Київ**АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ТЕХНІЧНОГО ПРИКРИТТЯ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ**

Стаття присвячена проблемам розробки і застосування автоматизованої вимірювальної системи діагностики та оперативного розкриття злочинів викрадення вуглеводнів з магістральних трубопроводів. Виявлення інформаційно-вимірювальною системою місць порушення цілісності стінок труб дозволяє попереджувати та запобігати аваріям на трубопроводному транспорті, що є складною науково-технічною проблемою забезпечення живучості систем паливно-енергетичного комплексу України в інтересах цивільної оборони, сталого розвитку держави, екологічного імперативу.

Нині однією з основних стратегічних проблем національної безпеки держави є забезпечення потреб економіки енергоресурсами в поєднанні з захистом навколишнього природного середовища від шкідливого впливу небезпечних чинників паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), зокрема, нафтопромислового виробництва та транспортування вуглеводнів. Економіка України прагне інтеграції у світову економічну систему, що потребує доведення національних стандартів сфери виробництва та безпеки до рівня високорозвинених країн Європи [1, 20]. Нормативно встановлений рівень безпеки на виробництві в Україні складає 1×10^{-6} [13–16], що не відповідає реальним показникам допустимого ризику. Наприклад, ймовірність відмов трубопроводного транспорту складає $p = 4,26 \times 10^{-4}$, а регламентовані втрати нафтопродуктів на Західно-європейських трубопроводах (за станом на 1990 р.) складали $0,29 \times 10^{-5} \text{ м}^3 \text{Па/с}$ [17, 23]. Суттєве зниження надійності та підвищення рівня екологічного ризику, економічних збитків пов'язано як з порушенням вимог безпеки проектування, будівництва, випробувань [2–4, 15], так і вимог експлуатації [5, 13, 16] магістральних трубопроводів (МТ), що відпрацювали 1,5–2,5 ресурси. Крім того, вказане може бути наслідком можливих аварій, злочинних дій, пов'язаних з несанкціонованим підключенням відводів до трубопроводів, з метою викрадення вуглеводнів, що є причинами техногенних аварій. Останнє межує з диверсійною діяльністю (Ст. 113 ККУ) щодо порушення конструктивної надійності та стійкості стратегічно важливих об'єктів і пов'язано з відсутністю охорони об'єктів частинами внутрішніх військ [18, 27]. На рис. 1 показана структура підрозділів охорони МТ в НАК «Нафтогаз України» у 2004 р. Аналіз ситуації з охороною МТ свідчить, що тільки 10% охоронних структур належать МВС. Інші 90 % охоронних структур є приватними, відомчими, такими, що не гарантують безпеку трубопроводів. Аналогічна ситуація склалася з охороною банківських структур, яка показує, що велика кількість пограбувань банків є не розкритими.

Причиною зняття спеціалізованої охорони внутрішніх військ з вказаних об'єктів є відмова власників сплачувати за послуги охоронним структурам. Власники підприємств вважають, що економічно вигідніше мати втрати до 12–15% прибутку (продукції), ніж розповсюджувати інформацію про злочини у даній сфері та фінансувати заходи безпеки. Таким чином, практично система безпеки МТ залишились без охорони, віч-на-віч зі злочинцями.

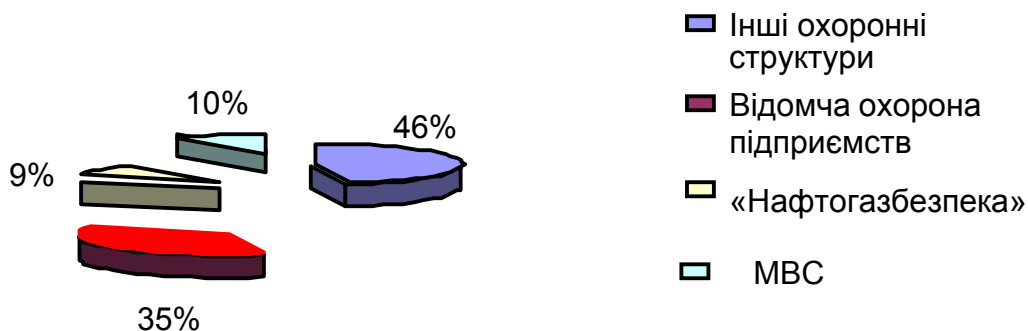


Рис. 1. Структура підрозділів охорони магістральних трубопроводів НАК "Нафтогаз України" у 2004 р.

Існуюча ситуація має місце при енергетичній кризі та подорожчанні вартості вуглеводнів. Розв'язання вказаних суперечностей в галузі потребує, по-перше, відновлення охорони МТ, по-друге, розробки адекватних організаційно-технічних, екологічно-економічних заходів, що забезпечать безпеку вказаних об'єктів. За даними статистики втрати вуглеводнів в Україні на протязі року при транспортуванні [18, 19] складають не менше \$8 млрд. Власники транспортних систем вуглеводнів компенсують свої збитки за рахунок підвищення цін на вуглеводні, тобто перекладають тягар на споживачів нафтопродуктів, не оприлюднюючи стан безпеки МТ, посиляючись на комерційну таємницю. Створена ситуація стимулює прояви злочинної діяльності щодо МТ.

Аналіз літературних джерел свідчить, що на розв'язання означених науково-практичних проблем безпеки спрямовані інтелектуальні зусилля багатьох учених. Проблеми забезпечення техногенної безпеки потенційно небезпечних об'єктів, зокрема паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), присвячено багато наукових робіт, серед яких чільне місце займають праці та дослідження академіків Легасова В.А. [20], Александрова О.О., Патона Б.Є., Мазура І.І., Іванцова О.М., Кондратьєва Я.Ю. [18] та інших, які приділяли увагу вирішенню цих проблем.

Метою дослідження є розгляд основних напрямів (теоретичних положень) щодо інноваційного розвитку та безпеки нафтогазової галузі й підвищення ефективності розкриття злочинів викрадення вуглеводнів з МТ, забезпечення прикриття та стійкості їх функціонування, запобігання, попередження аварій в результаті утворення несучільностей в стінках трубопроводів, а також виявлення латентного підключення на основі розробленої методики застосування уніфікованої багатофункціональної інформаційно-виміральної системи діагностики, технічного прикриття.

Враховуючи те, що нафтогазова промисловість відноситься до однієї з найбільш стратегічно важливих галузей народного господарства і економіки держави [18, 19], як в мирний час, так і в особливий період щодо забезпечення потреб Збройних Сил, Цивільної оборони паливно-мастильними матеріалами, а також суттєвого погіршення екологічного рівня природного середовища під час аварій, то рішення питань забезпечення безпеки транспорту вуглеводнів є найактуальнішою проблемою, яка вимагає постійного удосконалення та модернізації.

Матеріал та методика

За часів Радянського Союзу, на території України, площа якої складала 8% від території СРСР, функціонувало 25% потенційно небезпечних виробництв СРСР, що вказує на екологічне перенавантаження території України. Серед них налічується 1800 підприємств з транспорту, переробки, зберігання вуглеводнів, які функціонують і сьогодні, виробивши 2-3 ресурси [18, 18]. Вказане відноситься до МТ, які побудовані в 40-50 роки минулого століття. Нині газо-, нафтотранспортний комплекс в Україні має 35

тис. км магістральних газопроводів, 4,47 тис. км нафто трубопроводів, 3,93 тис. км нафтопроводів та близько 20 тис. км розподільних мереж. Довжина аміакопроводу Тольятті-Одеса – 810 км . За даними ВАТ «Укрнафта», на вказаних транспортних мережах щорічно, в середньому, відбувається від 1200 до 1500 аварій різного ступеня небезпеки, внаслідок чого сотні тонн вуглеводнів, що транспортуються, потрапляють у навколишнє середовище [18, 19]. На рис. 2 наведені результати досліджень розподілу надзвичайних ситуацій за характером прояву в Україні, 3 результатів досліджень впливає, що найбільший вклад у сукупність надзвичайних ситуацій вносять події техногенного характеру, які склали у 2008 р. 49 %. Тобто, заходи реагування, запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій повинні бути направлені, в першу чергу, на попередження, запобігання, ліквідацію надзвичайних ситуацій техногенного характеру, як найбільш розповсюджених і загрозливих. Основними правовими документами з забезпечення державної політики у сфері екологічної безпеки [1-12], та Цивільного захисту з запобігання виникнення аварій на МТ є Закон України «Про правові засади цивільного захисту» [4], наказ МНС України №288 [22], «Методика оцінки збитків від наслідків аварій надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» [17, 23], та інші нормативно-правові акти [1, 12-13].



Рис. 2. Розподіл надзвичайних ситуацій за характером прояву в Україні в 2008 р.

Результати та обговорення. Аналіз проблем, пов'язаних з техногенними аваріями, порушенням цілісності МТ, викраденням вуглеводнів, нанесенням збитків державі, нафтогазовим компаніям України, доцільно розглянути з питань забезпечення їх безпеки та понять «технічне прикриття» та «живучість системи, об'єкта».

Технічне прикриття стосовно ПЕК транспортних систем, шляхів сполучень – комплекс заходів щодо забезпечення живучості транспортних, енергетичних систем, сполучень та їх відновлення у випадках руйнування. Технічне прикриття, здійснюється силами та засобами відповідних (транспортних) міністерств та відомств: на залізничному транспорті – залізничними військами, на військово-автомобільних шляхах – дорожніми військами; на військових аеродромах – військово-транспортною авіацією: інженерно-аеродромними та авіаційно-технічними частинами; на польових магістральних трубопроводах – трубопровідними підрозділами, що виділяються для технічного прикриття. Крім того, заходи та засоби забезпечують функціонування об'єктів, мають прикриття, організують охорону та захист шляхів сполучень та транспортних засобів, здійснюють відбудовчі роботи. Поняття технічного прикриття нерозривно пов'язано з поняттям живучість.

Живучість (військова) – властивість сил (військ), військової техніки, зброї, тилових систем управління (трубопровідних систем) зберігати чи швидко відновлювати боєздатність (життєдіяльність, спосіб виконувати бойові завдання). Живучість систем, об'єктів – властивість техніки, приданих та обслуговуючих сил, засобів, систем управління зберігати чи швидко відновлювати свою життєдіяльність, спосіб виконувати директивні завдання, ведення господарської діяльності в мирний час та особливий період.

На жаль, не зважаючи на впроваджене технічне прикриття та заходи забезпечення живучості, трубопровідні системи мають тенденцію зниження показників рівня надійності. Причинами аварій є поступове фізичне і моральне старіння систем від часу, як про це вказувалось раніше. Ефективність МТ об'єктивно обумовлена його особливими фізико-технічними властивостями: рухом середовища замість руху дискретних транспортних одиниць, поєднання шляху та «рухомого складу» в єдиній інженерній конструкції (трубі) та стаціонарному розміщенні приводу. Тому магістральні

трубопроводи у процесі експлуатації потребують обов'язкової діагностики, сертифікації, оперативного ремонту. Саме від систем попередження, запобігання, а також від термінів оперативного ремонту залежить відновлення життєдіяльності об'єктів. У зв'язку з цим вимагає вдосконалення і реформування Єдина державна система Цивільного захисту запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру у відповідності до сучасних вимог: 1) зростання кількості і масштабів надзвичайних ситуацій, 2) нової воєнно-політичної обстановки, 3) небезпеки міжнародного тероризму, 4) сучасних уявлень про характер збройної боротьби, 5) інших загроз національній безпеці [18; 22; 24]. Рішення вказаних проблем не можливо без залучення інноваційних досліджень та розробок фундаментальної науки в галузі розробки правових норм, моделей безпечних трубопровідних систем транспорту вуглеводнів, інформаційних систем моніторингу.

Проведені раніше дослідження аварій на МТ [19; 18] показали залежність утворення та розвитку тріщин від малоциклового навантаження, реології, фізико-хімічних властивостей труб та середовища, що транспортується під тиском. Нині проводяться дослідження в галузі ПЕК щодо викрадення вуглеводнів при їх транспортуванні з МТ. Дослідження показують залежність числа летальних випадків на МТ, порушених кримінальних справ внаслідок аварій, спричинених «врізками» при спробі викрадення вуглеводнів (рис. 3).

З приведених даних логічно випливає, що збільшення числа «врізок» на діючих МТ викликає збільшення числа аварій та кількості летальних випадків у галузі трубопровідного транспорту, що не суперечить теоретичним висновкам. Причому, збільшення числа «врізок» і кримінальних проявів тягне збільшення кількості справ, направлених до судових органів. Таким чином, відсутність боротьби з несанкціонованими «врізками» приводить до аварійності на трубопроводах, а значить, до зниження рівня конструктивної надійності МТ, аварій і втрат вуглеводневої продукції, а також матеріальних збитків через недопостачання вуглеводнів. На рис. 3. приведена динаміка залежності кількості аварій, летальних наслідків від аварій, числа несанкціонованих «врізок» на діючих магістральних трубопроводах, а також порушених кримінальних справ за фактами викрадення вуглеводнів шляхом «врізок». Методом нелінійного прогнозування залежності аварій на МТ отримано прогнозовані значення числа аварій на 2005 та 2008 рр., які мають похибку 7-10% від реальних.

Аналіз та дослідження порушених у судах кримінальних справ щодо злочинів з викрадення вуглеводнів з використанням «врізок» показує, що на місцях вказана проблема захисту МТ є неефективною, вирішується індивідуально службами безпеки кожної трубопровідної компанії: приховано і самотужки. Зазвичай, досягнути ефективних результатів виявлення злочинів викрадення вуглеводнів, не об'єднавши своїх зусиль з правоохоронними органами, без технічних систем виявлення врізок дуже складно. Крім того, за результатами аналізу впливає, що різке збільшення числа «врізок» за період 2001-2003 рр. сприяло збільшенню викрадених вуглеводнів, числа летальних випадків, аварій і, відповідно, кримінальних справ. Тобто, зменшення фінансування служб і, відповідно, зниженню державної охорони негативно відбивається на безпеці трубопровідних систем.

На сьогодні проблеми захисту МТ у складі системи ПЕК України, як об'єктів оборонного призначення, вирішуються на багатьох рівнях: законодавчому, нормативному, теоретичному та прикладному. Але збільшення кількості техногенних аварій, терористичних актів, фактів викрадення вуглеводнів показує на прикладі потенційно-небезпечних об'єктів ПЕК, що навіть у питаннях національної безпеки проблема залишається на рівні 90-х років минулого століття [18, 19]. Незважаючи на заходи, що розроблюються, вона продовжує залишатися ще більш актуальною на теперішньому етапі розбудови держави в кризовій економічній ситуації.

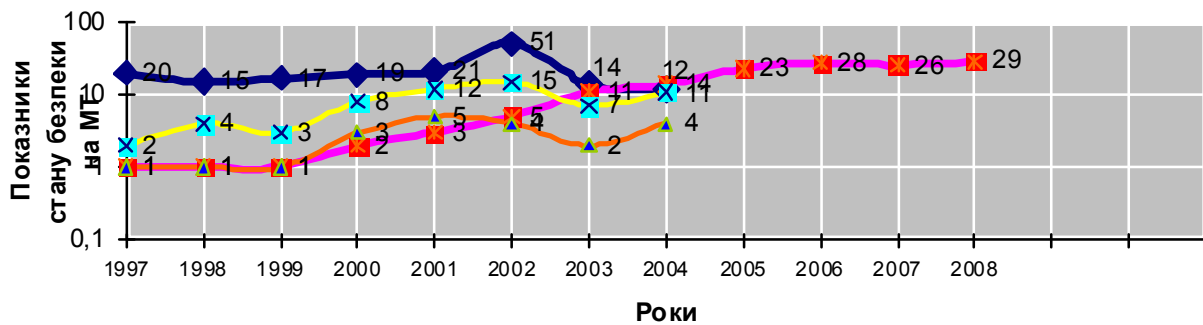
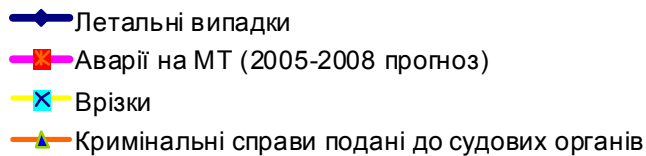


Рис. 3. Залежність числа летальних випадків на магістральних трубопроводах та порушених кримінальних справ за ст. 292 ККУ внаслідок аварій, спричинених врізками при викраденні вуглеводнів



Для виконання наказу МНС України № 288 [22] необхідною є низка системних і технічних заходів щодо моніторингу потенційно небезпечних об'єктів. Забезпечення високих темпів науково-технічного прогресу, виявлення злочинів у сфері ПЕК, а саме, викрадення вуглеводнів з діючих МТ пов'язано з необхідністю створення таких систем, інструментів та методик, які б сприяли підвищенню доказовості та розкриття злочинів і об'єктивного покарання злочинців, тобто підвищивши продуктивність праці правоохоронців. Слідством, методами фізичного захисту, оперативно-розшуковими заходами на об'єктах ПЕК встановлюються сліди злочину (місця «врізок»), які є предметом або знаряддям злочину. Ними можуть бути:

- первинні та бухгалтерські документи;
- місця врізок;
- зразки викрадених вуглеводних речовин;
- аудіо-, відеозаписи дій порушників;
- час їх роботи, скоєння злочину.

Забезпечення сталого функціонування ПЕК та їх живучості, зокрема, таких об'єктів як МТ, що прокладені за вимогами будівельних норм [13-16] приховано з заглибленням у ґрунтах, потребує комплексного дослідження та вивчення. Комплексність проблеми фізичного захисту (технічного прикриття) полягає у моделюванні системи МТ та створенні новітніх інноваційних та інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) оцінки стану МТ. Підсилити рішення проблеми захисту можливо, наприклад, поєднанням систем захисту з застосуванням патрульних безпілотних літальних апаратів (БЛА) як на всій системі МТ, так і на окремих ділянках для отримання інформації. Таким чином можна отримати додаткові данні щодо прогнозу та подальшого функціонування МТ, доповнюючи раніше отримані дані діагностики, або навпаки, первинні дані БЛА уточнюються даними діагностики. Одночасно з проведенням у темпі процесу моніторингу стану трубопроводів можуть проводитися аварійно-відновлювальні роботи (АВР). АВР виконуються на основі реалізації інноваційних технологій щодо забезпечення в реальному масштабі часу показників конструктивної надійності, наприклад, використання методу безарматурного перекриття МТ.

Для вирішення поставлених завдань і створюються ІВС [25, 26] з метою автоматичного вимірювання множини величин (параметрів), обробки й оцінки

результатів метрологічних вимірювань без втручання оператора. Розроблені для різних галузей науки та техніки ІВС являють собою програмно-керовану сукупність вимірювальних та обчислювальних пристроїв, що призначені для виконання групи споріднених задач дослідження складних об'єктів. В означених ІВС функції оператора в системах управління різними процесами, в тому числі і технологічними, а також об'єктами досліджень виконуються автоматичними вимірювальними пристроями. Таким чином, з'явилась можливість для віддалених об'єктів з великим числом датчиків, навіть рознесених у просторі, проводити моніторинг: збір інформації й обробку результатів з дистанційною передачею інформації про стан об'єкта. Особливо важливою є інформація про стан аварійного об'єкта. На основі одного ІВС шляхом програмної перебудови можлива реалізація моніторингу кінцевого числа систем.

Розглядаючи антагоністичні проблеми живучості і захисту МТ, вказувалось на комплексний характер проблеми, який характерний і при забезпеченні безпеки ПЕК. А це значить, що комплексний характер забезпечення безпеки обумовлює конструктивно-технологічну безпеку (проектування, будівництва, експлуатації) систем постачання вуглеводнів для потреб держави в мирний час й особливий період та випадкові впливи небезпечних факторів: природного та техногенного, терористичного та злочинного характеру. Крім того, комплексний характер стосовно проблем забезпечення безпеки об'єктів ПЕК вимагає використання наукових методів, які давали б можливість узагальнено аналізувати складні проблеми. Вказане дозволило б забезпечити розгляд, а головне, розв'язання множини альтернатив, кожна з яких описується значною кількістю змінних щодо їх розв'язання. За такої постановки задачі забезпечується повнота оцінювання окремо кожної альтернативи, допомагаючи вносити елементи вимірюваності різних параметрів, даючи можливість відображати дійсну складність викладених проблем. Методологією та одним з інструментів проведення названих досліджень є імітаційне моделювання [26].

Моделювання – метод дослідження навколишнього світу, чи об'єктів, що зацікавлюють нас, в якому використовується деякий допоміжний об'єкт – модель. Зміст поняття «моделювання» складає побудова моделі з подальшим її удосконаленням в цілях досягнення найбільшої адекватності значущим характеристикам об'єкту. Модель – смислове представлення і матеріально реалізована система, яка адекватно відображає предмет дослідження.

Нині імітаційне моделювання отримало широке застосування при розв'язанні задач прогнозування, проектування, планування складних систем і процесів, особливо соціальних. Основна мета в застосуванні імітаційного моделювання при забезпеченні техногенної безпеки трубопровідних систем досягається в дослідженні моделі складної системи і спрямовується на отримання найбільш достовірної інформації про саму систему [25-27].

Аналізуючи завдання ІВС в системі забезпечення безпеки МТ можна зробити попередні висновки:

1. При побудові імітаційних моделей виявлення попередників аварій (течі вуглеводнів) з МТ може бути виконаний формалізований опис моделі.

2. Розглянуто деякі особливості побудови імітаційних моделей течії вуглеводнів через несущі стінки МТ, запропоновано використання методу послідовної ієрархії для підвищення якості функціонування моделі.

3. Застосування вказаного методу послідовної ієрархії управління моделлю при дослідженні складних, динамічних, потенційно-небезпечних об'єктів та систем, розширює їх використання в діяльності МНС та ОВС України.

4. В розробці алгоритмів для побудови імітаційних моделей з використанням ієрархії управління з метою впровадження отриманих результатів у практичну діяльність служб та підрозділів трубопровідних транспортних компаній, МНС, МВС щодо

забезпечення державної та національної безпеки полягає подальший напрямок досліджень.

Таким чином, впровадження отриманих теоретичних результатів у практичну діяльність щодо попередження та запобігання аваріям та оперативна ліквідація їх наслідків на МТ базується на пошуку місць витоку продукту і генерації шумоакустичних сигналів течі вуглеводнів, що корелюють з розміром несутцільності, через місця порушення герметичності (несуцільності) стінки труби, рознесених у часі та просторі. Структурна схема інформаційно-вимірювальної системи (IBC) внутрішньотрубною дистанційної робототехнічної системи шумоакустичної діагностики виявлення течі (внутрішньотрубною діагностики обміну інформації за механізмом течі) приведена на рис. 4. Основою IBC оцінки стану трубопроводу та виявлення місць несутцільності за наявністю течі є дистанційна зондова установка (робот) виявлення течі продукту (чи корозії стінок трубопроводу), що рухається всередині трубопроводу, і складається з [27]: акустичних датчиків шуму – 1, рознесених у просторі, та суміщених автоматичної системи управління рухом зондового пристрою з бортовим джерелом енергії і системи визначення місця течі (координат) та прийняття рішення щодо її розмірів – 2; каналів передачі інформації про місце течі та її розміри – 3; пульта управління рухом зондовим пристроєм та відображення отриманої інформації – 4. Результати досліджень спектральних характеристик реології ньютонівських та не ньютонівських рідин через несутцільності приведені в дослідженнях [18].

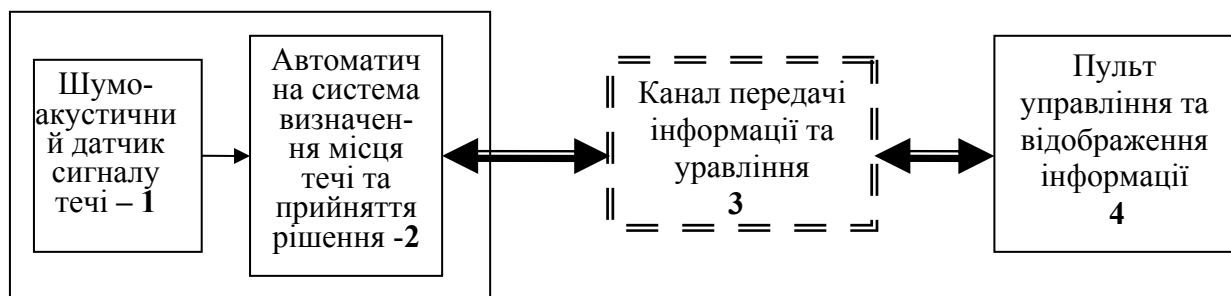


Рис. 4. Структурна схема автоматизованої IBC пошуку течі-відводу

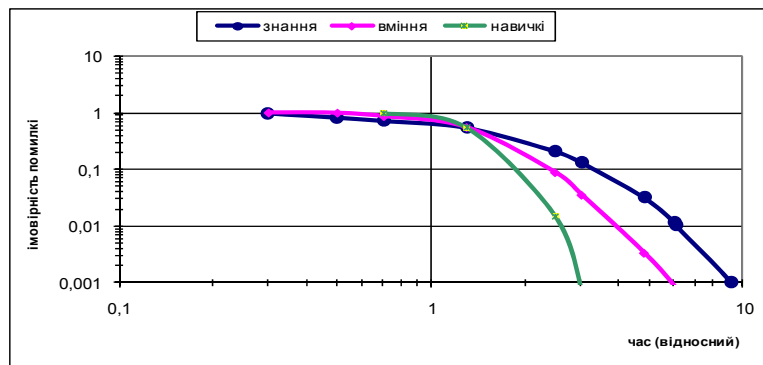


Рис. 5. Залежність ймовірності помилки роботи оператора IBC від рівня підготовки

Розроблена структура IBC пошуку несутцільностей за наявністю течі з трубопроводів побудована за класичною схемою, є типовою й характерною для всіх видів інформаційних систем [14] і приведена в [17]. Тобто, в IBC має місце обмін інформацією за сигналами течі.

Надійність виявлення течі з трубопроводу за допомогою IBC складає $1,2 \times 10^{-5}$. Залежність ймовірності помилки оператора IBC в ручному режимі від рівня його підготовки приведена на рис. 5.

Економічною оцінкою небезпеки трубопровідних систем постачання вуглеводнів – ризик, тобто збитки від аварій, надзвичайних ситуацій, що можуть виникати з певною вірогідністю, у будь-яких системах, в тому числі, технічних, енергетичних, незалежно від їх функціональної належності та складності, що оцінюється моделлю ризику R , як відхиленням від мети діяльності

$$R = p \times Ш = p \times p_{умов} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{Pr} e^{-t/2} dt, \quad (1)$$

де: p , $p_{умов}$ – ймовірність та умовна ймовірність подій; $Ш$ – збитки, завдані аварією; Pr – пробіт функція, $Pr = a + b \ln D$; a , $b = \text{const}$, D – небезпечна доза (рівень) впливу конкретного фактора; t – поточний час розвитку подій.

Дослідження показують, що аварії, катастрофи, НС набагато економічно вигідніше попереджувати, ніж ліквідовувати. Зробимо порівняльний аналіз економічної оцінки ризику техногенної аварії на трубопроводі $R_{\text{аварії}}$ з урахуванням вартості заходів щодо забезпечення безпеки на об'єкті та шкоди у разі аварії. На рис. 6 для встановленої ймовірності $p(A)$ виникнення аварії (пожежі, вибуху) на об'єкті на протязі року [13-16] визначається співвідношення між ризиком (крива 1), шкодою (2) та вартістю (витратами) протиаварійних (протипожежних) заходів (3) щодо забезпечення безпеки:

$$p(A) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - p_i] = \text{const}, \quad (2)$$

де: p_i – ймовірність виникнення аварії (пожежі) в i -му елементі об'єкта на протязі року; n – кількість елементів з яких складається об'єкт. Під елементом трубопроводу розуміємо технологію завчасно підготовлених, послідовно з'єднаних зварюванням у «секцію-нитку» з трьох труб на «підготовчому столі» трубоукладацького комплексу.

Виникнення аварії в будь-якому з елементів множини об'єкта (подія – i) обумовлено виникненням аварії, пожежі, вибуху в одному (m – кількість апаратів) з технологічних апаратів $p(TA)$, що знаходяться поза приміщенням (подія TA_j), або безпосередньо в обсязі об'єкта досліджень $p(ПО)$ (подія $ПО_j$). Ймовірність оцінюється за формулою:

$$p_i = 1 - \left\{ \prod_{j=1}^m [1 - p_j(TA)] \right\} [1 - p_i(ПО)], \quad (3)$$

Залежність ймовірності втрат (шкоди) від аварії ілюструє рис. 5, що виражається залежністю: $y_1 = \exp(-B_1 t)$, де B_1 – витрати поточного часу на протиаварійну безпеку об'єкта, території, технологічного процесу тощо; t – поточний час.

Результуюча крива 3 показує в динаміці, що чим більші (менші) витрати на забезпечення безпеки, тим збитки (шкода), в будь-якій формі (економічні, моральні, тощо), від аварії будуть менші (більші). Закон зміни впливу витрат на забезпечення безпеки об'єкта визначимо залежністю: $y_2 = k B_1$ ілюструє крива 2. Вирішивши систему наведених двох рівнянь, знаходимо точку перегину для мінімальних значень рішення функції ризику. Ця точка на площині має координати $R \rightarrow \min$ для $y_1 = |y_2|$. Таким чином, мінімальна величина ризику аварії (пожежі) об'єкта, системи $R_{\min}$ буде відповідати заданому закону забезпечення безпеки $y_2 = k B_1 = \text{const}$ для встановлених масштабів збитків. Зміна закону забезпечення безпеки $k_i \neq k$ змінюватиме величину витрат на забезпечення безпеки $B_i = y_2 / k_i$, а це в свою чергу змінить розміри заподіяної шкоди. Таким чином, можливо побудувати сімейство кривих ризику для різних витрат на безпеку та оптимізувати ризик при наявній фінансовій можливості об'єкта, підприємства, технологічного процесу на протязі року та встановити відповідні ставки щодо страхування громадської відповідальності. А це дає відповідь на питання, чи потрібно вкладати більше коштів або скільки, при встановленому рівні ймовірності виникнення аварії та забезпечення безпеки?

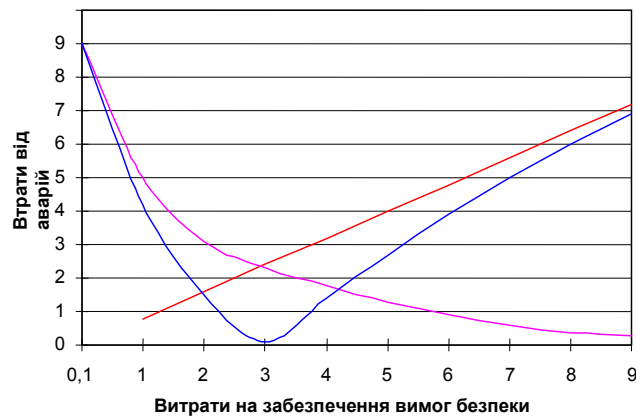


Рис. 6. Співвідношення між витратами (ризиком) щодо забезпечення вимог безпеки та витратами від аварій

- 1 - умовна залежність фінансування (інвестицій) щодо забезпечення встановленого рівня безпеки
- 2 - можливе нанесення шкоди в залежності від фінансування організаційних, профілактичних заходів безпеки
- 3 - графік залежності сумарної шкоди (ризiku нещасних випадків, аварій) в залежності від витрат на організаційні та профілактичні заходи

Розроблена методологія та технічні рішення системи раннього виявлення дефектів (течі) на етапі експлуатації та випробувань в трубопроводах мають пріоритети, що захищені [28, 29].

Висновки

1. Специфіка об'єктів транспорту та зберігання нафти і нафтопродуктів, як об'єктів потенційно можливого негативного впливу на природне середовище, полягає в тому, що найбільш ефективними природоохоронними заходами є рішення проблеми щодо запобігання та попередження аварійних ситуацій. Для зменшення наслідків аварій доцільно застосувати комплекс заходів, спрямованих на забезпечення надійності об'єктів на всіх стадіях здійснення проекту.

2. Розроблені методи та обладнання ІВС шумоакустичної діагностики раннього попередження аварій на основі дослідження частотних характеристик сигналів течі через тріщини-несуцільності в оболонці трубопроводу дозволяють прогнозувати розвиток аварій.

3. Аналізуючи завдання ІВС в системі забезпечення безпеки МТ можна стверджувати (зробити наступні висновки):

3.1. виконано формалізований опис моделі, що може бути використаний (опис) при побудові імітаційних моделей течі вуглеводнів з МТ.

3.2. розглянуто деякі особливості побудови імітаційних моделей течі вуглеводнів через несуцільності стінок МТ, запропоновано використання методу послідовної ієрархії для підвищення якості функціонування моделі. Зроблено висновки щодо можливості використання вказаного методу управління моделлю при дослідженні складних, динамічних, потенційно-небезпечних об'єктів та систем, їх використання в діяльності МНС та ОВС України.

3.3. подальший напрямок досліджень полягає в розробці алгоритмів для побудови імітаційних моделей з використанням ієрархії управління з метою впровадження отриманих результатів у практичну діяльність служб та підрозділів трубопровідних транспортних компаній, МНС, МВС щодо забезпечення державної та національної безпеки.

4. Основними чинниками екологічного забруднення НПС від впливів аварій на МТ є тривала експлуатація, відсутність засобів дистанційної діагностики та контролю трубопроводів. Зменшення аварійності й екологічного навантаження вимагає додаткових витрат на обов'язкові заходи фізичного, дистанційного захисту.

5. Для фізичного захисту МТ розроблені методи та обладнання шумоакустичної діагностики раннього попередження аварій на основі дослідження частотних характеристик сигналів течії через тріщини-несуцільності в оболонці трубопроводу, які дозволяють прогнозувати розвиток аварій за станом динаміки змін розвитку несуцільностей та попереджувати їх виникнення.

1. Про правові основи адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу: Закон України від 18.03.2004 р. №1629.

2. Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр. : Закон України від 21.09.2000 р. №1989.

3. Про екологічний аудит: Закон України від 24.06.2004 р. №1862.

4. Про екологічну експертизу: Закон України від 9.02.1995 р. №8.

5. Про екологічну мережу України: Закон України від 24.06.04 р. №1864

6. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України від 24.02.1994 р. №95.

7. Про заходи, спрямовані на забезпечення сталого функціонування підприємств паливно-енергетичного комплексу: Закон України від 23.06.2005 №2711.

8. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 21.07.2001 р. №2556.

9. Про функціонування єдиної транспортної системи України в особливий період: Закон України від 20.10.98 №194.

10. Про функціонування паливно-енергетичного комплексу в особливий період: Закон України від 2.11.2006 №307.

11. Про практику розгляду судами справ про відповідальність за порушення законодавства про охорону природи: Постанова Пленуму Верховного Суду України від 26.01.1991 р. №1.

12. Про деякі питання практики вирішення спорів, пов'язаних з застосуванням законодавства про охорону навколишнього середовища: Роз'яснення Вищого Арбітражного суду України від 27.06.2001 р. №1.551.

13. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

14. ДСТУ 3220-95. Пожежовибухобезпека в суднобудуванні. Загальні вимоги. – К.: Держстандарт України, 1996. – 21 с.

15. ДСТУ 3273-95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. – К.: Держстандарт України, 1996. – 11 с.

16. ГОСТ 12.3.002-75. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 8 с.

17. Дубова Л.А., Лаповок Г.В. Совершенствование методики оценки ущерба, наносимого окружающей среде при отказах магистральных трубопроводов. [Сер. Строительство предприятий нефтяной и газовой пром-ти]– М.: Информнефтегазстрой. – 1983. – Вып. 11. – 32 с.

18. Шиян В.Д. Терористичні загрози та безпека трубопровідних систем ПЕК України //Національна безпека: український вимір: щокв. наук. зб. Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки.] – К.: 2009. – вип. 3. – С. 38-42.

19. Чепельська Т. Діра в трубі – діра в бюджеті //Іменем закону. 2009. №34 – С. 7-8.

20. Легасов В. Проблемы безопасности развития техносферы // Коммунист, 1987. №8 – С. 92 – 101.

21. Про правові засади цивільного захисту: Закон України від 24.06.2004 р. №1859.

22. Про затвердження правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення: Наказ МНС України №288 від 15.05.2006 р.

23. Методика оцінки збитків від наслідків аварій надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 р. № 175.

24. Про стан функціонування єдиної державної системи запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру: Указ Президента України від 26.06.2008 № 590.

25. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К: Вища школа, 1980. – 560 с.

26. Гуц А.К., Коробицын В.В., Лаптев А.А. Социальные системы, Формализация и компьютерное моделирование. // – Омск.: Омск. Госуд. Ун-т, 2000. – 160 с.

27. Шиян В.Д. Вплив магістральних трубопроводів на екологічну безпеку//Національна безпека: український вимір: щокв. наук. зб. Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки. – К., 2009. – Вип. 5. – С.58 – 65.

28. Ас. №1601535, МКИ, G 01 M3/24. Способ контроля герметичности изделий и устройство для его осуществления/ Шиян В.Д., Кудряшов Ю.П., Сабарно Р.В., Фоменко И.А. //Открытия, Изобрет. – 1990. – № 37.

29. Пат. №41729А (2001021277) UA, МПК 7 G01M3/24. Високочутливий активний спосіб ранньої діагностики нафтогазопроводів. / Ю.Є. Шамарін (UA), В.Д. Шиян (UA), Т.М. Яценко (UA). Заяв. 22.02.2001// Открытия, Изобрет. – 2001. – № 8.

В.Д. Шиян, А.В. Фаррахов

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ТЕХНИЧЕСКОГО ПРИКРЫТИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Статья посвящена проблемам разработки и применения автоматизированной информационно-измерительной системы диагностики и оперативного раскрытия преступлений похищения углеводородов из магистральных трубопроводов. Информационно измерительная система также позволяет обнаруживать места нарушения целостности стенок труб и позволяет предупреждать, предотвращать аварии на трубопроводном транспорте, процесс поиска которых является сложной научно-технической проблемой обеспечения живучести систем топливно-энергетического комплекса Украины в интересах гражданской обороны, устойчивого развития государства, экологического императива.

V.D. Shyian, O.V. Farrakhov

AUTOMATED INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL SECURITY, TECHNICAL COVERING OF THE MAIN PIPELINE

The problems of development and application of automatic measuring system for diagnostics and operative reactions on the crimes of hydrocarbons stealing from main pipelines is described. Identification by the information and measuring system helps to find out the violation places of walls integrity in the pipes and also to prevent the accidents on a pipeline transport. It is comprehensive scientific and technical problem for providing vitality of the fuel and energy complex systems in Ukraine for civil defense benefits, sustainable development of the state and ecological imperative.

Н.В. ЩЕРБАК

ЗАТ «Гипрограждан», г. Киев

СИСТЕМА ДЛЯ АВИАЦИОННОГО ИМПУЛЬСНОГО НАПЫЛЕНИЯ АДСОРБЕНТОВ НА НЕФТЯНУЮ ПЛЕНКУ В АКВАТОРИИ

Обсуждается внедрение новой авиационной технологии для быстрой и качественной ликвидации разливов нефти на акватории, описано исследование работы оригинальной подвесной установки импульсного распыления адсорбентов, приводятся данные полигонных испытаний и обсуждаются перспективы практического применения результатов исследований. Определена конструкция устройства вертикального распыления воды, взрывчатое вещество для распылительного заряда, оптимальная высота распыления, оптимальное расстояние между срабатывающими залпом распылительными контейнерами.

Введение

Наиболее убыточны и опасны для экологии Украины разливы нефти на труднодоступных с земли и воды акваториях малых и средних рек Днепра, Дуная, Черного и Азовского морей. Потенциально опасны надводные танкеры, перевозящие большие количества нефтепродуктов [1, 2]. Ежегодно в акваторию Мирового океана поступают миллионы тонн нефти и нефтепродуктов: с промышленными и бытовыми стоками – 37%, постоянные утечки от эксплуатации кораблей и судов – 33%, аварийные разливы – 12%, с атмосферными осадками – 9%, фильтрация из природных источников – 7%, геологоразведка и нефтедобыча – 2% [2]. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов (именуемые в дальнейшем одним словом «**нефть**») наиболее опасны в прибрежной части акватории, т.к. они непредсказуемы, локальны, высококонцентрированы и поэтому наносят значительные, не ликвидируемые или трудно ликвидируемые естественным способом экологические ущербы окружающей среде [1].

Наиболее известными, крупными разливами нефти в море [1, 2, 3] являются:

1). Танкер «Брайер» у Шетландских островов, разлито более 80.000 тонн нефти (1993 г.), **2).** Танкер «Престиж» у испанского побережья, разлито более 2000 т нефти (2003 г.), **3).** Танкер «Волгонефть – 139» в Керченском проливе у косы Тузла, разлито более 2000 т нефти и мазута (11.11.2007 г.), **4).** Танкер в Индонезийском проливе, разлито более 1000 т нефти (декабрь 2007 г.), **5).** Танкер у берегов Норвегии, разлито более 600 т нефти (январь 2008 г.), **6).** Танкер в Балтийском море у Гданьска, Польша, разлито более 300 т нефти (январь 2008 г.), **7).** Морская нефтедобывающая платформа в Мексиканском заливе, разлито более полумиллиона тонн нефти – впервые зафиксированный в истории, как глобальная катастрофа (май 2010).

Анализ предшествующих исследований

Мало развита техника авиационного распыления адсорбентов, несмотря на то, что это техника незаменима для оперативной ликвидации разливов нефти в отдалённых или труднодоступных с воды и земли районах. Распыление адсорбентов с помощью авиации на разливы нефти до последнего времени осуществлялось лишь экспериментально и не считалось перспективным по причине больших, более 90%, потерь адсорбентов, обусловленных аэродинамическим воздействием встречного потока воздуха, уносящим практически всю распылённую массу адсорбента от цели – нефтяного пятна. Более перспективным считается распыление адсорбентов с вертолёта по той причине, что от вертолётного винта вниз идёт мощный, нисходящий воздушный поток, который считается перспективным, несущим для распыляемых с вертолёта адсорбентов и их распределения по пятну разлитой нефти. Однако немногочисленные известные

эксперименты по распылению адсорбентов с вертолѐта в потоке от вертолѐтного винта показали, что распыление осуществляется, с низкой прицельностью и неравномерным распределением адсорбента по нефтяному пятну [3, 4].

Беспрецедентно громадные масштабы разлива нефти в Мексиканском заливе привели к решению впервые в широких масштабах осуществить авиационное распыление адсорбентов. При этом распыливался новый тип «тяжёлого» адсорбента, содержащего активные вещества, вступающие в реакцию с нефтяной плѐнкой. Ожидалось, что громадная площадь нефтяных пятен позволит эффективно и с минимальными потерями распыливать утяжелѐнные – более устойчивые к аэродинамическому воздействию, адсорбенты с вертолѐтов и самолѐтов. Однако многочисленные вылеты, осуществившие масштабные распыления десятков тонн адсорбента, не привели к ожидаемой, масштабной ликвидации значительной части нефтяных разливов из-за неравномерности распределения адсорбентов по нефтяным пятнам, уноса адсорбентов воздушными потоками. Более того, массы адсорбента создали новую экологическую проблему – токсичные нетонущие поля, закрывшие площадь на многие квадратные километры.

Следовательно, применение традиционной схемы авиационного распыления практически непригодно для равномерного распределения гранулированных адсорбентов по нефтяной пленке. В настоящее время известны хорошо отработанные технологии авиационного распыления воды и растворов для тушения очагов лесных пожаров и для распыления ядохимикатов по сельскохозяйственным полям или более сильных ядов по районам боевых действий, например, американцы распыливали яды, способствующие опадению листвы, на джунгли во Вьетнаме [4, 5]. Во многих странах в прибрежных районах для тушения лесных пожаров используют большие количества морской воды, наносящий большой экологический ущерб природе. В России для тушения лесного пожара создана авиационная пожаротушащая бомба (АПБ-500) со значительной площадью распыления воды до – 1000 кв.м, конкурентоспособная по площади сплошного, равномерного распыления с широко известными подвесными цистернами слива воды, водных растворов [3, 5]. Есть не менее актуальные задачи – локализация, осаждение и дезактивация токсичных облаков, локализация радиоактивной пыли, для выполнения которых авиационные сливные цистерны малоэффективны, именно для тонкодисперсного распыления жидкости и вязких составов по значительной площади.

При сливе жидкости с воздуха ее распределение по полосе неравномерное - в середине максимальная плотность, а по ее краям полосы – на 30-70% меньше [3]. При сливе жидкости под давлением с минимальной высоты $H < 50$ м и скорости $V = 230-240$ км/час потери воды из-за аэродинамического уноса и интенсивного испарения – не менее 50-80% [3].

Устранение этих недостатков возможно путѐм применения в авиации дешѐвых конструкций стабилизированных, неуправляемых бомб и кассет. Их применение совместно с простейшими прицельными устройствами обеспечивает точное распыление воды по цели. Высокая эффективность воздействия обусловлена использованием до 90% доставляемой к цели горения воды. В российском ФГУП «НПО «Базальт» созданы АПБ-500 емкостью 250 и 330 л воды, создающие преимущественно горизонтально разлетающуюся воздушно-капельную смесь с концентрацией состава 50 - 100 г/куб.м, сбивающую пламя в слое высотой 5 - 6 м и диаметром 25 - 30 м. Площадь неравномерного распыления до 1000 кв.м, а равномерного не более 100 кв.м. Высокая стоимость бомб долее 2000 \$ [3].

Известны экспериментальные, эффективные распылительные "бомбы", разработанные Захматовым В.Д. [3, 4], надёжные и дешевые, способные равномерно распыливать воду по площади до 200 кв.м. Эти «бомбы» применялись с первых дней Чернобыльской катастрофы для ликвидации наиболее опасных её последствий – пожаров и выбросов радиоактивной пыли. Подвесная огнетушащая бомба состояла из связки 5-ти

мешков, заполненных мокрым грунтом или песком и распылительными зарядами из тротильных шашек. При подрыве устройства благодаря форме зарядов, расположению зарядов в мешках и расположению мешков относительно друг друга создавался мощный конусообразный поток с углом раствора 10-15°, начальной скоростью от 150 до 120 м/с, уплотненного взрывной волной газодисперсного фронта. Бомба подвешивалась к вертолету на тросе длиной до 120 м. Дополнительно на тросе размещался груз не менее 150 кг, чтобы при взрыве тросом не захлестнуло вертолётные винты. После Чернобыльской катастрофы данное распылительное устройство использовалось в Крыму, под Калушем, на Южном Урале, в Поволжье для тушения лесов в труднодоступных зонах.

Цель работы - разработка технологии и подвесного авиационного оборудования для равномерного и масштабного напыления биосорбентов по пленке нефти.

Материал и результаты исследований

Установлено, что вертикальное распыление воды и воды с биосорбентами практически идентично по масштабам накрываемой площади, что позволило упростить проведение экспериментов за счёт изучения масштабов равномерного распыления воды по ровной поверхности. Вес распылительного контейнера до $M = 200$ кг задается условиями эксплуатации, чтобы 2 или 3 рабочих смогли с помощью минимальных технических приспособлений подвешивать контейнер в канал вертикально ориентированного ствола в многоствольном модуле, подвешиваемом, в свою очередь, к вертолёту, крану или лебедке. Поэтому определение оптимального веса - M воды в контейнере – «бомбе» производилось в диапазоне от 50 до 200 кг с интервалом в 25 кг. Результаты экспериментов показаны на рис.1. Высота подвески контейнера составляла $H = 10$ м. над площадью, где располагались модельные очаги горения, служащие в данной работе индикаторами границы площади равномерного распыления - S .

Анализ зависимости показывает, что увеличение S , пропорциональное M , наблюдается в диапазоне от $50 < M < 125$ кг массы распыляемой воды. При дальнейшем увеличении M возрастание S замедляется. Распыление навесок осуществлялось при соотношении $M : m = 75 : 1$, где m – масса распылительного заряда ВВ, выбранная в соответствии с [3]. В диапазоне $50 < M < 120$ л обеспечивается стабильное, тонкодисперсное распыление воды равномерно по значительной площади $150 < S < 300$ м², что несомненно свидетельствует об эффективном использовании воды с низким удельным расходом $m_{уд} = 0,5-1$ кг/кв.м и, соответственно с высоким КПД=50%, исходя из минимального расхода биосорбента 0,25 г/кв.м для локализации разлива нефти при содержании его 50 г/л воды.

По всей данной площади создается равномерное проникающее напыление воды в поверхностный слой. Внешний осмотр деревянных чурок показал, что частицы воды пропитали их внешнюю поверхность и охладили её. При распылении воды из устройств, содержащих $M = 150$ кг воды, обеспечивалось наиболее стабильное по величине площади, равномерное, сплошное распыление, при минимальном удельном расходе $m_{уд} = 0,75$ кг/кв.м. Установленная зависимость изменения $m_{уд}$ от величины распыляемой массы, показывает, что наиболее эффективно используется вода в диапазоне распыляемых масс $100 < M < 150$ кг. Поэтому для дальнейших экспериментов выбрана масса распыляемой воды 100 кг.

Для снаряжения распылительного заряда исследовались следующие взрывчатые вещества: высокобризантий-мелкодробящий гексоген в виде белого порошка со скоростью детонации $D = 7900$ м/с; бризантий тротил в виде шашки литого заряда с $D = 6500$ м/с, низкобризантий аммонит в виде желтого порошка с $D = 4500$; слабобризантий, преимущественно метательный дымный ружейный порох - черный гранулированный, крупнозернистый порошок со скоростью дефлаграции $D = 1500-2000$ м/с; пластит – ПВВ-5 - желтый пластичный материал, по внешнему виду похожий на

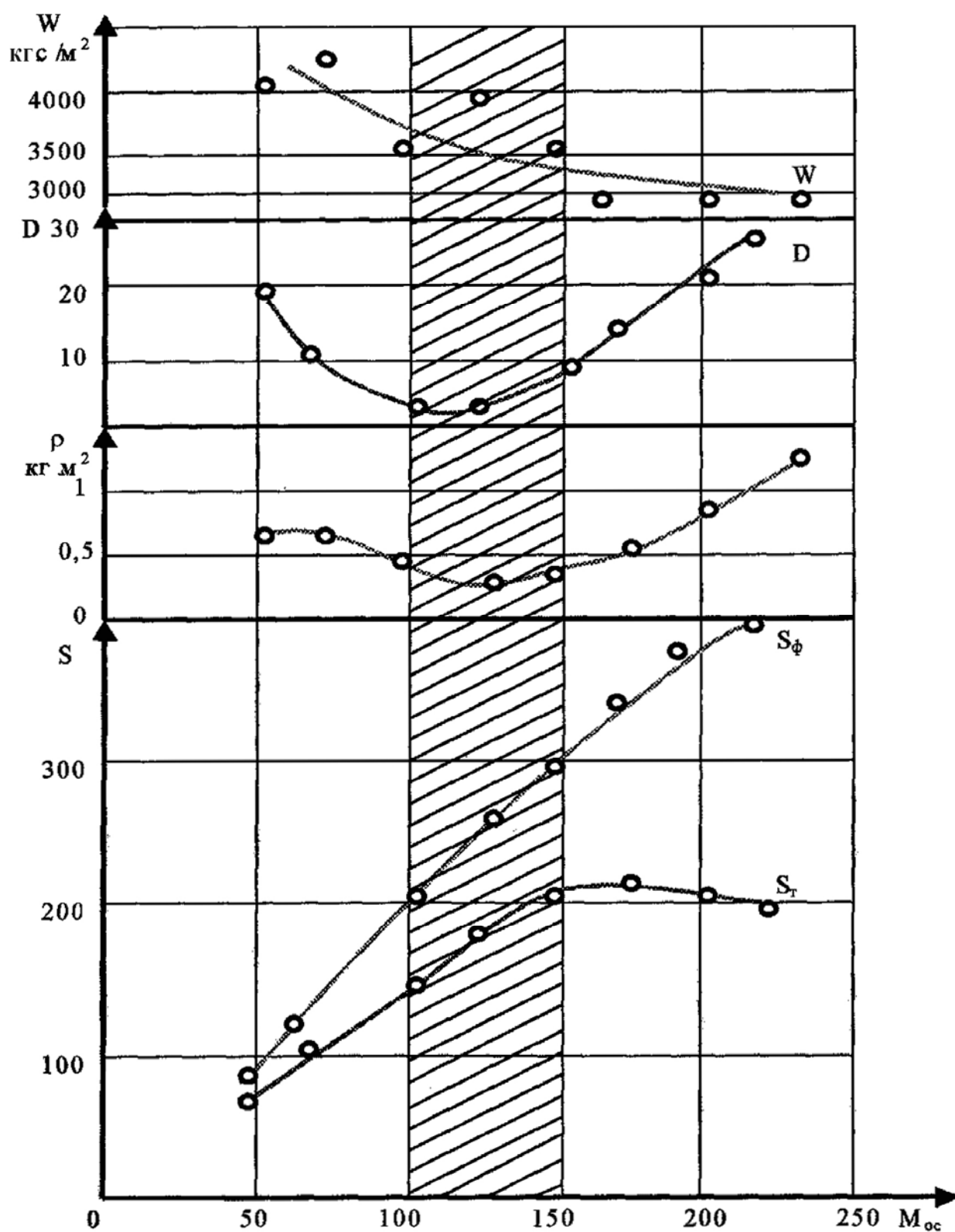


Рис. 1. Зависимость изменения величин площадей сплошного S_T и фрагментного S_ϕ распыления, плотности распыления воды - ρ , дисперсий D , удельной кинетической энергии W от величины массы распыляемой воды

пластилин с $D=6500$ м/с; низкоимпульсный листовой НИЛ-10 - лист поролон толщиной 10 мм, с напылённым в его толщу порошком гексогена. НИЛ имеет $D=2500$ м/с, характеризуется сочетанием распылительного и метательного эффектов.

Для определения эквивалентной навески ВВ применялась формула:

$$m_{\text{эс}} = \frac{1}{3} m_{\text{тр}} \left(\frac{D_{\text{трт}}}{D_{\text{ВВ}}} + \frac{Q_{\text{трт}}}{Q_{\text{ВВ}}} + \frac{W_{\text{трт}}}{W_{\text{ВВ}}} \right) \quad (1)$$

где: $D_{\text{трт}}$, $D_{\text{ВВ}}$ - соответственно скорости детонации тротила и другого ВВ;

$Q_{\text{трт}}$, $Q_{\text{ВВ}}$ - соответственно теплоты взрыва тротила и другого ВВ;

$W_{\text{трт}}$, $W_{\text{ВВ}}$ - объемы газообразных продуктов взрыва.

Начальная скорость распыления волны определялась по формуле:

$$V_0 = D \sqrt{\frac{k \cdot m}{8M}} \quad (2)$$

где: k - коэффициент, характеризующий долю продуктов взрыва, воздействующих на массу воды или к.п.д. взрывной волны, в [3] показано, что $k = 0,35 - 0,55$ справедливо для ствольных устройств крупного калибра. Учитывая параметры ствола, калибр $K=500$ мм и длину $L = 950$ мм, принимаем $k=0,45$; D - скорость детонации данного ВВ; m - масса распылительного заряда; M - масса распыляемой воды.

Получена зависимость изменения величин площади равномерного распыления воды от вида взрывчатых материалов с эффектом увеличения распылительной способности взрывной волны и площади равномерного распыления воды. В графике, приведённом рис.2 на оси абсцисс ВВ расположены в последовательности по мере увеличения степени совпадения величин площадей тушения и распыления, характеризующей потенциальную способность распылительного заряда обеспечить высокие показатели площади равномерного распыления. Наиболее эффективно в огнетушащем отношении распыление ОС с помощью заряда НИЛ-10 низкоимпульсного листового ВВ. При этом разница между St и $Sф$ не превышает 10%, тогда как при применении зарядов из других ВВ разница между St и $Sф$ находится в диапазоне от 38% до 78%. Очевидно, что в случае заряда НИЛ-10 распыление осуществляется наиболее равномерно и сплошным потоком по максимальной площади. Высокобризантные ВВ со значительной скоростью детонации обеспечивают тонкодисперсное, судя по внешнему виду шквала, но неравномерное распыление воды. Взрывная волна от таких ВВ характеризуется весьма неравномерным фронтом с острыми «пиками», локальных струй газообразных продуктов - взрыва. Эти мощные струи пронизывают слой воды -на всю его толщину, распыляя воду в стороны и лишь в малой степени ускоряя массу воды в требуемом направлении.

При конусообразном, импульсном распылении воды плотность напыления на горизонтальную поверхность убывает по синусоиде от оси импульсного вихря, так как на периферии фронта быстрее убывает скорость фронта в результате разрушающего и тормозящего аэродинамического воздействия. Наиболее эффективным вариантом является распыление воды с помощью заряда низкоимпульсного, листового ВВ НИЛ-10. Таким образом, корректным является предположение, что оптимальный, энергетический уровень распылительного воздействия примерно равен: $W_{\text{уд.}} = 3600 \text{ кг} \times \text{кв.м} \times \text{с}^2$.

Подбор величины заряда ВВ осуществлялся на НИЛ-10, как показавшем наиболее стабильные результаты по созданию конусообразного импульсного потока, эффективного в огнетушащем отношении.

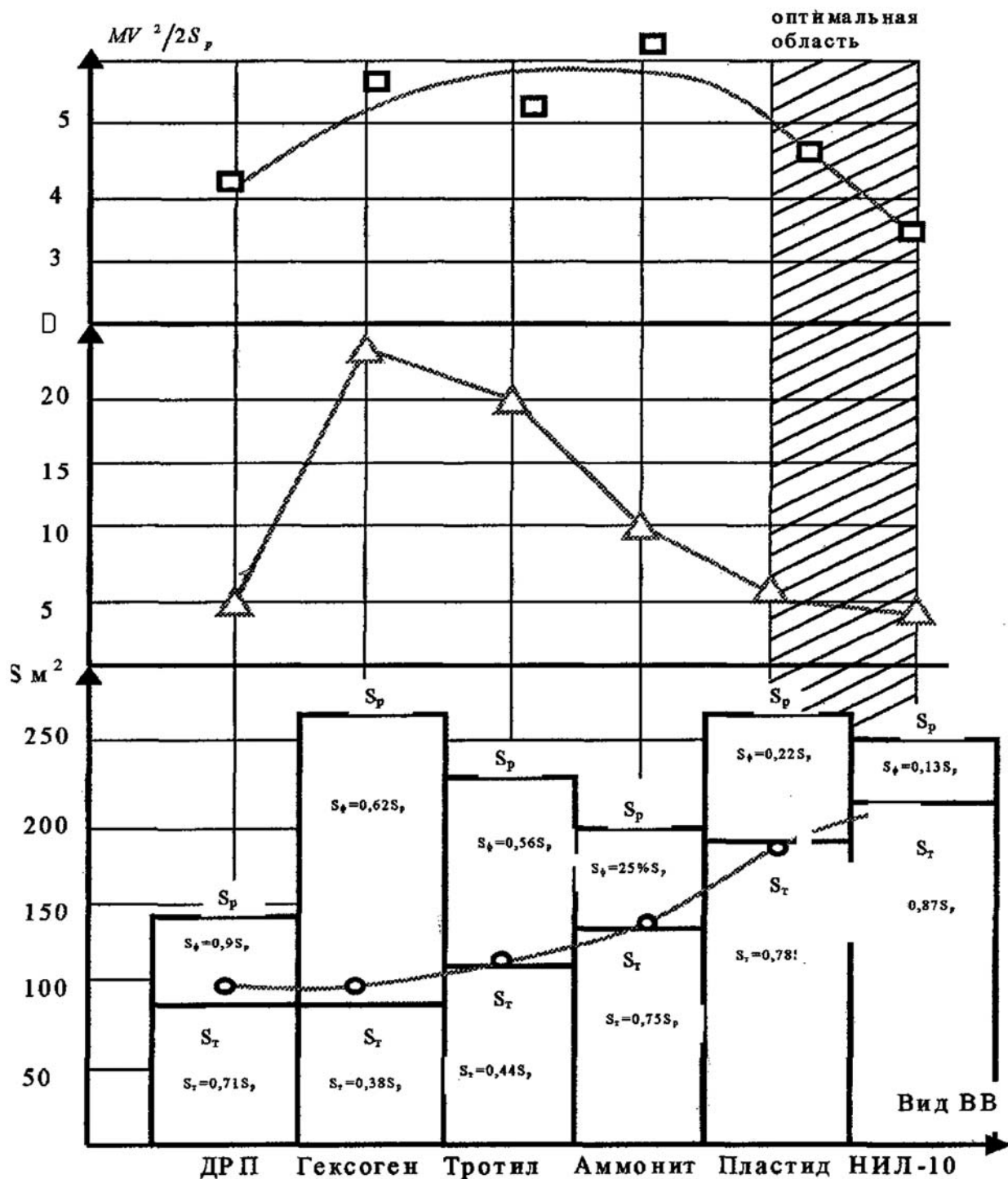


Рис. 2. Изменение величин площадей фрагментного - S_{ϕ} и сплошного - $S_{сп}$ распыления, дисперсии - D , удельной кинетической энергии W от вида взрывчатого вещества в распылительном заряде

До уровня значений начальной скорости распыления $V_0 = 100$ м/с величины площадей сплошного и фрагментного распыления практически совпадают - или имеют небольшую разницу. При значениях начальной скорости до $V_0 = 80$ м/с процесс распыления носит стабильный характер (рис. 4) создаются только малая площадь до $S=100$ кв.м равномерного распыления при больших удельных расходах воды и объемной кинетической энергии потока, что является показателем малой эффективности данного диапазона скоростных режимов движения газовойдынного шквала.



Рис. 3. Вертикальное распыление воды с помощью заряда ПВВ-4 (пластичное взрывчатое вещество)

В диапазоне значений начальных скоростей фронта шквала $80 = V_0 = 95$ м/с происходит резкое возрастание эффективности распыления ОС – резко увеличивается величина площади сплошного напыления и появляется небольшая внешняя полоска фрагментного напыления шириной не более 0,7 м. Соответственно снижается до оптимальных значений уровень удельной кинетической энергии и при этом сохраняется небольшая разница между величинами площадей сплошного и фрагментного распыления. В скоростном режиме диапазона $95 = V_0 = 100$ м/с наблюдается оптимальный режим распыления - обеспечиваются наибольшие величины площади сплошного распыления и относительно узкая полоса площади фрагментного распыления.

В скоростном режиме диапазона $95 = V_0 = 100$ м/с наблюдается также то, что значения удельной кинетической энергии минимальны из диапазона проведенных вычислений. Это доказывает наиболее эффективное использование массы распыляемой воды и энергии газообразных продуктов взрыва при распылении, равномерном по заданной площади. Поэтому можно предположить, что этот диапазон значений $W_{уд}$ обеспечивает достижение эффекта равномерного распыления воды по максимальной площади.

Высокая эффективность газовойодяного шквала обеспечивается малыми размерами массы капель воды, большой суммарной площадью их поверхности, высокой скоростью капель воды в вихревой несущей газовой среде и характерными свойствами вихря многократно воздействовать и проникать внутрь сложной структуры и в узкие цели.

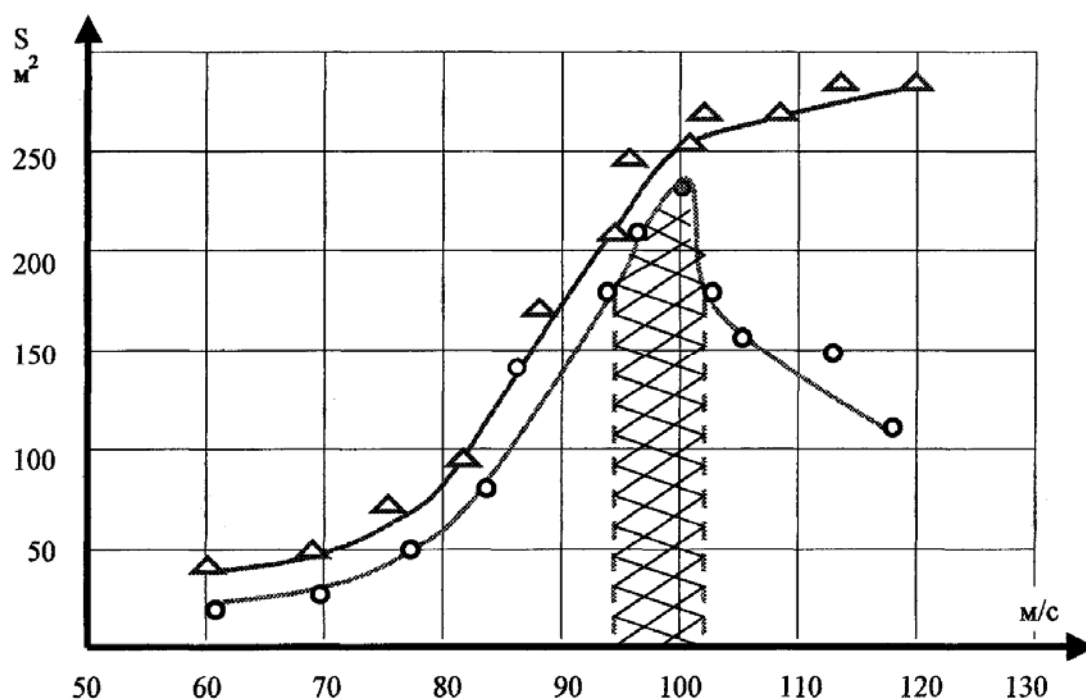


Рис. 4. Зависимости величин площадей тушения St и сбития пламени $Scб$ от начальной скорости распыления Vo

В диапазоне начальных скоростей более $Vo = 100$ м/с общая площадь напыления воды — прямого воздействия фронта шквала, продолжает возрастать пропорционально возрастанию величины заряда, но заметно медленнее, чем в диапазоне $90 = Vo = 100$ м/с. При этом впервые начинает проявляться и усиливаться, пропорционально дальнейшему увеличению массы распылительного заряда, эффект уменьшения площади равномерного, сплошного, эффективного распыления St при продолжающемся возрастании величины площади фрагментного распыления $Sф$. Очевидно, в этом диапазоне величин начальных скоростей импульсного распыления воды пропорционально возрастанию Vo происходит снижение равномерности распыления воды. Можно предположить, что площадь сплошного фронта шквала снижается, вследствие того, что по периферийной области фронта возрастает степень прорыва газообразных продуктов взрыва сквозь фронтальный слой воды, количество отдельных конгломератов и их скорость, что приводит к снижению величины площади сплошного, равномерного распыления.

Очевидно, что наиболее эффективный функциональный эффект достигается в диапазоне начальных скоростей распыления воды $95 = Vo = 100$ и сопровождается наиболее рациональным равномерным распределением кинетической энергии потока по площади воздействия. Таким образом, данная серия экспериментов позволила установить оптимальные величины: распылительного заряда $m = 2,25 - 2,75$ кг, начальной скорости $Vo = 95 - 100$ м/с и кинетической удельной энергии фронта шквала $W = 17 - 23$ кг.м/сек².

Определялась оптимальная высота срабатывания распылительного заряда в опускающемся контейнере над площадью воздействия. Минимальная высота выбрана 5 м, исходя из того, что на меньших высотах применять 100-килограммовую бомбу нецелесообразно. Из анализа графических зависимостей, представленных на рис. 5, видно, что при возрастании высоты в диапазоне от 5 м до 10 м, величины площади равномерного, сплошного распыления возрастают пропорционально высоте срабатывания распылительного заряда в опускающемся контейнере. Это сопровождается высокой стабильностью параметров импульсно создаваемого газоводяного шквала, при высокой степени (90%) повторяемости результатов экспериментов по углу раскрытия

шквала, форме его фронта и площади сплошного распыления, что позволяет этот диапазон высот распыления считать оптимальным.

После увеличения высоты расположения распыляющего воду контейнера над целью более чем на 10 м, при подрыве в нём распылительного заряда, площадь сплошного распыления S_T снижается обратно пропорционально увеличивающейся высоте - H . Площадь фрагментного распыления воды S_{ϕ} возрастает в диапазоне $10 < H < 13$ м, затем, при $H > 13$ м начинает снижаться. При этом уменьшение величины площади сплошного распыления - S_T происходит гораздо быстрее, чем площадь фрагментного распыления S_{ϕ} .

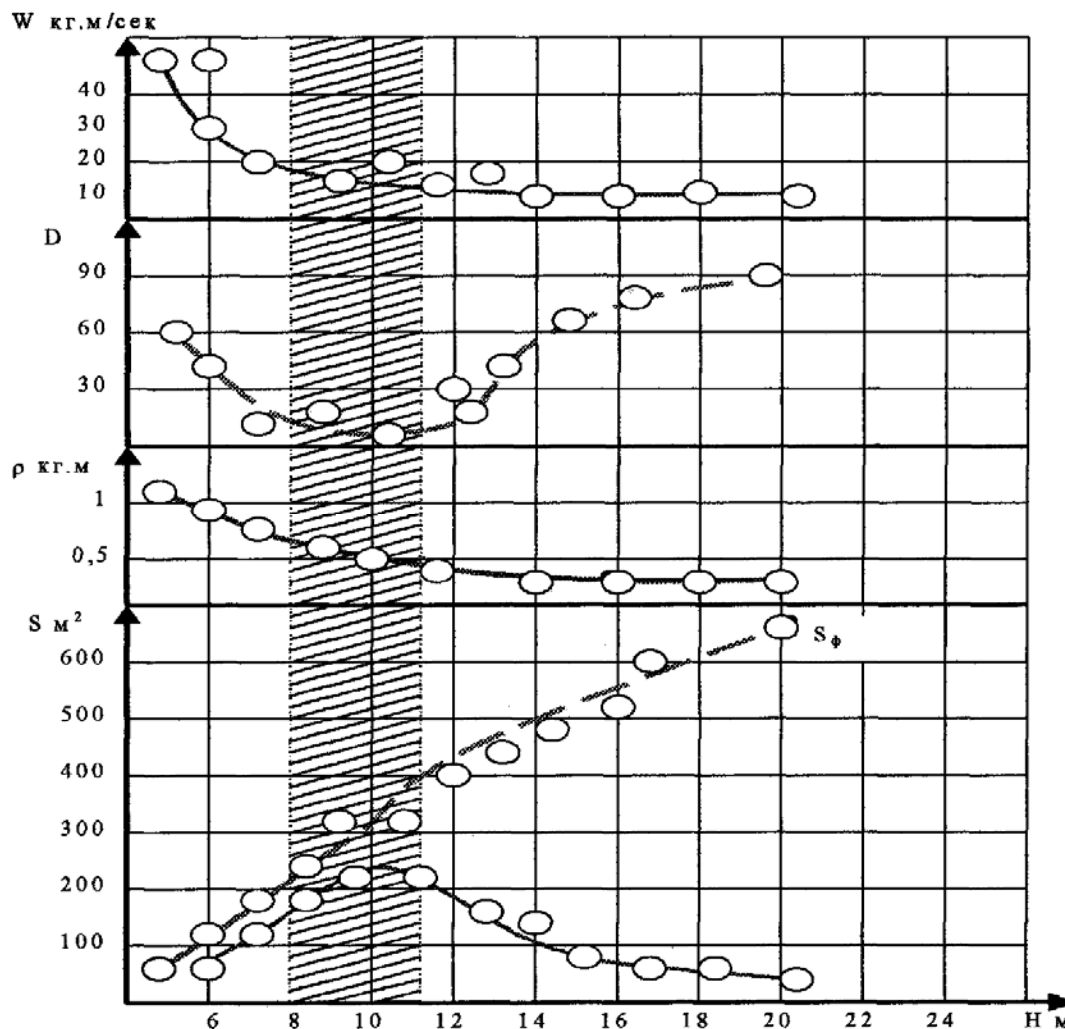


Рис. 5. Зависимость изменения величин площадей сплошного - S_T и фрагментного - S_{ϕ} распыления, удельного расхода воды - ρ , дисперсии - D , удельной кинетической энергии потока - W от высоты - H подвеса устройства импульсного конусообразного распыления

Эти эффекты возможно объяснить тем, что фрагментные пограничные слои фронта и боковой поверхности конусообразного шквала тормозятся, интенсивно разрушаются и их толщина возрастает вследствие интенсивного аэродинамического воздействия, при этом соответственно уменьшается сплошная центральная часть фронта импульсного газодисперсного потока.

Поэтому возможно заключить, что высота $H = 10$ м является оптимальной для подрыва распылительного заряда при спуске данного распылительного контейнера и позволяет достичь наибольшей величины площади сплошного распыления, после чего при дальнейшем увеличении высоты величина данной площади снижается

пропорционально высоте. Возрастание площади фрагментного воздействия мало влияет на увеличение общей величины площади эффективного воздействия. Импульсное распыление с высоты более 10 м нецелесообразно для одиночных распыляющих контейнеров с массой воды до 100 кг. Однако оптимальные высоты срабатывания распылительных зарядов могут превышать $H > 10$ м при залповом срабатывании нескольких бомб, когда их зоны фрагментного распыления перекрывают друг друга и в результате возрастает суммарная площадь зоны сплошного распыления и соответственно, эффективного функционального воздействия.

Исследование залпового вертикального распыления производилось с применением модельных двухлитровых распылительных контейнеров калибра $K = 100$ мм и таким же соотношением калибра к длине ствола $K: L=1:4$, как в изучаемом стволе, содержащем контейнер с 160 л воды. Расстояния между стволами фиксировались, стволы подвешивались на высоте 3м, что обеспечивало раскрытие фронта каждого отдельного шквала до диаметра $D = 2$ м и соответственно площадь сплошного воздействия $S = 3,14$ м². При этом обеспечивался такой же удельный расход воды $m=0,6$ л/кв.м, как при оптимальном режиме распыления из больших распыляющих контейнеров емкостью $M=160$ л, описанных выше. Поэтому первое расстояние между устройствами было взято равным диаметру эффективного раскрытия фронта шквала $P = 2$ м. Результаты испытаний приведены в таблице.

Таблица. Зависимость изменения отношения площади S_3 . эффективного, залпового распыления из 4-х двухлитровых контейнеров вертикального распыления, размещённых по углам квадрата с изменяемой величиной сторон от опыты к опыту, к суммарной величине площади S_c . воздействия отдельно сработавших этих устройств от величины расстояния – P между ними.

$P, \text{ м}$	2	3	4	5	6	7	8
S_3/S_c	0,7	0,85	2	2,5	1,5	1,2	1
$S_3, \text{ кв.м}$	8,8	10,7	25	31	19	15	12,6

Анализ результатов и динамика их изменения позволяет заключить, что залповое распыление имеет большие потенциальные возможности по увеличению площади и эффективности тушения. Для проверки выводов в реальных условиях в Польше, г. Сталёва Воля проводились полигонные эксперименты по подрыву 4-х контейнеров, содержащих по 160 л воды (природной), расположенных на высоте 10 м и на расстоянии 6 м друг от друга. В результате был создан мощный вихрь, сильно напоминающий реальный водяной шквал на море, который создал площадь сплошного распыления до 3500 кв.м, внешний вид которой создавал впечатление, что прошёл мощный ливень, полностью пропитавший влагой всю листву и хвою деревьев. Все 640 литров воды были тонко распылены и за 2-3 сек. шквального воздействия промочили все поверхности «до нитки», несмотря на относительно небольшую массу распылённой воды и удельный расход в среднем до 0,18 л/кв.м. Данный метод практически наиболее подходит для локализации и ликвидации экологически вредных выбросов на больших площадях, измеряемых тысячами и десятками тысяч кв.м.

Выводы

Определена конструкция устройства вертикального распыления воды при массе распыляемой воды в одном стволе от 100 до 200 кг; взрывчатое вещество для распылительного заряда; оптимальная высота распыления; оптимальное расстояние между срабатывающими залпом распылительными контейнерами, позволяющее увеличить площадь сплошного, эффективного распыления и функционального воздействия – тушения от 1,5 до 4 раз по сравнению с суммарной величиной площади

сплошного распыления от срабатывания такого же количества отдельно распыляющих контейнеров. При распылении не образуется поражающих осколков и взрывных волн, способных разрушить конструкции или поразить людей в зоне действия устройства.

Технология дистанционного воздействия потенциально может обеспечить решение ряда задач по локализации последствий аварий и катастроф в труднодоступных зонах: напыление пористых легких частиц адсорбентов по разливам нефти на поверхности воды; распыление жидкостей для локализации активных выбросов; распыление вязких составов по поверхности, содержащей радиоактивную пыль.

Другими задачами могут быть осаждение и ингибирование взрывоопасных газовых и токсичных газодисперсных смесей, дыма, пыли и пр.

1. Korotenko K.A., Mamedov R.M., Moores C.N.k. Prediction of the Transport and Dispersal of Oil in the South Caspian Sea Resulting from Blowouts // Environmental Fluid Mechanism. – 2002. – Т 1. – Р. 383-414.

2. Maderich V., Brovchenko I. Oil Dispersion by breaking waves and currents // Sea Technology. – 2005, – V.46. – № 4. – Р.17-22.

3. Thorpe S. Langmuir Circulation and the Dispersion of the Oil Spills in Shallow Seas // Spill Science and Technology Bulletin. – 2000. – V. 6. – Р.

4. Щербак Н.В., Захматов В.Д. Авіаційна бомба для розпилення та активації речовини. Пат. №84273. Україна. 2008.

5. Щербак Н.В. Оснащение войсковых частей импульсной техникой для ликвидации последствий экологических катастроф // Экология и ресурсы, Киев. – 2008. Вип.19, С.73-79.

6. Щербак Н.В., Кожемякин А.С., Воевода А.Н. Новые методы и техника тушения поджогов и катастрофических пожаров в небоскрёбах // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2002. №1, – С.119-126.

Н.В. ЩЕРБАК

СИСТЕМА ДЛЯ АВІАЦІЙНОГО ІМПУЛЬСНОГО НАПИЛЕННЯ АДСОРБЕНТІВ НА НАФТОВУ ПЛІВКУ В АКВАТОРІЇ

Обговорюється впровадження нової авіаційної технології для швидкої і якісної ліквідації розливу нафти в акваторії, описано дослідження роботи оригінальної підвісної установки імпульсного розпилення адсорбентів, наводяться дані полігонних випробувань і обговорюються перспективи практичного застосування результатів досліджень. Визначена конструкція пристрою вертикального розпилення води, вибухова речовина для заряду, оптимальна висота розпилення, оптимальна відстань між спрацьовуючими залпом розпилювальними контейнерами.

N.V. Shcherbak

SYSTEM FOR AVIATIONAL PULSE ADSORBENTS DEPOSITION ON THE OIL FILM ON THE WATER AREA

The implementation of new aviation technology for fast and high-quality liquidation of oil spill on the water area is discussed. The researches of the original hanging device working for pulse adsorbents deposition are described. Range testing results are shown and prospects for the practical application of researched results are discussed. Design of device for vertical spray of water, an explosive material to the spray, the optimum height of the spraying, the optimal distance between spray containers are determined.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ РИЗИКІВ

УДК 519.2, 614.84

А.Н. СЕРЕБРОВСКИЙ, В.Г. ПИЛИПЕНКО, Л.П. СИТНИЧЕНКО

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, г. Киев

О ДОПОЛНЕНИИ ГОСТ 12.1.004-91 “ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ” МОДЕЛЮ ДЕРЕВА ОТКАЗОВ

Предлагается методики использования модели «Дерево отказов» для расчета возможности пожаров. Эта методика не противоречит ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». Она является определенным дополнением к стандарту, обеспечивает максимальную наглядность и формализацию причинных связей между элементарными нежелательными событиями на объекте и дальнейшим возможным пожаром, создает основу для дальнейших аналитических процедур. Пользователями данной методики могут быть: эксперты-аналитики пожарной безопасности; конкретные практические функционеры по личному составу объектов, которые отвечают за пожарную безопасность; инспекторы пожарной безопасности, которые контролируют состояние объектов.

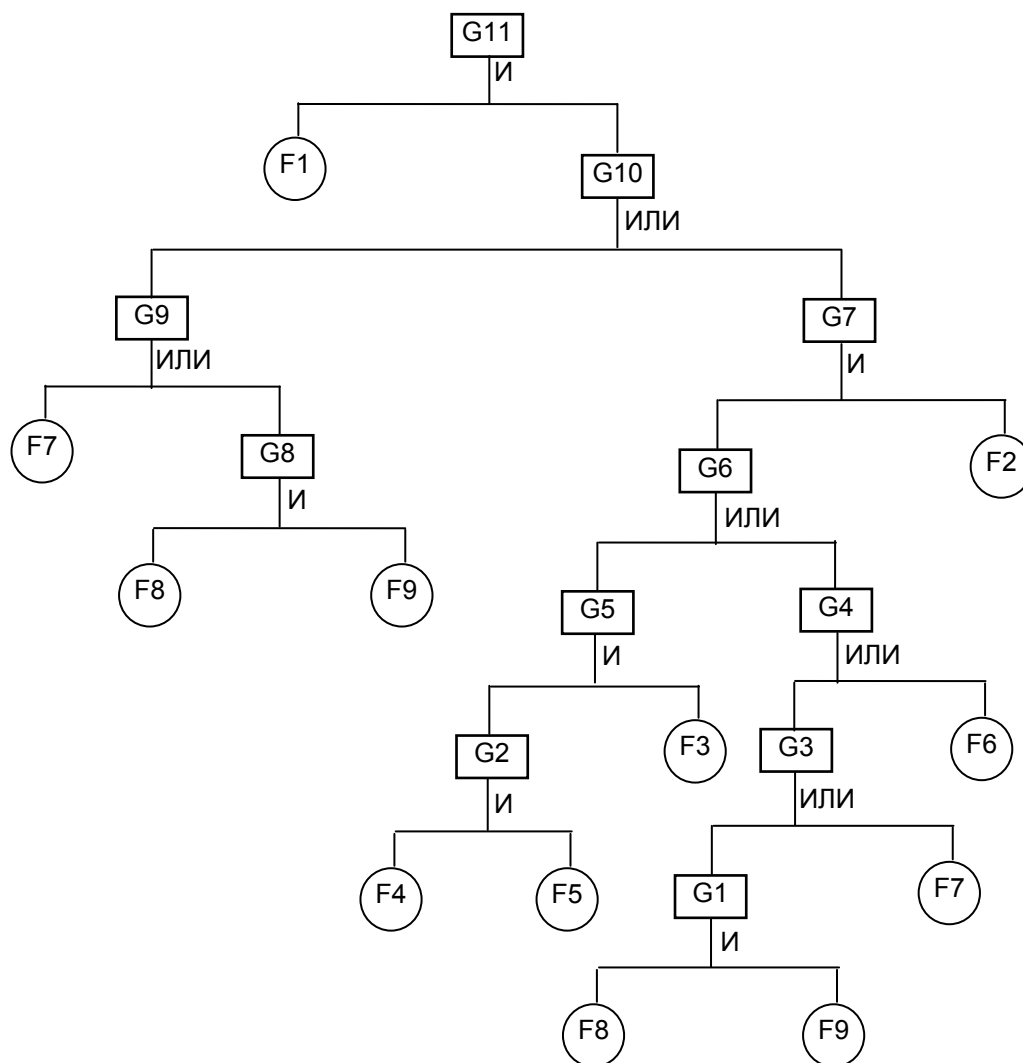
Введение

ГОСТ 12.1.004-91 [1] является одним из основных документов, регламентирующих пожарную безопасность. В Приложении 3 данного ГОСТа излагается Метод определения вероятности возникновения пожара (взрыва) в пожаровзрывоопасном объекте. Процесс вычислений представляет собой последовательность расчетов: вероятностей событий, способствующих возникновению горючей среды и источников зажигания в отдельных помещениях и технологических аппаратах; вероятностей пожара (взрыва) в отдельных составных частях объекта; вероятности пожара (взрыва) в объекте в целом. Не преуменьшая значения этого документа, рассмотрим метод моделирования «Дерево отказов» (ДО) как инструмент, расширяющий возможности ГОСТ 12.1.004-91. Метод ДО находит широкое применение как эффективное средство формализации процессов возникновения и развития техногенной опасности [2-5]. Достоинством ДО являются: графическая наглядность; возможность использования логико-вероятностных методов для формализованного представления опасности, что не только позволяет вычислять вероятности возникновения опасных событий, но облегчает моделирование и анализ потенциального риска; возможность оценки структурных значимостей отдельных событий из состава ДО; апробированность и универсальность применимости к различным предметным областям. Последнее обстоятельство позволяет включить метод ДО в арсенал расчетных и аналитических средств оценок и анализа риска пожаровзрывоопасных объектов. Метод ДО не противоречит ГОСТ 12.1.004-91, а только расширяет его возможности.

Цель данной работы – продемонстрировать методику построения ДО, его формализацию и применимость для расчетов вероятности пожара (взрыва) на потенциально опасном объекте.

Основные понятия

ДО пожара – графическая модель различных параллельных и последовательных сочетаний элементарных нежелательных событий (базисных событий) (БС), которые могут привести к возникновению пожара. В ДО БС соединены логическими операциями «И», «ИЛИ», образуя промежуточные события. Само ДО имеет вид перевернутого дерева, корнем которого является верхнее событие – пожар, а листьями – БС. Упрощенный иллюстративный пример ДО [6] приведен на рис. 1.



- F1 – отсутствует пожарная сигнализация;
 F2 – отсутствуют средства индивидуального пожаротушения;
 F3 – низкая дисциплина соблюдения пожарной безопасности;
 F4 – наличие горючих и смазочных материалов;
 F5 – наличие мусора;
 F6 – неисправность двигателя автомобиля;
 F7 – низкое техническое состояние электропроводки в гараже;
 F8 – неисправность электропроводки автомобиля;
 F9 – отсутствие заземления массы автомобиля.

Обозначения элементов:

○ – базисное событие

□ – промежуточное событие “И”/”ИЛИ”

Наименования элементов:

F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9 – базисные события

G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10 – промежуточные события
 G11 – верхнее событие

Рис. 1. Дерево отказов возникновения пожара в индивидуальном гараже

Совокупность БС, выполнение которых приводит к реализации верхнего события называется сечением ДО. Минимальным сечением ДО является такое сечение, которое не приводит к верхнему событию, если из него удалить хотя бы одно БС. Дизъюнктивно-нормальной формой (ДНФ) верхнего события «А» ДО является логическая сумма всех сечений ДО, т.е.:

$$A = \bigcup_{q \in Q} S_q \quad (1)$$

$$S_q = \bigcap_{i_q \in I_q} F_{i_q} \quad (2)$$

где: Q - множество индексов сечений ДО;

F_{i_q} - БС входящие в сечение с индексом S_q ;

I_q - множество индексов БС, входящих в сечение S_q .

Таким образом, ДНФ верхнего события является логической формализацией ДО.

Минимальной дизъюнктивно-нормальной формой является такая ДНФ, у которой все сечения являются минимальными.

Построение графа ДО (Процедура «А»)

Построение ДО выполняется квалифицированным экспертом и включает в себя:

- структурный анализ объекта, определение его составных частей (помещений, элементов оборудования, технологических аппаратов, установок);
- определение перечня элементарных нежелательных событий (базисных событий), которые могут привести к пожару (взрыву). Каждому базисному событию (БС) присваивается уникальный идентификатор;
- установление причинно-следственных связей между событием пожар (взрыв) и БС. Связи представлены с помощью промежуточных событий и логических отношений «И», «ИЛИ». Описание графа ДО завершается однозначной идентификацией промежуточных событий.

Ввод ДО в базу данных (БД) (Процедура «В»)

Ввод ДО в БД выполняется оператором (техническим работником) в автоматизированном интерактивном режиме на основании сформированного экспертом графа ДО. Ввод включает два шага: регистрацию в БД элементов ДО и ввод описаний причинно-следственных связей между элементами ДО.

В результате первого шага в БД формируются два списка идентификаторов для базисных и промежуточных событий.

Описание каждой причинно-следственной связи ДО имеет три составных элемента:

- идентификатор события – «следствия» (промежуточного или верхнего события ДО);
- тип логического отношения между событием –«следствием» и «причинными» событиями;
- совокупность идентификаторов «причинных» событий (промежуточных и (или) базисных порождающих событие-«следствие»).

Оператор выполняет последовательный ввод составных частей описания связей для верхнего события и всех промежуточных событий ДО. При этом сами идентификаторы не вводятся, а только указываются с помощью «выпадающих» списков промежуточных и базисных событий. При такой программной поддержке действия оператора сводятся к минимуму. После завершения ДО на экране высветится граф, описанный на рис.1, а в БД будет сформирована совокупность логических равенств, устанавливающих зависимость

между верхним событием (G_{11}) и совокупностью промежуточных и базисных событий ДО:

$$\begin{array}{l}
 G_1=(F_8 * F_9) \\
 G_2=(F_4 * F_5) \\
 G_3=(F_7 + G_1) \\
 G_4=(F_6 + G_3) \\
 \\
 G_6=(G_5 + G_4) \\
 G_7=(F_2 * G_6) \\
 \\
 G_9=(F_7 + G_8) \\
 G_{10}=(G_9 + G_7) \\
 G_{11}=(F_1 * G_{10})
 \end{array}
 \left\{
 \begin{array}{l}
 G_5=(F_3 * G_2) \\
 \\
 G_8=(F_8 * F_9)
 \end{array}
 \right.
 \quad (3)$$

Выражения (3) представляют собой первичную формализацию ДО (ПФДО), которая является основой для создания дизъюнктивно-нормальной формы ДО.

Построение дизъюнктивно-нормальной формы (Процедура «С»)

Задача данной процедуры – исключить из ПФДО промежуточные события и установить прямое логическое соотношение между верхним событием ДО с одной стороны и базисными событиями с другой. Процедура выполняется автоматически и состоит из двух шагов: исключение промежуточных событий из ПФДО и раскрытие скобок в логическом представлении верхнего события ДО.

Первый шаг реализуется последовательной подстановкой логических элементов ДО (БС и промежуточных событий), находящихся на более низких уровнях, в логические элементы более высоких уровней, вплоть до верхнего события ДО. На втором шаге в полученном логическом выражении верхнего события раскрываются скобки. При этом соблюдается правило транзитивности логического умножения относительно сложения. В результате получаем представление верхнего события в виде дизъюнкции сечений базисных событий ДО. В полученной ДНФ для каждого сечения выполняется проверка: присутствует ли в сечении такое базисное событие, которое повторяется в качестве сомножителя более одного раза. Если подобное имеет место, то повторные сомножители удаляются. По сути данная проверка реализует правило:

$$C * B * B = C * B \quad (4)$$

Применительно к нашему примеру результат первого шага имеет вид:

$$\left\{
 \begin{array}{l}
 G_1=(F_8 * F_9) \\
 G_2=(F_4 * F_5) \\
 G_3=(F_7 + (F_8 * F_9)) \\
 G_4=(F_6 + (F_7 + (F_8 * F_9))) \\
 G_5=(F_3 + (F_4 * F_5)) \\
 G_6=((F_3 * (F_4 * F_5)) + (F_6 + (F_7 + (F_8 * F_9)))) \\
 G_7=(F_2 * ((F_3 * (F_4 * F_5)) + (F_6 + (F_7 + (F_8 * F_9))))) \\
 G_8=(F_8 * F_9) \\
 G_9=(F_7 + (F_8 * F_9)) \\
 G_{10}(((F_7 + (F_8 * F_9)) + ((F_2 * ((F_3 * (F_4 * F_5)) + (F_6 + (F_7 + (F_8 * F_9))))))) \\
 G_{11}=(F_1 * ((F_7 + (F_8 * F_9)) + ((F_2 * ((F_3 * (F_4 * F_5)) + (F_6 + (F_7 + (F_8 * F_9)))))))
 \end{array}
 \right.
 \quad (5)$$

Результатом второго шага является выражение:

$$\begin{aligned}
 G_{11} = & F_1 * F_2 * F_3 * F_5 + F_1 * F_2 * F_3 * F_4 + F_1 * F_2 * F_8 * F_9 + F_1 * F_2 * F_7 + F_1 * F_2 * \\
 & F_6 + F_1 * F_8 * F_9 + F_1 * F_7.
 \end{aligned}
 \quad (6)$$

Минимизация ДНФ (Процедура «D»)

Задача данной процедуры – исключить из состава ДНФ «неминимальные» («избыточные») сечения, т.е. оставить в составе ДНФ только минимальные сечения. Необходимость минимизации вызвана тем, что значение вероятности верхнего события ДО, вычисленное для ДНФ, содержащей избыточные сечения, будет заведомо завышенным.

Процедура реализуется автоматически применением правила [7]:

$$C + C * D = C \quad (7)$$

где: C и D – конъюнкции БС в составе ДНФ.

Применительно к нашему примеру в ДНФ, описанном выражением (6), сечения $F1 * F2 * F7$ и $F1 * F2 * F8 * F9$ являются избыточными относительно сечений $F1 * F7$ и $F1 * F8 * F9$ соответственно, (согласно правилу (7)), поэтому они могут быть удалены из ДНФ.

Результатом является минимизированная ДНФ, имеющая вид:

$$G_{11} = F1 * F7 + F1 * F8 * F9 + F1 * F2 * F6 + F1 * F2 * F3 * F4 + F1 * F2 * F3 * F5 \quad (8)$$

Расчетная процедура (процедура «E»)

Минимизированная ДНФ является основой для расчетных и аналитических процедур. В данной работе рассмотрим процедуру расчетов вероятности пожара (взрыва), которая реализуется правилом:

$$P(A) = \sum_{q \in Q} P(S_q) \quad (9)$$

$$P(S_q) = \prod_{i_q \in I_q} P(F_{i_q}) \quad (10)$$

где: $P(A)$ – вероятность пожара (взрыва);

$P(S_q)$ – вероятности сечений из минимизированной ДНФ ;

$P(F_{i_q})$ – вероятности БС из ДНФ.

Замечание. Формулы (9), (10) реализуют приближенный расчет вероятности верхнего события, когда значения вероятностей БС не превышают 10^{-3} [8]. Точные значения вероятности можно рассчитать, если предварительно провести ортогонализацию полученной ДНФ [7]. Процедура ортогонализации подробно изложена в [7].

Значения вероятностей БС, на которых основан расчет вероятности пожара (взрыва), оцениваются по методикам, изложенным в ГОСТ 12.1.004-91.

Кроме того, существует подход оценки вероятностей БС, основанный на комбинированном использовании статистических данных и экспертных оценок [9]. Однако, эта проблема выходит за рамки данной работы.

Заключение

В работе предлагается методика применения модели «Дерево отказов» для расчетов вероятностей пожаров (взрывов) на объектах повышенной опасности. Данная методика не противоречит ГОСТ 12.1.004-91 “Пожарная безопасность”, а может быть определенным дополнением к нему, позволяющим обеспечить максимальную наглядность и формализацию причинно-следственных связей между элементарными нежелательными событиями, возникающими на объекте, и последующим возможным пожаром (взрывом).

Прямым назначением модели ДО является расчет вероятности пожара. Дополнительными достоинствами модели являются:

- удобство автоматизированной модификации самой модели ДО (добавление и удаление ветвей и элементов ДО, компилирование новых вариантов ДО на основе созданных ранее типовых ДО);

- высокая степень автоматизации ввода ДО (процедура “В”) и формализации ДО (процедуры “С”, “D”);

- возможность на основе модели ДО выполнять анализ значимости отдельных базисных событий и сечений ДО, а также анализ чувствительности вероятности пожара (взрыва) на вариацию параметров пожаровзрывоопасности.

Пользователями данной методики могут быть: эксперты-аналитики пожаровзрывоопасности; конкретные практические функционеры из личного состава объектов повышенной опасности, отвечающие за пожарную безопасность; инспекторы пожаровзрывобезопасности, контролирующие состояние объектов.

В Институте проблем математических машин и систем НАН Украины проводятся работы по созданию программного комплекса оценки и анализа пожаровзрывоопасности с использованием моделей Дерева отказов и Дерева событий.

1. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 14.06.91.
2. Бегун В.В., Горбунов О.В., Каденко И.Н. и др.. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ). НТУУ КПИ, – 2000. – 568 с.
3. Швыряев Ю.В. и др. Вероятностный анализ безопасности атомных станций // Методика выполнения. – М.: ИАЭ им. И.В.Курчатова. –1992. –264 с.
4. Векслер Л.М. Методологические проблемы вероятностного анализа безопасности АЭС. //Атомная техника за рубежом. –1995. – №1.
5. Integrated Reliability and Risk Analysis System (IRRAS). Basic Training Course /NRC/-Washington, 1995. – 720 p.
6. Бегун В.В., Науменко І.М. Безпека життєдіяльності. Міністерство освіти і науки України. Київ. – 2004.
7. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно сложных систем.: С.Петербург: Политехника – 2000.
8. Михалевич В.С., Кнопов П.С., Голодников А.Н. Математические модели и методы оценки риска на экологически опасных производствах // Кибернетика и системный анализ. – 1994. – №2. С. –121-139.
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.

А.Н. Серебровський, В.Г. Пилипенко, Л.П. Ситниченко

ПРО ДОПОВНЕННЯ ГОСТ 12.1.004-91 "ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА" МОДЕЛЛЮ ДЕРЕВА ВІДМОВ

Пропонується методика застосування моделі «Дерево відмов» для розрахунків вірогідності пожеж. Дана методика не суперечить ГОСТ 12.1.004-91 “Пожежна безпека”. Вона є певним доповненням до стандарту, забезпечує максимальну наочність і формалізацію причинних зв'язків між елементарними небажаними подіями на об'єкті і подальшою можливою пожежею, створює основу для подальших аналітичних процедур. Користувачами даної методики можуть бути: експерти-аналітики пожежної безпеки; конкретні практичні функціонери з особового складу об'єктів, які відповідають за пожежну безпеку; інспектори пожежної безпеки, що контролюють стан об'єктів.

A.N. Serebrovskiy, V.G. Pilipenko, L.P. Sitnichenko

ABOUT ADDITION TO THE GOST 12.1.004-91 "FIRE SAFETY" WITH MODEL OF FAULT TREE

The technique of the "fault tree" model applying for the calculation of probability of fires is proposed. This method does not contradict with GOST 12.1.004-91 "Fire Safety". It is a particular addition to the standard. Method ensures maximum visibility and the formalization of the causal links between elementary undesirable events at the facility and the possible fire. It provides a basis for further analytical procedures. The users of this technique may be: experts and analysts on fire safety; concrete practical functionaries from staff of objects who are responsible for fire safety; fire safety inspectors, who control objects state.

Э.А. ГРАНОВСКИЙ, В.А. ЛЫФАРЬ, А.П. ВОРОНА

ООО «Научный центр изучения рисков «Ризикон», г.Северодонецк.

МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙ И ОЦЕНКИ РИСКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «РизЭкс-2»

Проведен функциональный осмотр разработанного программного комплекса «РизЭкс-2», который является инструментарным средством реализации методологии оценки техногенного риска на основе рассмотрения причинно-последственных связей эксплуатационного риска объектов повышенной опасности, надежности и эффективности средств защиты та прогнозирования последствий возникновения и развития негативных физических процессов аварий на производстве.

Научный центр изучения рисков «Ризикон» разработал и предлагает для применения исследовательский программный комплекс для моделирования промышленных аварий и оценки риска «РизЭкс-2» [1-4], позволяющий выполнять все процедуры анализа опасности и оценки риска, регламентированные действующим международным и национальным законодательством, нормативными документами и национальными стандартами многих стран (рис. 1).

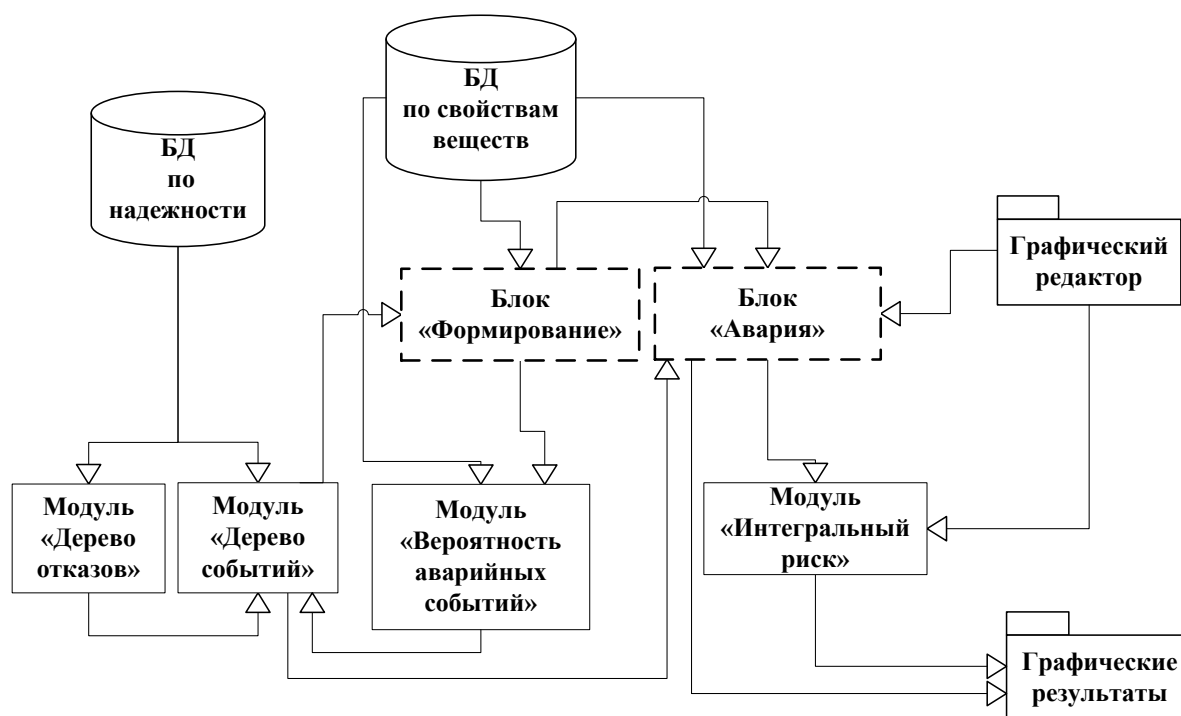


Рис. 1. Структурная схема организации процесса анализа опасности и оценки риска программного комплекса «РизЭкс-2»

Структура программного комплекса «РизЭкс-2» учитывает, что любой аварийный процесс (взрыв, пожар, токсичное облако и др.) происходит в результате случайных процессов возникновения и развития аварии, реализуемых вследствие отказов в системе «Машина – Человек».

Моделирование случайного процесса возникновения аварии в программе выполняется с использованием модуля **«Дерево отказов»** (исследование эксплуатационного риска).

Построение «дерева отказов» автоматизировано и производится на основе выявления причинно-следственных связей между отказами сверху вниз (от вершины к корням). Для построения используются условные графические обозначения логических символов и событий, предусмотренные действующими стандартами.

Расчет вероятности промежуточных событий и верхнего инициирующего аварии события производится на основе данных о вероятности базовых событий в «дереве отказов», которые представлены в базе в модуле **«БД по надежности»**.

База данных по надежности содержит информацию для более чем 3000 элементов технологических систем (оборудование, арматура и трубопроводы, контрольно-измерительные приборы и автоматика, системы противоаварийной защиты). Кроме того, содержатся данные о вероятности ошибочных действий персонала по выполняемым видам работ, с учетом времени суток, функциональных действий, режима работы в нормальных и стрессовых ситуациях. Это данные получены как из справочной литературы и паспортных данных, так и на основе обработки статистических данных, полученных в процессе эксплуатации промышленных объектов.

Программа в автоматизированном режиме выполняет анализ «дерева отказов» с перебором и поиском имеющих наибольшую вероятность реализации «минимальных аварийных сочетаний» и «проходных сочетаний». Программа с использованием различных методов по заданию пользователя проводит анализ значимости «базовых событий» и их влияния на вероятность инициирующего аварии события.

Автоматизированный анализ «дерева отказов» позволяет провести поиск решений для снижения вероятности возникновения аварии с минимальными затратами для каждого элемента технологической системы.

В результате определяется вероятность инициирующего аварии события для рассматриваемого аппарата или участка технологической системы с заданными параметрами и условиями выхода опасного вещества в окружающее пространство:

- полное разрушение или образование аварийных отверстий и их размер в аппарате или технологическом участке;
- объем и геометрические характеристики аварийного аппарата или участка;
- уровень, температура, давление и другие параметры технологической среды в аварийном аппарате;
- состав технологической среды и агрегатное состояние ее компонентов и т.п.

Эти данные используются как исходные при анализе случайных процессов развития аварии в модуле **«Дерево событий»** (эффективность и надежность средств защиты) и модулей блока **«Формирование»**.

Развитие аварии, завершающееся аварийным процессом, имеет множество направлений, каждое из которых определяется набором отказов и срабатываний систем сдерживания, включая действия человека. Моделирование случайного процесса развития аварии выполняется в автоматизированном режиме модулем **«дерево событий»** с вероятностью начального события, определенного методом «дерево отказов».

Вероятность промежуточных событий, каждое из которых представляет собой срабатывание или отказ системы защиты, предназначенной для сдерживания развития аварии или ликвидации ее на каком-то этапе развития, определяется либо как вероятность элементарного события с использованием базы данных по надежности, либо построением дерева отказов этой системы защиты с использованием модуля **«Дерево отказов»**. При этом для каждого промежуточного события учитывается не только вероятность его наступления, но и эффективность сдерживания аварии и ее ликвидации, определяемое:

- временем срабатывания (быстродействие);
- эффективностью выполнения целевой функции (снижение поверхности испарения, поглощательная способность и т.п.)
- количеством или расходом материалов, реагентов (тушащих веществ, поглотителей, пены, ПАВ и т.п.)
- другими мерами по достижению эффективности и надежности системы защиты.

Программа позволяет установить логическую связь между зависимыми и независимыми промежуточными событиями, что обеспечивает корректное построение «дерева событий» при сложной взаимозависимости промежуточных событий, включая человека, как элемента системы защиты.

В результате построения «дерева событий» определяется набор конечных состояний с заданными начальными условиями в «дереве отказов», временем формирования аварийной ситуации и параметрами, определяющими возможный масштаб аварии.

Оптимизация «дерева событий» по условию и минимизация по уровню вероятности позволяет найти минимально необходимый набор конечных состояний в «дереве событий», позволяющий с необходимой точностью определить суммарные риски возможных аварийных процессов.

Данные о начальных условиях в «дереве отказов» и информации каждого конечного состояния в «дереве событий» о времени формирования аварийной ситуации, об эффективности сработавших средств защиты и т.п. используются в расчетных модулях блока **«Формирование»**.

Если в аппарате или аварийном участке находятся сжатые газы, то в случае образовании аварийных отверстий рассчитывается интенсивность (массовый расход) истечения опасного вещества в окружающее пространство с использованием модуля **«Истечение газа»**. Расчет проводится как при образовании аварийного отверстия на теле аппарата, так и через систему трубопроводов при их прорыве. Учитывается поступление в аварийный аппарат или участок опасных веществ от смежных аппаратов или участков за время перекрытия потоков. Кроме интенсивности истечения рассчитывается изменение во времени массы выброшенного опасного вещества и давления в аппарате.

Если в аппарате или аварийном участке находятся сжиженные газы или жидкости, то в случае образовании аварийных отверстий рассчитывается интенсивность (массовый расход) поступления опасного вещества в окружающее пространство с использованием модуля **«Истечение жидкости»**. Расчет проводится как при образовании аварийного отверстия на теле аппарата, так и через систему трубопроводов при их порыве. Учитывается форма аппарата, высота уровня жидкости в аппарате, поступление в аварийный аппарат или участок опасных веществ от смежных аппаратов или участков за время перекрытия потоков. Программа позволяет получить графики изменения во времени интенсивности истечения (расхода) жидкости из аварийного отверстия и массы пролитой жидкости. Полученные данные используются как исходные для моделирования испарения жидкости при ее проливе.

Рассматривается мгновенный переход в паровую фазу при выбросе сжиженных газов и перегретых жидкостей и испарение жидкости из пролива. При выбросе многокомпонентных смесей определяется состав газовой фазы при заданном соотношении компонентов в жидкости. Для пролива с температурой жидкости ниже температуры кипения при атмосферном давлении рассчитывается изменение во времени интенсивности испарения и массы поступивших паров в атмосферу с учетом теплообмена с подстилающей поверхностью и атмосферой, радиационного потока и прогрева пролива внешним тепловым источником (например, пожаром). Кроме того, рассчитывается изменение во времени температуры и массы жидкости в проливе, его толщины и других характеристик.

Для рассматриваемого аппарата или участка технологической системы с использованием модуля **«Суммарный расход»** для поступающих в окружающее пространство газов и паров опасных веществ по всем потокам определяется суммарное изменение интенсивности и средняя интенсивность поступления опасных веществ в окружающее пространство.

По массе мгновенного выброса и интенсивности поступления газов и паров в окружающее пространство определяется изменение во времени массы между нижним и верхним пределами распространения пламени. Расчет выполняется с использованием модуля **«Формирование взрывоопасного облака»** по гауссовой модели рассеяния. На плане или карте местности отображается граница распространения взрывоопасного облака и определяется возможная взрывоопасная зона.

Модуль **«Вероятность аварийных событий»** с использованием модуля **«Формирование взрывоопасного облака»** рассматривает миграцию облака по территории опасного объекта с учетом вероятности направления и скорости ветра в возможном диапазоне их изменения и вероятность встречи со случайными источниками зажигания взрывоопасной смеси. По изменению во времени концентрации топлива во взрывоопасной смеси определяется вероятность реализации различных режимов сгорания: «огненный шар», взрыв, вспышка (хлопок). С учетом наличия или отсутствия пролива горючей жидкости и токсичных свойств выброшенных веществ и продуктов сгорания определяется вероятность пожара пролива при условии реализации одного из режимов сгорания и вероятность токсичной волны продуктов выброса и продуктов сгорания.

Блок **«Авария»** содержит набор модулей, позволяющих моделировать такие опасные физические процессы как:

- взрывы конденсированных ВВ, парогазовых облаков, сосудов высокого давления, BLEVE и другие;
- горение «огненного шара», пожара пролива, факелов, пожаров пролива произвольного контура;
- распространение парогазовых облаков опасных химических веществ;
- осколочное воздействие.

Расчет параметров опасных физических процессов позволяет получить данные о разрушениях, поражениях людей различной степени тяжести, возможности пробития оборудования осколками, возгорания материалов в результате воздействия теплового излучения, условный риск поражения людей различными факторами. На основании этих данных проводится анализ последствий аварий, расчет материальных потерь, возможное число пораженных, зоны поражений. Рассчитываются поля условного территориального риска.

Применение модуля **«Интегральный риск»** позволяет получить результирующие данные объединенного риска (поля территориального риска, индивидуальный риск для выделенных регионов, ожидаемое число пораженных, социальный риск на основе P-N диаграмм) для множественных источников опасности исследуемого объекта.

Программный пакет разработан таким образом, что отдельные модули могут использоваться как самостоятельные программы для решения частных задач промышленной безопасности, проведения экспертиз и других исследований. Использование информационной технологии оценки риска позволяет последовательно в интерактивном режиме провести полное исследование и, анализируя полученные результаты, выработать и оптимизировать набор мер, позволяющий эксплуатировать объект повышенной опасности с минимальными затратами и приемлемым уровнем безопасности.

1. Грановский Э.А., Лыфарь В.А. Моделирование промышленных аварий. Последствия и риск // Пожежна безпека. – 2001. – № 1(28) – С. 14–16.
2. Грановский Э.А., Лыфарь В.А. Анализ риска аварий сложных технологических систем // Международная научно-практическая конференция «Экологическая и техногенная безопасность». – Харьков: ХИСП, 2000. – С. 40–46.
3. Грановский Э.А., Лыфарь В.А. Программный комплекс для моделирования аварий и оценки риска «РизЭкс-2» // Тематический семинар «Оценка риска аварий на опасных производственных объектах». – М.: ФГУП «НТЦ по безопасности в промышленности», 2005. – С. 45–47.
4. Грановский Э.А., Лыфарь В.А., Ворона А.П. Моделирование случайных и детерминированных процессов возникновения и развития техногенных аварий с использованием программного комплекса "ризэкс-2". // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Труды Международной Научной Школы МА БР - 2007 (Россия, Санкт-Петербург, 4 - 8 сентября, 2007 г.) – СПб: ГУАП, 2007. – 540 с.

Э.А. Грановський, В.А. Лифарь, А.П. Ворона

МЕТОДИ І ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОДЕЛЮВАННЯ АВАРІЙ І ОЦІНКИ РИЗИКУ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ «РизЕкс-2»

Проведено функціональний огляд розробленого програмного комплексу «РизЕкс-2», що є інструментальним засобом реалізації методології оцінки техногенного ризику на основі розгляду причинно-наслідкових зв'язків експлуатаційного ризику об'єктів підвищеної небезпеки, надійності та ефективності засобів захисту та прогнозування наслідків виникнення та розвитку негативних фізичних процесів аварій на виробництві.

E.A. Granovskyi, V.A. Lyfar', A.P. Vorona

METHODS AND INFORMATIONAL TECHNOLOGY OF ACCIDENTS' MODELING AND RISK ASSESSMENT OF SOFTWARE COMPLEX «RizEks-2»

A functional examination of developed software system "RizEks-2" is done. «RizEks-2» is a tool that implements a methodology for assessing technological risk by considering the cause and consequential relationships of high-danger objects' operational risk, reliability and effectiveness of the protective measures and prognosis of the negative physical processes' consequences (accidents on production facilities) occurrence and development.

М.В. ЛИСАНОВ

*ЗАО «Научно-технический центр исследований промышленной безопасности»,
г. Москва, Россия*

ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА РИСКА В РОССИИ

Рассмотрены результаты и проблемы декларирования промышленной и пожарной безопасности в России. Показана необходимость единого методологического подхода к количественной оценке риска аварии и расчетов пожарного риска на опасных производственных объектах. Изложены предложения по совершенствованию методологии анализа риска.

Декларирование промышленной безопасности опасных производственных объектов в России, основанное на международном опыте, в том числе на положениях директив ЕС №82/501/ЕЭС и №96/82/ЕЭС (Директивы "Севезо"), на законодательном уровне внедрено Федеральным законом о промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1] с 1997 г. Целями декларирования безопасности является информирование заинтересованных органов и лиц об основных опасностях и рисках крупных аварий, а также мерах безопасности, принимаемых владельцем опасного объекта.

В целях реализации декларирования промышленной безопасности в России создана методическая база количественной оценки риска, включающая документы Ростехнадзора (РД 03-418-01, РД-03-14-2005, РД 03-357-00, РД 03-409-01, РД-03-26-2007), МЧС России (в части оценки пожарного риска), ОАО «Газпром», ОАО «АК «Транснефть». Российская нормативная методическая база по анализу риска в части общих подходов и методологии в целом гармонизирована с зарубежной. Различия связаны с:

1) применением отдельных методик, например, по последствиям взрывов облаков топливно-воздушных смесей (РД 03-409-01 и методика TNO-Multi-Energy);

2) допущениями, применяемыми на практике (например, в зарубежной практике не рассчитываются сценарии с полным разрушением крупных резервуаров сжиженного природного газа);

3) отсутствием в России нормативных методик расчета взрывных нагрузок в помещениях (например, в платформах) с учетом вероятности их возникновения (давление взрыва в помещениях рассчитывается упрощенно по СП 12.13130.2009 при их категорировании);

4) отсутствием требований и практики по проведению качественных методов анализа опасностей типа HAZID/HAZOP (описанный в РД 03-418-01, ГОСТ Р 51901.11-2005) – процедур, эффективных для анализа технологических опасностей, особенно на стадии проектирования (проводится почти исключительно совместными предприятиями) [3].

В настоящее время при декларировании промышленной безопасности оценены риски аварий практически на всех действующих крупных опасных производственных объектах ОПО (более 4 тыс.), на которых хранятся и используются опасные вещества. Как правило, декларации разрабатываются на проектируемые объекты, или в связи с изменением сведений, содержащихся в старых декларациях.

Однако вопросы методического обеспечения разработки деклараций, а также качество работ по декларированию (включая экспертизу деклараций), по-прежнему

далеки от полного решения. К недостаткам и типичным ошибкам декларирования относятся:

неверное определение или неполный перечень сценариев аварий;

ошибки в расчетах последствий взрыва дрейфующих облаков топливно-воздушных смесей (из-за неумения использовать РД-03-26—2007);

неправильное построение полей потенциального риска, требующих применения специальных компьютерных программ (типа ТОКСИ+, разработанной ЗАО НТЦ ПБ);

стремление подогнать расчеты под критерии допустимого (приемлемого) риска, в том числе установленные в [2].

В настоящее время развитие методологии анализа риска в практике обеспечения безопасности в России характеризуется следующими обстоятельствами:

вступлением в силу Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ, следствием которого явилась разработка методических документов по оценке пожарного риска и начало внедрения в практику декларирования пожарной безопасности;

принятием Федерального закона от 27.07.2010 № 225-ФЗ «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев опасных объектов за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте», согласно которому условия страхования опасных объектов зависят от результатов декларирования промышленной безопасности и безопасности гидротехнических сооружений, а также определения количества потерпевших при аварии;

появлением новых нормативных требований о необходимости оценки риска в положениях «Технического регламента о безопасности машин и оборудования» (утв. постановлением Правительства РФ от 15.09.2009 № 753);

широким применением количественного анализа риска при разработке специальных технических условий на проектирование и строительство ОПО, в частности, для обоснования уменьшения нормативных безопасных расстояний от ОПО до соседних объектов [4].

Таким образом, требования о необходимости проведения оценки риска содержатся в документах не только по декларированию промышленной безопасности, но и по пожарной безопасности, техническому регулированию, в планах по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, а также по локализации и ликвидации аварийных ситуаций на химико-технологических объектах и др.

Из новых документов, в которых содержатся требования анализа риска, следует отметить положения Технического регламента «О безопасности машин и оборудования», согласно которому при «...проектировании машины и (или) оборудования разрабатывается обоснование безопасности» — «документ, содержащий анализ риска... и дополняемый сведениями о результатах оценки рисков на стадии эксплуатации после проведения ремонта» (статьи 6, 10).

В соответствии с п. 6 статьи 6 Федерального закона от 2 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (123-ФЗ) расчеты по оценке пожарного риска служат составной частью декларации пожарной безопасности или декларации промышленной безопасности. Декларация пожарной безопасности составляется в отношении объектов защиты, для которых законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности предусмотрено проведение государственной экспертизы проектной документации, и предусматривает:

1) оценку пожарного риска (если проводится расчет риска);

2) оценку возможного ущерба имуществу третьих лиц от пожара.

Однако практика декларирования пожарной безопасности показала, что в подавляющем числе случаев декларанты ограничивались лишь перечнем документов,

содержащих требования пожарной безопасности без расчетов пожарного риска и оценок возможного ущерба.

Анализ показывает, что основной вклад в поражающие факторы аварий на большинстве ОПО нефтегазового комплекса связан с выбросом и воспламенением горючих веществ, поэтому индивидуальный и социальный риск гибели людей от аварий практически совпадает с соответствующими показателями пожарного риска [5].

При использовании результатов оценки риска на практике следует учитывать некоторые отличия в основных задачах анализа риска аварии и пожарного риска (см. табл.). Основная задача декларирования пожарной безопасности связана с оценкой соответствия объекта защиты требованиям технического регламента, в том числе количественным критериям допустимого пожарного риска [2].

Таблица. Различия в декларировании промышленной и пожарной безопасности

Показатели	Декларация	
	промышленной безопасности	пожарной безопасности
Термин	Документ, в котором представлены результаты всесторонней оценки риска аварии, анализа достаточности принятых мер по предупреждению аварий и по обеспечению готовности организации к эксплуатации опасного производственного объекта в соответствии с требованиями промышленной безопасности (РД-03-14—2005)	Форма оценки соответствия, содержащая информацию о мерах пожарной безопасности, направленных на обеспечение на объекте защиты нормативного значения пожарного риска [2]
Основной документ	[1]	[2]
Зарубежный аналог процедуры декларирования	Директива № 96/82/ЕС «Севезо» — «Отчет о безопасности» (Safety Report); Кодекс МОТ по предупреждению промышленных аварий, 1990 г.; Конвенция ООН «О трансграничном воздействии крупных промышленных аварий», 1992 г.; Конвенция МОТ № 174 «О предотвращении крупных промышленных аварий», 1993 г.	Нет аналогов
Объект декларирования	Опасный производственный объект согласно: - критериям № 116-ФЗ [5]; - данным Ростехнадзора из государственного реестра ОПО; - приложению 1 к Методическим рекомендациям по осуществлению идентификации опасных производственных объектов (Утв. приказом Ростехнадзора от 5 марта 2008 г. № 131)	Объект защиты — точно не определен
Число объектов	Около 3500 ОПО	Более 1000 000 объектов защиты

Показатели	Декларация	
	промышленной безопасности	пожарной безопасности
Рассчитываемые показатели риска	Частота аварий, индивидуальный риск, социальный риск гибели от аварии с выбросом опасных веществ, в том числе от пожара; поле потенциального риска, F/N кривая, ожидаемый ущерб, в том числе экологический	Индивидуальный, социальный риск гибели от пожара, в том числе не связанный с выбросом опасных веществ (при необходимости расчета)
Методы анализа риска	Разработчики декларации могут применять любые обоснованные модели и методы расчета. Приоритетными для проведения анализа риска являются методические документы, согласованные или утвержденные федеральными органами исполнительной власти (п. 42 РД-03-14—2005, п. 4.2.4 РД 03-418—01)	Определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым МЧС России (п. 5 постановления Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. № 272)

Согласно п. 3.5 РД 03-418—01 основная задача анализа риска аварии – выявление в технологической системе ОПО наиболее опасных, «слабых» мест, что соответствует требованию п. 24, п. 31 РД-03-14—2005 о приведении в декларации не столько самих величин показателей риска, сколько информации о наиболее опасных составляющих, участках ОПО и наиболее значимых факторах, влияющих на показатели риска. Такая позиция основана на признании проблемы получения точных оценок риска, общеизвестной зависимости результатов расчетов от допущений, используемых исполнителями анализа риска, и возможности при этом подгонки расчетов под заданные критерии (подробнее см. сайт <http://www.safety.mou.su>).

В данной связи важен единый методический подход к оценке риска аварий и пожарного риска на ОПО. В развитие такого подхода для оценки пожарного риска МЧС России утверждены:

Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности (утв. приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382);

Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. приказом МЧС России от 04.07.2009 № 404).

Однако последняя методика не распространяется на объекты магистральных трубопроводов (а фактически и на промышленные трубопроводы, буровые и нефтегазодобывающие установки) и не учитывает наиболее опасных сценариев, связанных с дрейфом облаков опасных веществ (что позволяет РД-03-26-2007), а также сценариев с разлетом осколков.

Поэтому в ближайшее время основные направления деятельности в области оценки риска должны быть связаны с совершенствованием:

- 1) системы обучения, аттестации экспертов и аккредитации организаций в области декларирования промышленной безопасности и анализа риска;
- 2) нормативных документов (методик, стандартов, рекомендаций) по анализу опасностей и оценке риска для типовых опасных производственных объектов, в том числе с учетом целей данной оценки (декларирование промышленной безопасности, страхование и т.д.);
- 3) активизации внедрения качественных (инженерных) методов анализа технологических опасностей (типа HAZOP по ГОСТ Р 51901.11-2005);

4) сотрудничества ведущих российских и украинских специалистов в области анализа техногенного риска, в том числе путем совместного участия в практических работах и разработке методических документов.

1. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1997. – № 30. – Ст. 3528.

2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Российская газета. – № 4720. – 2008. – 1 авг.

3. Лисанов М.В., Симакин В.В. и др. Применение методов анализа опасностей Hazid и Hapor при проектировании газотранспортного терминала // Безопасность труда в промышленности. – 2008. – №8.

4. Сумской С.И., Пчельников А.В., Шанина Е.Л., Лисанов М.В., Зозуля В.В.. Анализ риска аварий на магистральном трубопроводе, транспортирующем ШФЛУ // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – №2. – С.48-53.

5. Сидоров В.И., Лисанов М.В. О декларировании промышленной и пожарной безопасности на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – №11.

6. Самсонов Р.О., Крепнюк А.Б., Овчаров С.В., Сафонов В.С. Роль и место Декларации промышленной безопасности в решении проблемы технического регулирования // Безопасность труда в промышленности. – 2007. – № 9. – С. 34–40.

М.В. Лисанов

ДЕКЛАРУВАННЯ ПРОМИСЛОВОЇ І ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ, РОЗВИТОК МЕТОДОЛОГІЇ АНАЛІЗУ РИЗИКУ В РОСІЇ

Розглянуто результати та проблеми декларування промислової і пожежної безпеки в Росії. Показано необхідність єдиного методологічного підходу до кількісної оцінки ризику аварії та розрахунків пожежного ризику на небезпечних виробничих об'єктах. Викладено пропозиції щодо вдосконалення методології аналізу ризику.

M.V. Lisanov

REPORTING OF INDUSTRIAL AND FIRE SAFETY, METHODOLOGY OF RISK ANALYSIS DEVELOPMENT IN RUSSIA

The results and problems of industrial and fire safety declaration in Russia are reviewed. The necessity of a common methodological approach to quantitative evaluation of the accident risk and calculation of fire risk at dangerous production facilities are described. Suggestions for improving the methodology of risk analysis are given.

С.І. АЗАРОВ¹, В.Л. СИДОРЕНКО², С.А. ЄРЕМЕНКО¹, О.В. БИКОВА²

¹Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України, м. Київ

²Інститут державного управління у сфері цивільного захисту Університету цивільного захисту України, м. Київ

КОНЦЕПТУАЛЬНА РОЗРОБКА ЄДИНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПОЖЕЖНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЇ СКЛАДУ БОЄПРИПАСІВ ТА ПРИЛЕГЛОЇ ТЕРИТОРІЇ

Запропоновано системний підхід до концептуальної розробки єдиної системи контролю пожежного та екологічного стану територій складів боєприпасів. Єдина система контролю побудована за ієрархічним принципом, де на нижньому рівні використовується радіометричний метод виявлення осередків пожеж, шкідливих викидів в повітря та несанкціонованих порушень.

Безпека людини і навколишнього середовища, їх захищеність від техногенних, природних і соціально-політичних небезпек віднесена до проблем особливої важливості держави і суспільства, а їх рішення – до пріоритетних завдань національної безпеки. Останнім часом особливої уваги потребують артбази, арсенали, сховища і склади боєприпасів (БП) і вибухових речовин, на яких можливе виникнення аварій з розвитком вибухових і пожежних небезпек, що призводить до формування небезпечних факторів, які в подальшому негативно впливають на довкілля та забруднюють навколишнє середовище.

Більше сотні складів БП та артилерійських баз Міністерства оборони України утримують біля 1,3 млн тонн БП і вибухових речовин. Біля 500 тис. тонн віднесені до розряду надлишкових, тобто тих, що потребують утилізації. З них 140 тис. тонн вимагають термінової утилізації. Щороку кількість БП збільшується на 10-15 тис. тонн.

Умови зберігання даної продукції не відповідають вимогам нормативних актів. Спроба утилізувати традиційними методами (спалюванням, підривом, похованням, затопленням) такої кількості надлишкових БП, що накопичилися на складах і арсеналах, неминуче приведе до екологічної катастрофи. Знешкодження та утилізація БП, які несправні, непридатні до ремонту, морально і технічно застарілі та призначений термін служби яких закінчився, проводиться дуже повільно внаслідок відсутності достатніх потужностей із сучасними методами їх утилізації. Тому ризик виникнення пожеж та вибухів на цих об'єктах залишається великим. Аварії на таких об'єктах призводять до забруднення довкілля токсичними газами, пилом, сажею, отруйними і канцерогенними речовинами з різними фізико-хімічними властивостями і ступенями впливу на навколишнє природне середовище та людей.

Отже актуальними є проблеми спостереження, попередження і раннього сповіщення можливості виникнення та розвитку аварій і пожеж на цих об'єктах та прилеглий території, а також контролю доступу та екологічного стану.

Доцільно було б оснастити такі об'єкти спеціальною системою попередження і спостереження за процесом виникнення осередків загорянь, пожеж та розвитку аварійних ситуацій. Аналіз порівняльних технічних і економічних показників існуючих систем і систем, що розроблюються, показав перевагу та ефективність використання радіометричного комплексу (РМК) з надвисокочастотним (НВЧ) радіометром.

На даний час проблему безпеки територій складів БП прийнято розглядати за її окремими напрямками (або видами): технічна, охоронна, пожежна, інформаційна, екологічна тощо. Природно, що відповідно до цих напрямів розроблюються і спеціальні

системи контролю.

Пропонується системний підхід до концептуальної розробки єдиної системи забезпечення безпеки цих потенційно небезпечних об'єктів, що дозволить знизити фінансові витрати на проектування, виготовлення й експлуатацію за рахунок виключення дублювання різнотипних систем безпеки.

Єдина система контролю побудована за ієрархічним принципом, де на нижньому рівні використовується радіометричний метод виявлення осередків пожеж, шкідливих викидів у повітря та несанкціонованих порушень.

Унікально широкий діапазон можливостей перебудови довжини хвилі, активний, пасивний та активно-пасивний режим роботи, НВЧ-радіометр, незалежність його показань від погодних умов (туман, хмарність, опади), умов освітлення, часу доби (день, ніч) може зробити радіометричний метод дуже перспективним щодо дистанційного зондування і контролю території складів БП.

З іншого боку, висока питома і повна потужність сучасних РЛС, що працюють у широкому спектральному діапазоні, детальне пророблення фізичних принципів їхньої роботи і розмаїтість певних НВЧ-радіометрів, які випускаються (у тому числі й серійно), дозволить створити єдину систему безпеки.

Фізичні основи роботи радіометричного пристрою. Для контролю пожежонебезпечної обстановки використовується вимірювання радіояскравості температури за допомогою закону Релея-Джинса:

$$P_f = \frac{2 \pi K T_{\text{я}}}{\lambda_u^2} \left(\frac{B_T}{M^2 \Gamma_{\text{ц}}} \right), \quad (1)$$

де: $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – стала Больцмана; $T_{\text{я}}$ – радіоясрава температура, К; λ_u – довжина хвилі випромінюваних коливань і коливань, на яких здійснюється прийом радіотеплового випромінювання, м.

Потужність випромінюючих радіохвиль буде дорівнювати:

$$P = \frac{2 \pi K}{\lambda_u^2} T_{\text{я}} \Delta f S, \quad (B_T), \quad (2)$$

де: Δf – смуга високочастотної частини приймача; S – площа випромінюючого середовища (осередку пожежі).

Граничний контраст температур, що виявляється із заданою вірогідністю, визначається за формою:

$$\Delta T_{\text{пор}} = \frac{T_{\text{п}} [\Phi^{-1}(1 - P_{\text{пт}}) + \Phi^{-1}(1 - P_{\text{пс}})]}{0,7 \sqrt{\Delta t / \Delta F}}, \quad (K), \quad (3)$$

де: Φ^{-1} – інтеграл імовірності; $P_{\text{пт}}$ – імовірність хибної тривоги; $P_{\text{пс}} = 1 - P_{\text{по}}$; $P_{\text{по}}$ – імовірність виявлення осередку загоряння; $T_{\text{п}}$ – повне зниження температури джерела випромінювання з урахуванням температури приймача; ΔF – смуга фазоперетворювача низької частоти (ФНЧ).

Умова виявлення осередку загоряння:

$$\Delta T \geq \frac{\Delta T_{\text{пор.}} \Omega_A}{\Omega_y}, \quad (K), \quad (4)$$

де: $\Omega_A = 4\pi / G_{\text{п}}$ – ширина головної спрямованої дії приймальної системи; $G_{\text{п}}$ – коефіцієнт спрямованої дії системи; $\Omega_y = S_y / D^2$ – кутовий розмір осередку загоряння; де: S_y – площа пожежі; D – шлях до осередку пожежі.

Дальність дії НВЧ-радіометра:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{S_y G_{\text{п}}}{4 \pi D T_{\text{пор.}}}}, (\text{км}), \quad (5)$$

Виходячи з основної формули радіолокації та з огляду на ослаблення потоку випромінювання за рахунок його поглинання у повітрі та у газовому (димовому) середовищі, можна записати:

$$M(f, \varphi) = X_0 (L - d) + \int_0^d X(t, x) dx, \quad (6)$$

де: M – коефіцієнт поглинання, що має функцію виду:

$$M(t, \varphi) = \ln \left(\frac{\sqrt{G_0 S_0 S P_0}}{4 \pi D^2 \sqrt{P}} \right), \quad (7)$$

де: f – частота випромінювання; X, X_0 – коефіцієнти поглинання атмосфери та газу (забруднювача); P_0 – потужність випромінювання; P – потужність відбитого сигналу на вході приймача; S – ефективна площа розсіювання реперу; S_0, G_0 – ефективна площа та коефіцієнт спрямованої дії антени, що передає; L – шлях НВЧ-радіометра – репер; D – товща шару газового утворення; φ – поточний азимутальний кут.

Середня концентрація газу:

$$\bar{N} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \left\{ \frac{\partial M(f_i, \varphi_i)}{\partial t} \left[\frac{\partial \sigma(t)}{\partial t} d(\varphi_i, \varphi_0, R_i, R_0) \right] \right\}, \quad (8)$$

де: R_0, φ_0 – координати центру газового утворення.

Наприклад, для сірководню середня частота обертового спектра складає $f_0 = 168,7$ ГГц, а ширина спектра $\Delta f = 1,7$ ГГц. Адекватний цьому радіолокаційний сигнал с $f_0 = 168,7$ ГГц повинен мати тривалість імпульсу приблизно 10 нс. У табл. 1 наведені лінії поглинання деяких газів.

Таблиця 1. Лінії поглинання деяких газів

Газове середовище	NH ₃	N ₂ O	NO ₂	CO	CO ₂	NO	O ₃	H ₂ S
Частота, ГГц	23,87	25,12	26,62	115,19	150,1	153,1	101,74	168,7

Спектроскопічний ефект обумовлений квантовими переходами між різними енергетичними рівнями газового середовища при зондуванні електромагнітними хвилями визначених діапазонів. Вимірюючи інтегральні інтенсивності поглинання контрольованого газу на частотах, що відповідають обертовому переходу (див. табл.1), можна визначити середню концентрацію відповідного (що контролюється) газу.

Варіант побудови системи. На даний час створені та апробовані датчики НВЧ-радіометра на базі резонатора Фарбі-Перо та об'ємних резонаторів у 4-х і 2-х міліметровому діапазонах хвиль; прийомо-передавач просторового випромінювання у 8-ми міліметровому діапазоні, який працює у режимах на відображення і на прохід; автоматична установка для вимірювання інтенсивності поглинання з похибкою не більшою 5,0% (до 10 дБ) та резонансною частотою з похибкою не більшою 1,0%. У склад системи (рис. 1) входить антена (1), генератор шуму (2), комутатор (3), лінійний тракт (4), квадратичний детектор (5), підсилювач низької частоти (6), синхронний детектор (7), генератор опорних сигналів (8), ФНУ (9), ПЕОМ (10).

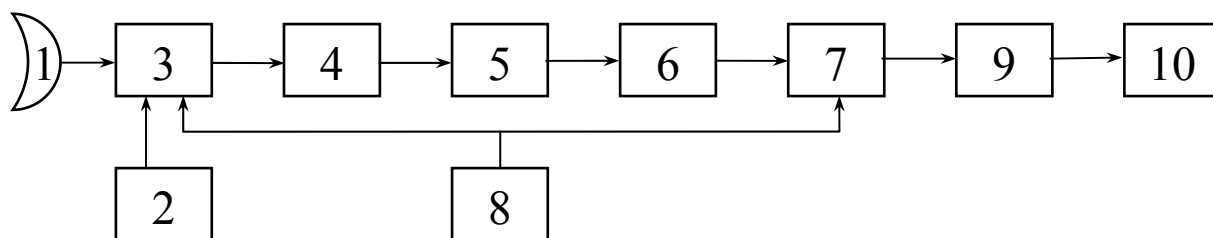


Рис. 1. Структурна схема системи

Основні тактико-технічні характеристики існуючої системи і систем, що розробляються, наведені у табл.2.

Таблиця 2. Основні тактико-технічні характеристики системи

Основні характеристики	Існуюча	Що розробляється	
	Стандартна РЛС	НВЧ-радіометр	Активно-пасивний комплекс
Діапазон хвиль	міліметрові	міліметрові (сантиметрові)	міліметрові
Ширина діаграми спрямованості в азимутальній і кутовій площинах, град.	~ 1	≤ 1	~ 1
Потужність передавача, кВт	2	–	2
Тривалість імпульсу, нс	10; 1	–	10; 1
Дальність дії, км	~ 15	~ 10	~ 15
Точність визначення дальності, м	0,8	–	0,8
Точність визначення кутових координат, град.	0,5	1,0	0,5
Імовірність визначення аномалій:			
- осередку загоряння	0,85	0,90	0,95
- біологічного об'єкту	0,80	0,90	0,95
- газових утворень	0,75	0,80	0,90
Точність визначення аномалій, %:			
- осередку загоряння	10	5	7
- біологічного об'єкту	15	10	10
- газових утворень	5	7	5
Маса, кг	35	20	70
Габарити, м	0,5×0,5×0,8	0,3×0,3×0,5	0,6×0,6×0,5
Вартість розробки, тис. грн.	90	60	150

На рис. 2 зображено двопозиційний кутомірно-далекомірний активно-пасивний РМК, що складається з двох рознесених на відстань 10-15км центрального пункту (ЦП) і виносного пункту (ВП). Кожний ВП складається з двох підсистем: пасивний НВЧ-радіометр і активна радіолокаційна станція, яка здійснює вимір дальності в заданих пеленгах. На рисунку показана ситуація з визначенням осередків загоряння (або інших небажаних подій) на території складу БП і на прилеглий до складу території та передачі цієї інформації до головного центру обробки інформації (споживачам).

Можливі варіанти розташування РМК на стаціонарних платформах і вишках, а також

на автомобільному шасі або літальних апаратах (наприклад, для дистанційного контролю за лісовими пожежами).

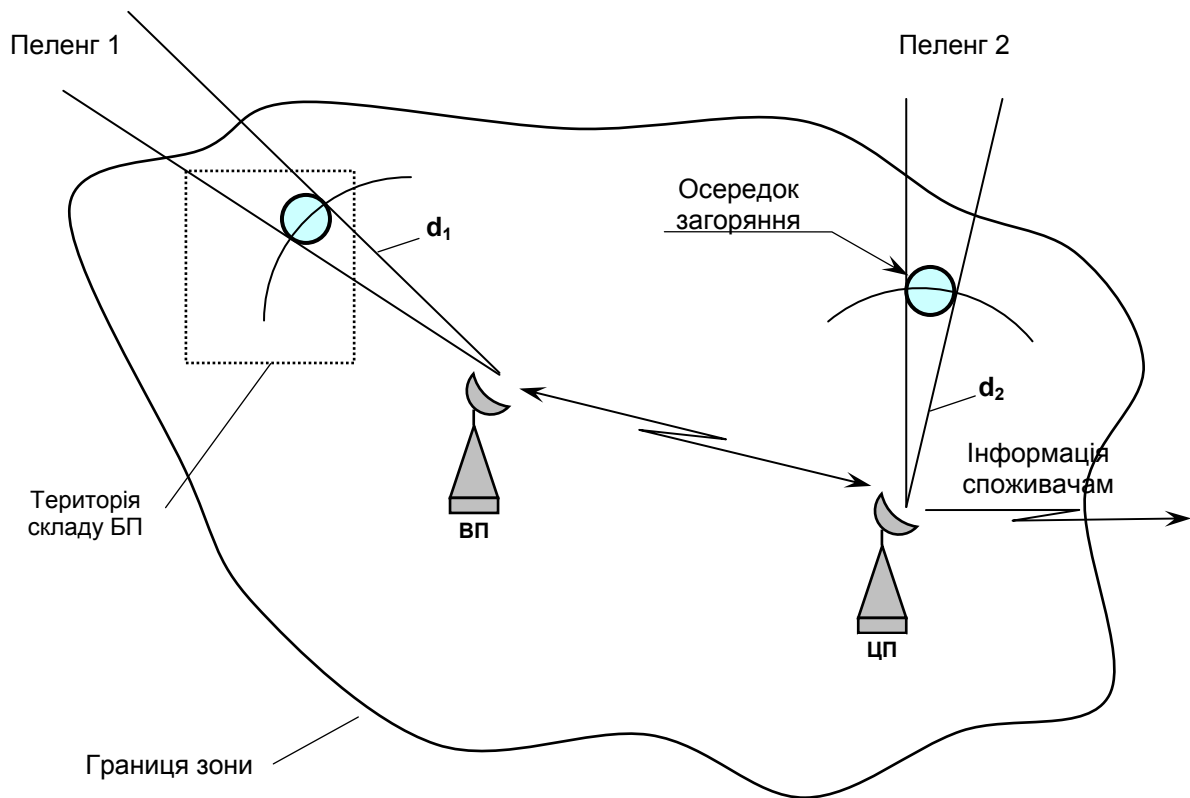


Рис. 2. Структура двопозиційної кутомірно-daleкомірної активно-пасивної системи

Раннє виявлення осередків загоряння на складах БП і прилеглих територіях здійснюється за допомогою НВЧ-радіометра, який працює в різних режимах вимірювань (інтегральний, диференціальний тощо), що дозволяє дистанційно встановити різноманітні показники пожежі (температуру, розміри осередку, вміст вологи у паливних матеріалах тощо) і безупинно стежити за динамікою зміни цих показників. У той же час шляхом критеріального аналізу і виділення корисних сигналів у ЦП про параметри пожежі робиться прогноз розвитку і поширення пожежі, а також проводиться розрахунок міграції продуктів згоряння та оцінка екологічних наслідків. Структура РМК з мінімальною комплектацією представлена наступними головними блоками і пристроями (див. рис.1): приймальна багатоканальна антена, пристрій сполучення, пристрій первинної обробки інформації, персональна ЕОМ.

При виявленні ділянок з підвищеною температурою способом зарубок з двох-трьох ВП автоматично визначається номер ділянки території, на якій можлива пожежа, і відслідковується динаміка зміни температури у просторі і часі. При перевищенні контрольних рівнів сигнали з НВЧ-радіометрів через антени надходять на НВЧ-модулі ЦП, де вони також фільтруються, підсилюються і перетворюються по частоті. Перетворені сигнали надходять у низькочастотні (НЧ) модулі, де вони також фільтруються і підсилюються. Спеціальний обчислювач забезпечує автоматичну корекцію каналів і тривале їхнє нагромадження, необхідне для підвищення чутливості системи.

Таким чином, показана перевага і доцільність використання радіометричного способу спостереження за територією складів БП і прилеглою територією у комплексі єдиної системи контролю пожежного та екологічного стану територій.

1. Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Єременко С.А. Система автоматичного протипожежного захисту складів і арсеналів з боєприпасами на основі радіометричного комплексу // Матеріали науково-технічної конференції "Актуальні проблеми наглядово-профілактичної діяльності МНС України" МНС України, УЦЗУ, Харків. – 2006. – С. 11-13.

2. Сидоренко В.Л., Єременко С.А., Азаров С.І. Про можливість використання НВЧ-радіометра для захисту артскладів від пожеж // Матеріали науково-технічної конференції "Захист населення і територій у надзвичайних ситуаціях". МНС України, УЦЗУ, Харків. – 2006. – С. 27.

3. Сидоренко В.Л., Сорокін Г.А., Азаров С.І. Розробка єдиної системи дистанційного контролю доступу, пожежного й екологічного стану на території аеропорту // Наука і молодь. Прикладна серія: Зб. наук. праць. – 2005. – Вип. 5. – С. 140-143.

4. Сидоренко В.Л., Сорокін Г.А., Азаров С.І. Розробка єдиної системи дистанційного контролю доступу, пожежного й екологічного стану на території аеропорту // Матеріали V Міжнародної наукової конференції студентів та молодих учених "Політ". МОН України, НАУ, Київ. – 2005. – С. 20.

С.І. Азаров, В.Л. Сидоренко, С.А. Єременко, О.В. Быкова

КОНЦЕПТУАЛЬНА РАЗРАБОТКА ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОЖАРНОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ СКЛАДА БОЕПРИПАСОВ И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Предложен системный подход к концептуальной разработке единой системы контроля пожарного и экологического состояния территорий складов боеприпасов. Единая система контроля построена по иерархическому принципу, где на нижнем уровне используется радиометрический метод обнаружения очагов пожаров, вредных выбросов в воздух и несанкционированных нарушений.

S.I. Azarov, V.L. Sydorenko, S.A. Yeremenko, A.V. Bykova

CONCEPTUAL DEVELOPMENT OF UNIFIED FIRE AND ECOLOGICAL STATE CONTROL SYSTEM OF THE TERRITORY OF AMMUNITION STORAGE FACILITY AND THE SURROUNDING AREA

The systemic approach to the conceptual development of a unified fire and ecological control system of territory of ammunition storage is proposed. The unified control system is based on the hierarchical principle, where radiometric method is used at the lower level for detecting cells of fires, air pollution and unauthorized violations.

П.Б. ВОЛЯНСЬКИЙ

Департамент охорони здоров'я та медико-біологічного захисту МНС України, м. Київ

ПРИНЦИПИ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗГОРТАННЯ МОБІЛЬНОГО ГОСПІТАЛЮ ЗАЛЕЖНО ВІД МЕДИКО-ГЕОГРАФІЧНИХ УМОВ

На основі досвіду роботи мобільних формувань Державної служби медицини катастроф України запропонована модель створення і функціонування мобільного госпіталю у різних медико-географічних умовах. Визначними факторами при виборі схеми були: відсутність поблизу місця розташування МГ потенційно небезпечних споруд, промислових об'єктів, звалищ сміття тощо; наявність під'їзних шляхів та доступність місця розташування госпіталю для відвідування його населенням, що постраждало внаслідок землетрусу; оптимальна можливість забезпечення сталого функціонування МГ та безпека особового складу.

Вступ

Останні десятиліття історії людства позначилися значною кількістю надзвичайних ситуацій (НС) природного, антропо-техногенного та соціально-політичного характеру, котрі супроводжуються не тільки матеріальними, а й, на жаль, занадто великими людськими втратами. За даними ООН та Товариства Червоного Хреста і Червоного Півмісяця за останні 25 років обсяг та кількість людських втрат внаслідок НС в декілька разів перевищує втрати внаслідок військових дій. Прикладами таких НС може бути природна катастрофа в регіоні Індійського океану (2004 р.), де загинуло більше людей, ніж за весь час військових дій в Індокитаї, наслідок землетрусу в Пакистані (2005 р.), де загинуло, отримало травми та захворіло в декілька разів більше осіб, ніж за майже 50-річний військовий конфлікт з Індією. Втрати населення Ірану внаслідок землетрусу (2003р.) в провінції Керман значно перевищили військові втрати в період Ірано-Іракської війни 80-90-х років XX ст. Вищезазначені факти свідчать про наявність певної тенденції щодо підвищення ролі саме загроз, що виникають у мирний час.

Виклад основного матеріалу

Враховуючи наявність значного, а певною мірою й унікального, досвіду роботи мобільних формувань Державної служби медицини катастроф (ДСМК) України з надання медичної допомоги постраждалим внаслідок НС природного характеру за межами держави, ми вважаємо за доцільне розглянути таку роботу в якості своєрідної моделі на прикладі мобільного госпіталю МНС України, який належить до формувань ДСМК державного рівня. У випадку НС, що супроводжуються появою значної кількості санітарних втрат чи порушенням інфраструктури охорони здоров'я, виникають проблеми з організацією подолання медико-санітарних наслідків НС і надання ЕМД значним контингентам постраждалих. Як свідчить світовий і вітчизняний досвід, за таких обставин для організації надання медичної допомоги постраждалим залучаються мобільні медичні формування [1, 4], а також формування ДСМК.

До формувань ДСМК, що призначені для надання медичної допомоги на догоспітальному етапі, належать медичні бригади постійної готовності першої черги, спеціалізовані медичні бригади постійної готовності другої черги, лікарсько-сестринські бригади, мобільні медичні загони швидкого реагування (ММЗШР) і мобільні медичні госпіталі. Наукові розробки і практичний досвід роботи мобільних медичних формувань свідчить про значну медичну і соціальну ефективність їх використання. У 1997 р. МНС України придбало основне матеріально-технічне оснащення для утворення ММЗШР в структурі міністерства. Також було замовлено в УНПЦ ЕМД та МК розробку науково

обґрунтованої структури, штатного розкладу, табелів оснащення та іншої нормативно обґрунтованої документації для створення і функціонування ММЗШР як на теренах країни, так і за кордоном. Виконання замовлення проводилося в межах госпдоговірної науково-дослідної роботи.

Ґрунтуючись на аналізі санітарних втрат потенційно можливих НС, були визначені обсяги медичної допомоги, яку можливо надавати постраждалим та місце ММЗШР в системі ДСМК України. Згідно наукових наробок і досвіду подолання наслідків реальних НС [1-3] відомо, що серед постраждалих, які загинули в перші 2 доби після отримання травм за умов НС, тільки 10% мають несумісні з життям травми і пошкодження. Причому, за відсутності адекватної медичної допомоги в зоні НС в першу годину може загинути до 30 %, через 3 год. – 60 %, а через 6 год. – 90 % постраждалих з важкими пошкодженнями з тих, хто мав шанси вижити. Тому що найважливішими для постраждалих є перші години після отримання пошкоджень, а особливо відповідальним є перший етап медичної евакуації. Виходячи з цього, основним призначенням ММЗШР була визнана участь в розгортанні першого етапу медичної евакуації, медичне сортування і надання в зоні НС першої лікарської (за наявності технічних можливостей – кваліфікованої) невідкладної медичної допомоги постраждалим при станах, які загрожують їх життю і здоров'ю.

Розрахунки обсягу медичної допомоги, яку має надавати загін на першому етапі евакуації, з врахуванням його можливостей при гіпотетичній НС державного масштабу з числом постраждалих 1200 – 1400 чол. На думку фахівців, необхідність в невідкладній медичній допомозі за умов НС потребують 15 – 20 % від загальної кількості постраждалих [2, 3, 5]. З урахуванням цього ММЗШР був розрахований на можливість протягом доби надавати першу медичну допомогу 400 чол., а також забезпечити госпіталізацію 20 нетранспортабельних постраждалих. Визначення структури загону, його штатної чисельності та табелів оснащення були проведені виходячи з цього обсягу допомоги. Протягом перших 5-ти років існування ММЗШР змінювалась структура і фактично відбувалась реорганізація мобільного загону в мобільний госпіталь (МГ). Досвід утворення, розгортання і роботи за призначенням мобільного госпіталю закріплений в «Положенні про мобільний госпіталь, який належить до сфери управління МНС України», затвердженому сумісним наказом МНС України та МОЗ України від 20.12.2002 р. № 327/478. Мобільний госпіталь є відомчим медичним закладом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, призначеним для надання кваліфікованої та окремих видів спеціалізованої медичної допомоги постраждалому населенню та рятувальникам у загонах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, що входить до складу медичних формувань ДСМК, має ліцензію МОЗ України на медичну практику та акредитаційний сертифікат вищої категорії МОЗ України. Відповідно до наказу МНС України від 21.02.2006 р. № 90 „Про передачу майнового комплексу мобільного госпіталю МНС України” мобільний госпіталь є структурним підрозділом Державного підприємства „Мобільний рятувальний центр МНС України” (далі – ДП МРЦ МНС України). У роботі мобільного госпіталю використовується штатне майно, медикаменти, апаратура та спорядження згідно з табелем оснащення. Акредитований госпіталь і атестований його особовий склад внесений до реєстру аварійно-рятувальної служби. Робота мобільного госпіталю при виконанні завдань за призначенням як на території України, так і за її межами регламентується спільним наказом МНС України та МОЗ України.

Згідно Положення, госпіталь входить до складу медичних формувань ДСМК державного рівня і призначений для надання кваліфікованої та окремих видів спеціалізованої медичної допомоги постраждалому внаслідок НС населенню та рятувальникам. МГ забезпечує прийом, медичне сортування і часткову санітарну обробку

постраждалих з різними видами травм (в т.ч. бактеріологічним, радіаційним, хімічним і комбінованими видами уражень), надання кваліфікованої та окремих видів спеціалізованої медичної допомоги постраждалим і хворим з наступним лікуванням тимчасово нетранспортабельних, підготовку до медичної евакуації постраждалих, яким показано лікування в стаціонарних медичних закладах за межами зони НС природного або техногенного характеру, підсилення медичних закладів в зоні НС на другому етапі медичної евакуації [6]. МГ складається із комплексу споруд, призначених для створення нормативних санітарно-гігієнічних умов для надання медичної допомоги постраждалим та підготовки їх до евакуації в стаціонарні лікувальні заклади незалежно від відомчої належності. МГ може перебувати у розгорнутому та згорнутому станах.

Розгорнутий стан – це режим функціонування госпіталю з повним штатом за призначенням в зоні НС та у визначеному місці під час проведення навчань і тренувань. Повний штат передбачає залучення до складу при розгортанні медичних працівників державного або територіального рівнів ДСМК. В розгорнутому стані госпіталь може працювати в автономному режимі в пристосованих приміщеннях або у власних пневмокаркасних модулях. Розрахований на надання ЕМД щодобово 400-м постраждалим і може додатково розгорнути до 200 ліжок. Табельне оснащення розраховано на 30 діб автономної роботи. Штатна чисельність повного складу МГ в розгорнутому стані становить 152 посади, в т.ч. 57 лікарів, 1 провізор, 48 середніх медичних працівників, 25 санітарів та 21 інший спеціаліст. Згорнутий стан – режим зберігання медичного і матеріально-технічного майна госпіталю, проведення ремонтних і профілактичних робіт, поповнення запасу медикаментів і підтримання постійної готовності до виїзду. Штатна чисельність персоналу в згорнутому стані становить 16 посад, в т.ч. 2 лікарі, 1 провізор, 2 середніх медичних працівники та 11 інших спеціалістів. З урахуванням подвійного підпорядкування госпіталю та його особового складу (МНС України та МОЗ України), розгортання і режим функціонування як на території України, так й за її межами визначається спільним наказом двох міністерств. Термін збору особового складу 6 год., готовність до виїзду – 8 год. з моменту початку оповіщення. Відділення МГ розгортаються протягом 1-2 год. в послідовності, зумовленій конкретними обставинами з метою прийняття першого потоку постраждалих через 1 год. Готовність МГ до прийому перших постраждалих в осередку враження через 1 годину після прибуття на місце розгортання у зоні НС. Фахівці УНПЦ ЕМД та МК у складі МГ МНС України протягом останніх років приймали участь в подоланні наслідків потужних землетрусів у центрально-азійському регіоні (Туреччина, 1999 р.; Індія, 2001 р.; Іран, 2003 – 2004 рр.; Пакистан, 2005 р.) [1-3, 5]. У табл. наведено показники роботи МГ при подоланні наслідків потужних землетрусів у центрально-азійському регіоні. Використані дані взято зі звітів про роботу МГ, у складанні яких автор приймав участь.

Таблиця. Показники роботи МГ МНС України в центрально-азійському регіоні

	Туреччина, 1999р.	Індія, 2001р.	Іран, 2003р.	Пакистан, 2005р.
Надано допомогу постраждалим (чол.) в МГ	5432	5558	7304	11100
в т.ч. дітям	1351	1053	1890	1364
Проліковано в стаціонарі (чол.)	179	270	531	531
Виконано оперативних втручань	37	216	147	147
в т.ч. дітям	11	69	34	37
Народилося (чол.)	0	13	29	7
Виконано лабораторно-діагностичних досліджень	790	1300	2057	2524

Так, за весь період роботи у складі МГ МНС України в осередках потужних землетрусів співробітниками Центру було надано медичну допомогу понад 24 тис. постраждалих, з яких майже 3 тис. лікувались стаціонарно. Більш 20 % від загальної кількості постраждалих склали діти до 14 років [1, 3]. Під час надання гуманітарної допомоги значним контингентам постраждалих внаслідок катастрофічних землетрусів розгортання МГ проводилося за складних медико-географічних умов. Розгортання проводилося в умовах морського узбережжя (Туреччина), пустелі (Індія та Іран) та високогір'я (Пакистан). В умовах морського узбережжя та пустелі потрібно було знайти рівний майданчик площею 100 м² для розгортання інфраструктури МГ у звичному вигляді з використанням хрестоподібного розміщення пневмокаркасних модулів (рис. 1), а саме 4 пневмокаркасні модулі з'єднувались один з одним через малий перехідний модуль.

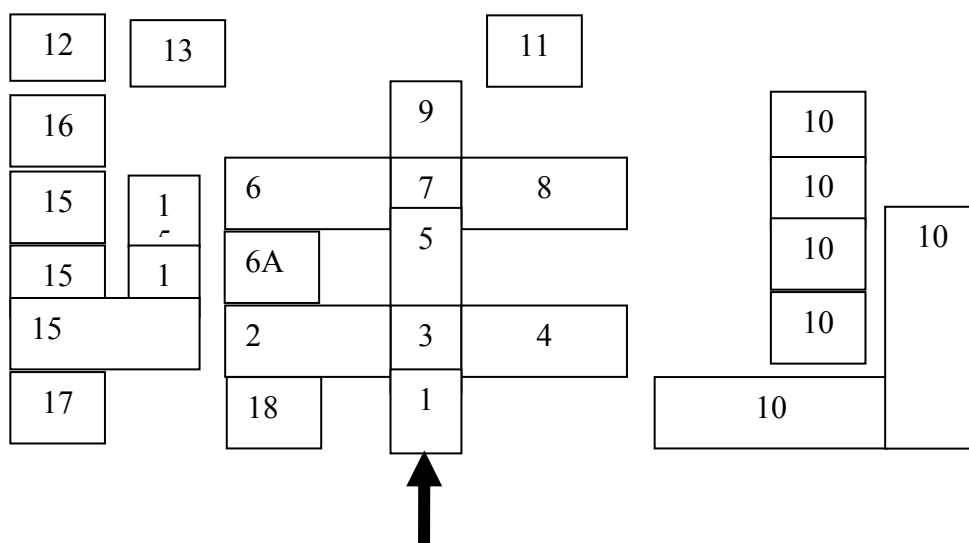


Рис. 1. Схема розгортання мобільного госпіталю в Індії (2001р.)

1 – приймально-перев'язувальне відділення; 2 – аптека, 3 – лабораторія; 4 – відділення інтенсивної терапії; 5 – післяопераційна; 6 – «чиста операційна»; 6А – гнійна операційна; 7,9 – житлові приміщення; 8 – дитяче відділення; 10 – госпітальне відділення; 11 – технічне відділення; 12, 13 – санітарний блок; 14 – кухня; 15 – житлові приміщення; 16 – їдальня; 17 – штаб; 18 – сортувальний пост.

Згідно такої схеми розгортання і розміщення функціональних відділень МГ постраждалий після надходження до приймального відділення по внутрішньому простору госпіталю переміщувався за призначенням до відповідного відділення. Якщо припустити, що постраждалий був контамінований біологічними або хімічними агентами, то важливим було б можливе забруднення 2-3 функціональних відділень. Тому подібна схема розгортання доцільна при подоланні наслідків НС техногенного характеру (наприклад, масштабна аварій на транспорті), а також при НС природного характеру (землетрус) без виникнення вторинних вражаючих факторів при руйнуванні хімічно (біологічно) небезпечних об'єктів. При розгортанні МГ за умов високогір'я виникають певні проблеми з розміщенням підрозділів на одному майданчику у зв'язку зі складними географічними умовами – ламаний гірський рельєф, гірські тераси або незручні підходи до майданчика. Зазвичай у гірській місцевості придатний майданчик можна знайти лише на розчищених, придатних до землеробства терасах на гірських схилах. Тому, зважаючи на складний рельєф, схема розгортання МГ розкладається на декілька рівнів. Умовно на перший (вищий) рівень можна винести приймальні відділення № 1 (чоловіче) та № 2 (дитяче та жіноче), лабораторно-діагностичне відділення і на певному віддаленні – інфекційне відділення. На другому рівні можна встановити відділення інтенсивної терапії, операційний блок з

пологовим залом та аптеку. Також на цьому рівні розміщуються госпітальне відділення, інформаційно-аналітичний відділ і керівництво МГ (штаб), а також підрозділ технічного забезпечення. На третій рівень винесено житлові приміщення та харчоблок з їдальнею. На четвертому рівні розміщено санітарний блок МГ.

Подібна ярусна (багаторівнева) схема розміщення пневмокаркасних модулів МГ дозволяє у випадку надходження постраждалих до приймального відділення звести до мінімуму можливість забруднення внутрішнього простору госпіталю. Така схема розгортання дозволить також обмежити пересування по території МГ пацієнтів та їх родичів.

Висновок

При аналізі власного досвіду функціонування МГ за різних медико-географічних умов визначними факторами при виборі схеми були: відсутність поблизу місця розташування МГ потенційно небезпечних споруд, промислових об'єктів, звалищ сміття тощо; наявність під'їзних шляхів та доступність місця розташування госпіталю для відвідування його населенням, що постраждало внаслідок землетрусу; оптимальна можливість забезпечення сталого функціонування МГ та безпека особового складу (стаціонарне енергопостачання, охорона території; благополучна епідемічна обстановка в місці його розташування).

1. Кукуруз Я.С., Гур'єв С.О., Терент'єва А.В. Аналіз досвіду роботи мобільного госпіталю при ліквідації медико-санітарних наслідків катастрофічних землетрусів в центрально-азійському регіоні // Мат. наук. - практ. конф. "Актуальні питання теорії і практики медицини катастроф і медичного забезпечення Збройних сил України на сучасному етапі". – Тернопіль. – 2006. – С. 29 - 30.

2. Рошін Г.Г., Новіков Ф.М., Гур'єв С.О., Кузьмін В.Ю., Сазик С.П. Клініко-організаційні засади динаміки структури мобільного госпіталю за етапами подолання медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій // Мат. симп. "Проблемні питання медицини невідкладних станів".- К., 2007. – С.123 - 125.

3. Гур'єв С.О., Волянський П.Б., Терент'єва А.В., Сазик С.П., Грінченко Ю.О. Організація та управління процесом надання медичної допомоги постраждалим внаслідок землетрусів / Переяслав-Хмельницький: "СКД", 2008. – 188с.

4. Гур'єв С.О., Волянський П.Б., Терент'єва А.В. та інш. Принципи формування концепції медичного захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій природного, техногенного та соціально-політичного характеру // Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. "Організаційні, медико-фармацевтичні і методичні аспекти медицини катастроф". – Тернопіль. – 2005. – С. 21 - 22.

5. Рошін Г.Г., Кукуруз Я.С., Терент'єва А.В. Стратегічні напрями організації надання медичної допомоги постраждалим внаслідок землетрусів // Мат. II Всеукр. наук.-практ. конф. "Політравма – сучасна концепція надання медичної допомоги". – К. – 2006. – С. 46 - 47.

6. Терент'єва А.В. До питання стабільного функціонування мобільного госпіталю в автономному режимі за умов надзвичайних ситуацій // Укр. журнал екстр. медицини ім. Г.О. Можасва. – 2004. – Т. 5. – № 2. – С. 96 - 100.

П.Б. Волянский

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗВЕРТЫВАНИЯ МОБИЛЬНОГО ГОСПИТАЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

На основе опыта работы мобильных формирований Государственной службы медицины катастроф Украине предложена модель создания и функционирования мобильного госпиталя в различных медико-географических условиях. Определяющими факторами при выборе схемы были: отсутствие вблизи места расположения МГ потенциально опасных сооружений, промышленных объектов, свалок мусора и т.п.; наличие подъездных путей и доступность местоположения госпиталя для посещения его населением, пострадавшим в результате землетрясения; оптимальная возможность обеспечения устойчивого функционирования МГ и безопасность личного состава.

P.B. Volianskyi

PRINCIPLES OF MOBILE HOSPITAL'S RATIONAL ESTABLISHMENT DEPENDING ON MEDICAL AND GEOGRAPHICAL CONDITIONS

Model of establishment and working of mobile hospital in various medical and geographical conditions is proposed. It based on the experience of mobile units of the Ukrainian State Service of disaster medicine. The determining factors in choosing the scheme are: absence of potentially dangerous buildings, industrial facilities, garbage dumps, etc. near the mobile hospital; the presence of roads and accessibility to hospital visitors affected by the earthquake; optimal opportunity for sustainable work of mobile hospital and security of its staff.

В.А. АНДРОНОВ, Ю.П. БАБКОВ, В.М. СТІЛЕЦЬ, В.В. ТЮТЮНИК
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків

ДО ПИТАННЯ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ СТРУКТУР МНС РІВНЯМ ЗАГРОЗ ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Розроблені показники та критерії для кількісного оцінювання відповідності структури МНС характеру і рівню загроз виникнення надзвичайних ситуацій, наведений механізм удосконалення організаційної структури МНС. Охарактеризовані основні фактори, що впливають на виконання завдань цивільного захисту. Напрямки подальших досліджень спрямовані на врахування наявності додаткових сил МНС (мобільних загонів, загонів та підрозділів функціонального призначення), масштабу НС та рівня техногенно-природного навантаження.

Постановка проблеми

Різний рівень ризику виникнення НС на окремих територіях держави обумовлює різноманітність структур МНС, які повинні адекватно реагувати на процес виникнення, розвитку та ліквідації НС техногенного і природного характеру, пожеж, ДТП тощо. Необхідність удосконалення і оптимізації структур МНС обумовлена змінами в характері та рівні загроз виникнення НС, розвитком і удосконаленням засобів цивільного захисту, рівнем ресурсного забезпечення органів і підрозділів МНС. Для розробки науково-обґрунтованих пропозицій з удосконалення структур територіальних органів і підрозділів МНС необхідно здійснити їх порівняльний аналіз.

Аналіз останніх досліджень

Аналіз відомих робіт [1-3] з даної проблематики показав, що сьогодні не розроблені критерії кількісного оцінювання відповідності структури МНС характеру і рівню загроз виникнення НС. Таким чином, розробка показників і критеріїв кількісного оцінювання структур МНС є актуальною.

Виклад основного матеріалу

Механізм формування та удосконалення структури МНС може бути представлений в наступному вигляді (рис. 1).

Основою механізму розробки напрямків удосконалення організаційних структур є процес оцінювання рівня загроз виникнення НС та оцінка відповідних можливостей територіальних структур МНС з урахуванням факторів, що впливають на виконання завдань цивільного захисту.

Основні фактори, що впливають на виконання завдань цивільного захисту, можна умовно розділити на дві групи, які, відповідно, характеризують стан небезпеки і-ої адміністративно-територіальної одиниці (АТО) та можливості системи безпеки і-ої АТО (табл. 1).



Рис. 1. Механізм удосконалення організаційної структури МНС

Таблиця 1. Основні фактори, що впливають на виконання завдань цивільного захисту

Фактори, які характеризують стан небезпеки в АТО	Фактори, які характеризують можливості системи безпеки АТО
Стан соціально-економічного розвитку регіону	
Площа території	Наявність елементів функціональних і територіальних систем (підсистем) ЦЗ
Характер місцевості (гірська, рівнинна, прибережна тощо).	Кількість і склад підрозділів цивільного захисту МНС
Можливі природні явища	Наявність спеціальної техніки та обладнання
Чисельність населення	Ресурсні можливості місцевої влади
Кількість та властивості потенційно-небезпечних об'єктів	Мобілізаційні можливості регіону
Будівлі підвищеної поверховості	Стан захисних споруд

Стан техногенної безпеки об'єктів життєзабезпечення населення	
Міжнародні транспортні коридори, газопроводи, енергосистеми тощо	
Рівень загроз техногенного, природного, воєнного та соціально-політичного характеру	
Рівень ризику виникнення терористичних дій	

В якості показника щодо кількісного оцінювання рівня загроз виникнення НС доцільно вибрати коефіцієнт відносної інтенсивності виникнення НС в і-й АТО, який можливо представити як $k_i^{HC} = M(N_i^{HC}) / M(N_{Ukr.}^{HC})$, де $M(N_i^{HC})$ – математичне очікування кількості НС в рік в і-й АТО, $M(N_{Ukr.}^{HC})$ – математичне очікування кількості НС в рік на одну АТО в Україні.

Відносними показниками, що характеризують можливості територіальних структур МНС, можуть бути запропоновані наступні:

- коефіцієнт відносної чисельності територіальних структур МНС: $k_{чисельність_i}^{MHC} = S_i^{MHC} / S_{типов.}^{MHC}$, де S_i^{MHC} – чисельність сил МНС в і-й АТО, $S_{типов.}^{MHC}$ – чисельність типової територіальної структури МНС;

- коефіцієнт відносних середньорічних витрат на територіальну структуру МНС: $k_{витрат_i}^{MHC} = V_i^{MHC} / V_{типов.}^{MHC}$, де V_i^{MHC} – розмір середньорічних витрат на територіальну структуру МНС в і-й АТО; $V_{типов.}^{MHC}$ – розмір середньорічних витрат на типову територіальну структуру МНС.

Під типовою структурою МНС можна розглядати структуру МНС АТО (АРЗ спеціального призначення АТО), організаційно-штатна структура яких розрахована на типову (середньостатистичну по Україні) інтенсивність виникнення НС (пожеж, ДТП тощо) та виконання типових функцій, визначених нормативно-правовими документами з питань цивільного захисту.

Відповідність територіальних структур МНС рівням загроз можна охарактеризувати комплексними відносними показниками:

$J_i^{чисельність} = \frac{k_i^{HC}}{k_{чисельність_i}^{MHC}}$ – коефіцієнт відносної відповідності чисельності структури МНС в і-й АТО;

$J_i^{витрат} = \frac{k_i^{HC}}{k_{витрат_i}^{MHC}}$ – коефіцієнт відносної відповідності витрат на структуру МНС в і-й АТО.

Використання наведеного підходу можна розглянути на прикладі оцінювання відповідності чисельності аварійно-рятувальних загонів (АРЗ) спеціального призначення ГУ МНС в областях за коефіцієнтом $J_i^{чисельність\ АРЗ}$. У якості вихідних даних було використано статистичні дані про кількість НС техногенного та природного характеру [4] у 19 АТО України. Результати оцінювання наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Результати розрахунків $k_i^{НС}$, $k_{чисельність_i}^{МНС}$ та $J_i^{чисельність\ АРЗ}$

Region	$k_i^{НС}$	$k_{чисельність_i}^{МНС}$	$J_i^{чисельність\ АРЗ}$
АР Крим	1,464795	1,214356	1,206232
Волинська обл.	0,516488	0,93412	0,552914
Донецька обл.	2,506239	1,307768	1,916425
Житомирська обл.	0,668895	0,761308	0,878613
Закарпатська обл.	0,62656	0,649213	0,965106
Запорізька обл.	1,066845	0,616519	1,730433
Івано-Франківська обл.	0,677362	0,920108	0,736176
Київська обл.	0,846702	0,532448	1,590205
Кіровоградська обл.	0,728164	1,214356	0,59963
Луганська обл.	1,397059	1,961652	0,712185
Львівська обл.	1,456328	0,966814	1,506316
Миколаївська обл.	1,286988	0,990167	1,299768
Одеська обл.	1,100713	1,485251	0,741096
Рівненська обл.	0,787433	1,228368	0,64104
Тернопільська обл.	0,48262	0,635202	0,759791
Харківська обл.	1,092246	1,261062	0,866132
Херсонська обл.	0,88057	0,817355	1,077341
Чернівецька обл.	0,533422	0,644543	0,827598
Чернігівська обл.	0,88057	0,85939	1,024645

Для проведення аналізу відповідності структури МНС (витрат на структуру МНС) доцільно сформулювати наступні критерії оцінки:

$J_i = 1 \pm \delta_J$ – чисельність структури МНС (витрати на структуру МНС) відповідають рівню загроз;

$0 < J_i < 1 - \delta_J$ – чисельність (витрати) перевищують рівень, необхідний для адекватного реагування;

$J_i > 1 + \delta_J$ – чисельність (витрати) недостатні для адекватного реагування системи безпеки на рівень небезпеки.

При цьому, значення δ_J визначає зону прийнятної відповідності реагування системи безпеки на рівень небезпеки та визначається розрахунковим або командним методом. Показник δ_J може застосовуватись при формуванні критеріїв оптимізації територіальних структур МНС ($\delta_J \rightarrow \delta_{J_{порог.}}$ при відповідних обмеженнях).

Якщо, наприклад, вибрати $\delta_{J_{порог.}} = \frac{\sigma_J}{2} \cong 0.2$ (де σ_J – середнє квадратичне відхилення J_i), то можливо визначити АТО, які потребують корегування відповідної структури МНС (табл. 2).

Висновки

1. Розроблені показники та критерії дозволяють здійснювати порівняльний аналіз структур МНС АТО та розробляти напрямки їх удосконалення у відповідності до рівнів загроз виникнення НС.

2. Напрямки подальших досліджень спрямовані на врахування у даному підході наявності додаткових сил МНС (мобільних загонів, загонів та підрозділів функціонального призначення тощо), масштабу НС та рівня техногенно-природного навантаження.

3. Запропонований підхід може бути застосований при оцінюванні структур систем безпеки міст, районів, об'єктів.

1. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (проект) [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/content/education_kurns.html

2. Структурно-функціональне забезпечення територіального управління запобіганням та ліквідацією надзвичайних ситуацій (на прикладі Управління пожежної безпеки в Харківській області) // Автореф. дис. канд. наук з держ. управління: 25.00.02/ О.О. Труш; Нац. акад. держ. упр. при Президентові України, Харк. регіон. ін-т. – Х., 2003. – 19 с.

3. Альбошій О.В., Лазарєв А.А. Показники результатів роботи підрозділів цивільного захисту як функція динаміки техногенних ризиків // Проблеми надзвичайних ситуацій: зб. наук. пр. – 2010. вип. 11. – С. 8–13

4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

В.А. Андронов, Ю.П. Бабков, В.М. Стрилец, В.В. Тютюник
К ВОПРОСУ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ
ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СТРУКТУР МЧС УРОВНЮ УГРОЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Разработаны показатели и критерии для количественного оценивания соответствия структуры МЧС характеру и уровню угроз возникновения чрезвычайных ситуаций, приведен механизм совершенствования организационной структуры МЧС. Охарактеризованы основные факторы, влияющие на выполнение задач гражданской обороны. Направления дальнейших исследований направлены на учет наличия дополнительных сил МЧС (мобильных отрядов, отрядов и подразделений функционального назначения), масштаба ЧС и уровня техногенно-природной нагрузки.

V.A. Andronov, Yu.P. Babkov, V.M. Strilets, V.V. Tiutiunyk
THE PROBLEM OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE MES TERRITORIAL
STRUCTURE CORRESPONDENCE TO THE LEVEL OF EMERGENCIES' THREAT

Indexes and criteria for quantitative assessment of the adequacy of the MES to the nature and level of threats of emergencies were developed. The mechanism of improvement of organizational structure of MES is shown. The basic factors that are affected on the tasks of civil protection are characterized. The directions for further research are focused on recording of additional forces of MES (mobile units, units and sub-functional purposes), the ES scale and level of anthropogenic and natural loads.

В.О. СКАКУН, Ю.П. РАК*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів***ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЗАГРОЗ ТЕХНОГЕННІЙ БЕЗПЕЦІ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У РЕГІОНАЛЬНОМУ ПРОЕКТІ**

Розроблена методика комплексної оцінки техногенної безпеки України у регіональному проекті, яка ідентифікує ризик та дає його кількісну оцінку і забезпечення відповідного контролю. Встановлено, що основними загрозами у техногенній сфері є радіаційно-небезпечні об'єкти, хімічно небезпечні, пожежно вибухонебезпечні, гідродинамічні об'єкти та аварії на транспорті. Сформовані бази даних показників, що характеризують ризики виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Україні – всього 11 показників.

Проведений в Україні аналіз надзвичайних ситуацій техногенного характеру показав, що основними причинами їх виникнення є незадовільний технічний стан промислових об'єктів та значна зношеність основних виробничих фондів. Серед причин організаційного характеру основними є порушення вимог безпеки експлуатації устаткування та недотримання вимог технологічних процесів у виробництві. Існують проблеми безпечної роботи енергоблоків АЕС, хімічно небезпечних об'єктів, мережі трубопроводів, гребель і гідроелектростанцій. Великий внесок у ризик виникнення надзвичайних ситуацій дають аварії на транспорті та дорожньо-транспортні пригоди. Розв'язання таких складних процесів можливе при вирішенні задач управління ризиками у проектах, причому проекти повинні нести регіональний вимір. Науковий та системний підхід дозволить досліджувати процеси, пов'язані з ідентифікацією, аналізом і розвиненням реакцій на ризик у проекті, що в кінцевому результаті дозволить здійснювати кількісну оцінку та контроль. Такий системний підхід, побудований на методах та моделях проектного управління ризиками, забезпечить зниження ризиків виникнення аварій та катастроф, що є основою національної стратегії забезпечення захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій.

Метою статті є розробка методики ідентифікації загроз техногенній безпеці України на основі методології управління ризиками у регіональному проекті.

Найбільш освоєні на сьогодні методи розв'язання прикладних задач спираються на добре формалізовані алгоритми, які отримані в результаті побудови математичних моделей окремих процесів.

Враховуючи те, що наша задача відноситься до слабоформалізованих задач, є перспективним використання сукупності методів: системного аналізу, експертних оцінок, теорії нечітких множин і нечіткої логіки. На основі аналізу фахівців та з урахуванням Державного класифікатора надзвичайних ситуацій (ДК 019-2001) була проведена ідентифікація загроз техногенній безпеці України. Встановлено, що основними загрозами у техногенній сфері є радіаційно-небезпечні об'єкти, хімічно небезпечні, пожежно вибухонебезпечні, гідродинамічні об'єкти та аварії на транспорті. Поєднуючи метод аналізу ієрархій та визначення інтегральних показників ризиків, нами розроблено методику комплексної оцінки техногенної безпеки України у регіональному вимірі.

Кількісною мірою загрози є ризик. До характеристик ризиків техногенної сфери відносяться: зони радіаційної небезпеки, кількість населення, що попадає під вплив радіації при можливих аваріях на АЕС, небезпека ураження території небезпечно-хімічними речовинами (НХР), кількість населення, що попадає в зону можливого зараження НХР, наявність систем виявлення НХР, кількість осіб, що загинули від пожежі

чи вибуху, кількість вибухо-, пожежонебезпечних речовин (ВПНР) на душу населення, зони катастрофічного затоплення, кількість населення, що потрапляє у зону можливого катастрофічного затоплення, ризик загинути у дорожньо-транспортній пригоді (ДТП), ризик бути травмованим у ДТП.

Грунтуючись на офіційних джерелах інформації (Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні за 2003–2008 роки) та даних Гідрометеорологічної служби, були сформовані бази даних показників, що характеризують ризики надзвичайних ситуацій техногенного характеру в Україні (у регіональному вимірі). Всього у переліку 11 показників, які наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Перелік показників, які характеризують ризик виникнення техногенних надзвичайних ситуацій в Україні

Показник	Стислий зміст показника
Радіоактивні ураження при постійних аваріях на АЕС	
X_1	Небезпека ураження території при аваріях на АЕС (зони можливого радіоактивного ураження, тис.км ² , у процентах від усієї території регіону)
X_2	Кількість населення, що потрапило у зону можливого ураження при аваріях на АЕС (у % від усього населення регіону)
Розміщення хімічно-небезпечних виробництв	
X_3	Небезпека ураження територій регіону НХР (кількість НХР на одиницю території, тонн/км ²)
X_4	Небезпека ураження населення регіону НХР (кількість населення, яка перебуває у зоні можливого зараження НХР, у % від населення регіону)
X_5	Наявність систем виявлення НХР на хімічно-небезпечних об'єктах (одиниць)
Пожежно і вибухонебезпечні об'єкти	
X_6	Небезпека загинути від пожежі чи вибуху (кількість осіб, які загинули від пожежі чи вибуху на 10000 населення)
X_7	Небезпека ВПНР для територій (кількість ВПНР на одиницю території, тонн/км ²)
Розміщення гідродинамічних об'єктів	
X_8	Небезпека катастрофічного затоплення територій (зони можливого катастрофічного затоплення, км ² , у % від усієї території регіону)
X_9	Кількість населення, що потрапляє у зону можливого затоплення (тис. осіб)
Аварії на транспорті	
X_{10}	Ризик загинути у ДТП (кількість осіб, які загинули у дорожньо-транспортних пригодах на 10000 населення)
X_{11}	Ризик бути травмованим у ДТП (кількість осіб, травмованих у дорожньо-транспортних пригодах на 10000 населення)

Наведений перелік показників є основою статистичної бази даних для кількісної оцінки інтегральних показників безпеки у регіонах України щодо виникнення надзвичайних ситуацій та їх комплексного порівняльного аналізу. У подальшому кількість показників може уточнюватися і доповнюватися.

Центральним питанням мовою ієрархії є: як відчутно впливають окремі фактори найнижчого рівня ієрархії на вершину – загальну ціль?

Визначення пріоритетів факторів найнижчого рівня відносно цілі зводиться до послідовності завдань визначення пріоритетів для кожного рівня, а кожне таке завдання – до послідовності непарних порівнянь.

Розглянемо елементи системи техногенної безпеки деякого рівня ієрархії і позначимо їх: $C_1, C_2, \dots, C_n$. Ми хочемо визначити вагу $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ їх впливу на деякий елемент іншого рівня.

Тому елементи цього рівня ієрархії $C_1, C_2, \dots, C_n$ розміщуємо у вигляді квадратної матриці, де у лівому краї і зверху розміщуємо порівняльні елементи. Позначимо через a_{ij} число, що відповідає значенню елемента C_i у порівнянні з C_j . Матрицю, яка складається з

цих чисел, позначимо через A , тобто $A = \|a_{ij}\|$.

Матрицю непарних порівнянь можна представити наступним чином:

$$\begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & \dots & C_n & & \\ C_1 a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & & \\ C_2 a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \\ C_n a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} & & \end{array}$$

Якби дія відповідної особи, що приймає рішення (ОПР) або експерта були цілком узгодженими при всіх порівняннях, то слід очікувати виконання співвідношень: $a_{ik} = a_{ij} a_{jk}$, для всіх значень i, j, k (де $i, j, k=1, \dots, n$) і матриця A узгоджена.

Для такої матриці, коли порівняння базується на точних вимірах, тобто ваги $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ відомі, $a_{ij} = \omega_i / \omega_j$, де $i, j=1, \dots, n$.

Тому,

$$a_{ij} a_{jk} = \omega_i / \omega_j * \omega_j / \omega_k = a_{ik}$$

Зауважимо, що $a_{ji} = \omega_j / \omega_i = 1 / (\omega_i / \omega_j) = 1 / (a_{ij})$.

Це означає, що коли об'єкт x_i важливіший від об'єкта x_j у $a > 1$ разів, тоді цінність об'єкта x_j складає $1/a$ частину від цінності об'єкта x_i .

Для невиродженої матриці A просте співвідношення $a_{ji} = 1 / (a_{ij})$, не виконується, тому шукають іншу умову, що пов'язує величини a_{ij} і ω_j . Для невиродженої матриці A

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} (\omega_j / \omega_i) = n$$

маємо $\sum_{i=1}^n a_{ij} (\omega_j / \omega_i) = n$, $i=1, \dots, n$ – це максимальне власне значення матриці A , а решта його власних значень дорівнює нулю, оскільки A має єдиний ранг і сума всіх власних

$$\sum_{i=1}^n a_{ij} = n$$

значень дорівнює сліду матриці $\sum_{i=1}^n a_{ij} = n$.

Таким чином, для знаходження вектора ω , що задовольняв би рівняння:

$$A\omega = \lambda_{\max} \omega,$$

де $\lambda_{\max}$ – найбільше власне значення матриці A .

Оскільки вага елементів $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ невідома, то для проведення парних порівнянь елементів ми використали шкалу відносної важливості, розроблену Т.Сааті і описану в табл. 2.

Існує обґрунтування того, що для більшої узгодженості і точності експерту не слід порівнювати більше 9 об'єктів. Тому значення шкали змінюються в межах від 1 до 9-ти балів.

Парні порівняння приводять до формування квадратної таблиці матричної форми з рівною кількістю рядків і стовбців, яка має властивості оберненої симетричності.

Однакова вага впливу вимірюється 1. Тому по діагоналі матриць парних порівнянь завжди будуть одиничні.

Таблиця 2. Шкала відносної важливості елементів

Інтенсивність відносної важливості	Означення	Пояснення і рекомендації щодо використання
1	Рівна важливість	Однаковий вплив двох видів діяльності на ціль
3	Перевага одного над іншим	Досвід і судження дають перевагу одному виду діяльності над іншим
5	Суттєва перевага	Досвід і судження дають суттєву перевагу одному виду діяльності над іншим
7	Велика перевага	Одному виду діяльності надається настільки сильна перевага, що він стає практично визначальним
9	Величезна перевага	Очевидна перевага одного виду діяльності над іншим підтверджується найбільш сильно
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми судженнями	Застосовується у компромісному випадку

При порівнянні ваги кожного елемента з вагою будь-якого іншого елемента по відношенню до загальної для них властивості або мети, матриця порівнянь набуває виду:

Елементи	C_1	C_2	...	C_n
C_1	ω_1 / ω_1	ω_1 / ω_2	...	ω_1 / ω_n
C_2	ω_2 / ω_1	ω_2 / ω_2	...	ω_2 / ω_n
...	...	...	...	...
C_n	ω_n / ω_1	ω_n / ω_2	...	ω_n / ω_n

Висновок

Розроблена методика комплексної оцінки техногенної безпеки України у регіональному проекті, яка ідентифікує ризик та дає його кількісну оцінку і забезпечення відповідного контролю.

1. Ларичев О., Мечитов А. Методологические проблемы анализа риска и безопасности использования новых технологий // Системные исследования. Методологические проблемы. – М.: Наука, 1988. – с. 26-44.

2. Ларичев О., Мечитов А., Ребрик С. Анализ риска и проблемы безопасности // – М., 1990. – 60 с. (Препр. / ВНИИСИ).

3. Качинський А., Хміль Г. Екологічна безпека України: аналіз, оцінка та державна політика // – К.: НІСД, 1997. – 127 с.

4. Ачаркова Н., Качинський А., Степаненко А. Регіональний вимір екологічної безпеки України з урахуванням загроз виникнення техногенних і природних катастроф – К.: НІСД, 1996. – 73 с.

5. Рак Ю.П., Зачко О.Б. Методи аналізу та оцінки рівня БЖД регіонів України в умовах реалізації проектів регіонального розвитку // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2008. – № 2(26). – С.29-39.

В.О. СКАКУН, Ю.П. РАК

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ УГРОЗ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ
МЕТОДОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В РЕГИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТЕ**

Разработана методика комплексной оценки техногенной безопасности Украины в региональном проекте, который идентифицирует риск и дает его количественную оценку и обеспечение соответствующего контроля. Установлено, что основными угрозами в техногенной сфере является радиационно-опасные объекты, химически опасные, пожаро- взрывоопасные, гидродинамические объекты и аварии на транспорте. Сформированы базы данных показателей, характеризующих риски возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера в Украине - всего 11 показателей.

V.O. Skakun, Yu.P. Rak

**IDENTIFICATION OF THREATS TO THE TECHNOGENIC SECURITY ON THE
BASE OF THE RISK MANAGEMENT METHODOLOGY IN REGIONAL PROJECT**

The method of complex evaluation of Ukraine's security in the regional project, which identifies the risk and shows their qualitative evaluation and provides appropriate control, was developed. The main threats in anthropogenic field are radiation dangerous objects, chemicals, fire and explosive, hydrodynamic dangerous facilities and vehicle accidents. Parameters' database that characterize the risks of anthropogenic emergency appearance in Ukraine are formed (there are 11 parameters).

НОРМАТИВНО-ПРАВОВА БАЗА ТЕХНІКО-ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 624.05+614.8

О.Я. ЛЕЩЕНКО

Департамент цивільного захисту МНС України, м. Київ

РЕАЛІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ (ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ) У МІСТОБУДІВНІЙ ТА ПРОЕКТНІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ, ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕХАНІЗМ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

У статті висвітлено основні положення чинних нормативно-правових актів України, що розроблені протягом останніх п'яти років і стосуються вимог інженерно-технічних та організаційних заходів цивільного захисту (цивільної оборони), які необхідно реалізувати на етапі проектування та будівництва об'єктів, що позитивно впливатиме на стан захисту населення і територій, готовності єдиної державної системи цивільного захисту до можливих надзвичайних ситуацій.

Постановка проблеми

Аналіз виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій (НС) техногенного характеру, що мали місце на території нашої держави та у світі, яскраво свідчить про необхідність проведення комплексу превентивних заходів щодо зниження ризику їх виникнення. Проведенням комплексу запобіжних організаційних та інженерно-технічних заходів, їх ефективною реалізацією можна значно зменшити вірогідність виникнення НС та вартість заходів з їх ліквідації, підвищити рівень готовності персоналу та виробництва до реагування на НС. Науковими розрахунками та існуючим досвідом доведено, що кошти, які направляються на запобігання НС, значно менші від тих, які необхідні на ліквідацію їх наслідків.

Аналіз стану проблеми

Розуміючи важливість проблеми протидії можливим техногенним аваріям та катастрофам, стихійним лихам, центральними органами влади нашої держави розроблено та введено у дію ряд законодавчих та нормативних документів, які регламентують основні аспекти даної проблеми. Завдяки ініціативі МНС України у даний час у країні діє ряд правових актів, нормативних і методичних документів, які регламентують вимоги стосовно виконання заходів щодо попередження НС, організації інженерного захисту населення і територій.

Вони включають комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів, які реалізуються в основному завчасно, та передбачають:

врахування під час розроблення схем планування, генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування можливих проявів у окремих регіонах та на окремих територіях небезпечних природних і катастрофічних явищ;

раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності у разі виникнення аварій для безпеки населення і довкілля;

обов'язкове розроблення і здійснення інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) (ІТЗ ЦЗ) при проектуванні і експлуатації будівель (споруд) та об'єктів, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля;

спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;

розроблення і здійснення заходів безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки;

організацію будівництва протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних, інших інженерних споруд спеціального призначення та ряд інших завдань.

Найбільш ефективними та перспективними для розвитку є заходи, які необхідно реалізувати на етапі розроблення містобудівної документації, проектування та будівництва об'єктів. У разі конструктивного вирішення ІТЗ ЦЗ, включення їх до проектів будівництва та реалізації при спорудженні потенційно небезпечних об'єктів (ПНО), створюється необхідна інфраструктура організаційних та технічних заходів, що дають змогу протидіяти техногенній небезпеці та ефективно проводити ліквідацію наслідків аварій, захищати персонал та населення.

Шляхи розв'язання проблеми

Відповідно до вимог Законів України “Про правові засади цивільного захисту”, “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”, „Про Генеральну схему планування території України”, „Про планування і забудову територій” Департаментом цивільного захисту МНС України у взаємодії із Міністерством регіонального розвитку та будівництва розроблені та затверджені Державні будівельні норми (ДБН) В.1.2-4-2006 “Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)”, Б.1.1-5-2007 “Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) в містобудівній документації”, ДСТУ Б А.2.2-7:2010 „Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об'єктів. Основні положення”. Ці документи вже набули чинності.

З метою впровадження вищезазначених ДБН наказом МНС від 26 лютого 2008 року № 143 доручено керівникам територіальних органів Міністерства у взаємодії із структурними підрозділами місцевих органів виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій забезпечити реалізацію наступних завдань:

внесення змін до регіональних та місцевих правил забудови стосовно обов'язкової реалізації вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної та містобудівної документації;

включення до складу архітектурно-містобудівних рад Автономної Республіки Крим, областей (міст, районів) фахівців, які відповідають за реалізацію вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони);

проведення аналізу розробки містобудівної документації (схем планування територій АР Крим, областей та районів, генеральних планів населених пунктів, детальних планів територій тощо) з урахуванням у їх структурі вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони), ініціювання внесення до них змін у зв'язку із набуттям чинності вищезазначеними ДБН.

Крім того, МНС разом із Мінрегіонбудом спільним листом (від 15 квітня 2008 року № 02-5059/163/10/8-50) звернулися з проханням до Ради міністрів Криму, обласних, Київської та Севастопольської міських державних адміністрацій щодо реалізації вищезазначених заходів.

Аналіз виконання заходів з реалізації Генеральної схеми планування території України свідчить, що в цілому за останні роки відмічається позитивна динаміка розроблення містобудівної документації (у тому числі із врахування вимог ІТЗ ЦЗ).

Так, у 2009 році відбулись позитивні зміни у розробленні Схем планування території на регіональному рівні. Із 27 регіонів України (АР Крим, області, міста Київ та Севастополь) мають розроблені та затверджені відповідно до діючої нормативно-правової бази Схеми планування території тільки АР Крим, Одеська та Миколаївська області. Завершені роботи над зазначеним видом містобудівної документації в Харківській, Вінницькій, Одеській, Дніпропетровській, Львівській областях, де

документація перебуває в стадії погодження. Завершуються роботи щодо розробки Схеми планування території Запорізької, Рівненської та Волинської областей.

У стадії розроблення знаходяться Схеми планування території Київської, Чернігівської, Тернопільської, Івано-Франківської, Закарпатської, Чернівецької, Донецької, Луганської областей. Не розробляються Схеми планування території Хмельницької, Житомирської, Кіровоградської, Сумської, Полтавської, Херсонської областей.

В Україні із 1341 міських населених пунктів мають затверджені Генеральні плани забудови тільки 515 (38 %), решта 826 (62 %) міських населених пунктів потребують розроблення (оновлення) цих планів. Найбільше потребують розроблення (оновлення) генеральні плани міських населених пунктів у Чернівецькій (89 %), Донецькій (85 %), Харківській (85 %) та Черкаській (81 %) областях. Повного розроблення (оновлення) потребують генеральні плани міських населених пунктів у Херсонській області. Найменше потребують оновлення та розроблення генеральні плани міських населених пунктів у Полтавській (8 %), Одеській (35 %), Рівненській (37 %) та Львівській (38 %) областях.

15 обласних центрів України мають розроблені та затверджені генеральні плани. Протягом 2009 року завершена експертиза генеральних планів Одеси та Донецька. В стадії розроблення перебувають генеральні плани Чернівців, Тернополя, Києва, Черкас, Житомира.

В Україні налічується 28447 сільських населених пунктів, із них: 5177 (18 %) мають затверджені Генеральні плани забудови, 23270 (82 %) сільських населених пунктів, генеральні плани яких потребують розроблення (оновлення). Найбільше потребують розроблення (оновлення) генеральні плани сільських населених пунктів у Полтавській (99,5 %), Запорізькій (99 %), Одеській (99 %) та Хмельницькій (99 %) областях. Повного розроблення (оновлення) потребують генеральні плани сільських населених пунктів у Сумській, Херсонській та Чернівецькій областях. Найменше потребують оновлення та розроблення генеральні плани сільських населених пунктів у Луганській області (46 %) та АР Крим (55 %).

На фоні позитивних тенденцій слід зазначити, що велика кількість населених пунктів (здебільше це середні та малі міста, сільські населені пункти) мають генеральні плани, що були розроблені та затверджені у 1975-1980 роках, які містять розділи ІТЗ ЦЗ, що сьогодні вже втратили свою актуальність і не відповідають діючим ДБН. Але розроблення містобудівної документації лишається поза увагою органів місцевого самоврядування через брак коштів у місцевих бюджетах.

У 2009 році активізувалось розроблення місцевих правил забудови населених пунктів. На жаль тільки у Кіровоградській, Миколаївській та Львівській областях внесено зміни до регіональних правил забудови стосовно реалізації вимог ІТЗ ЦЗ у складі проектної та містобудівної документації. У решті областей зазначені зміни знаходяться на розгляді відповідних рад, або розробляються спеціалізованими проектними інститутами.

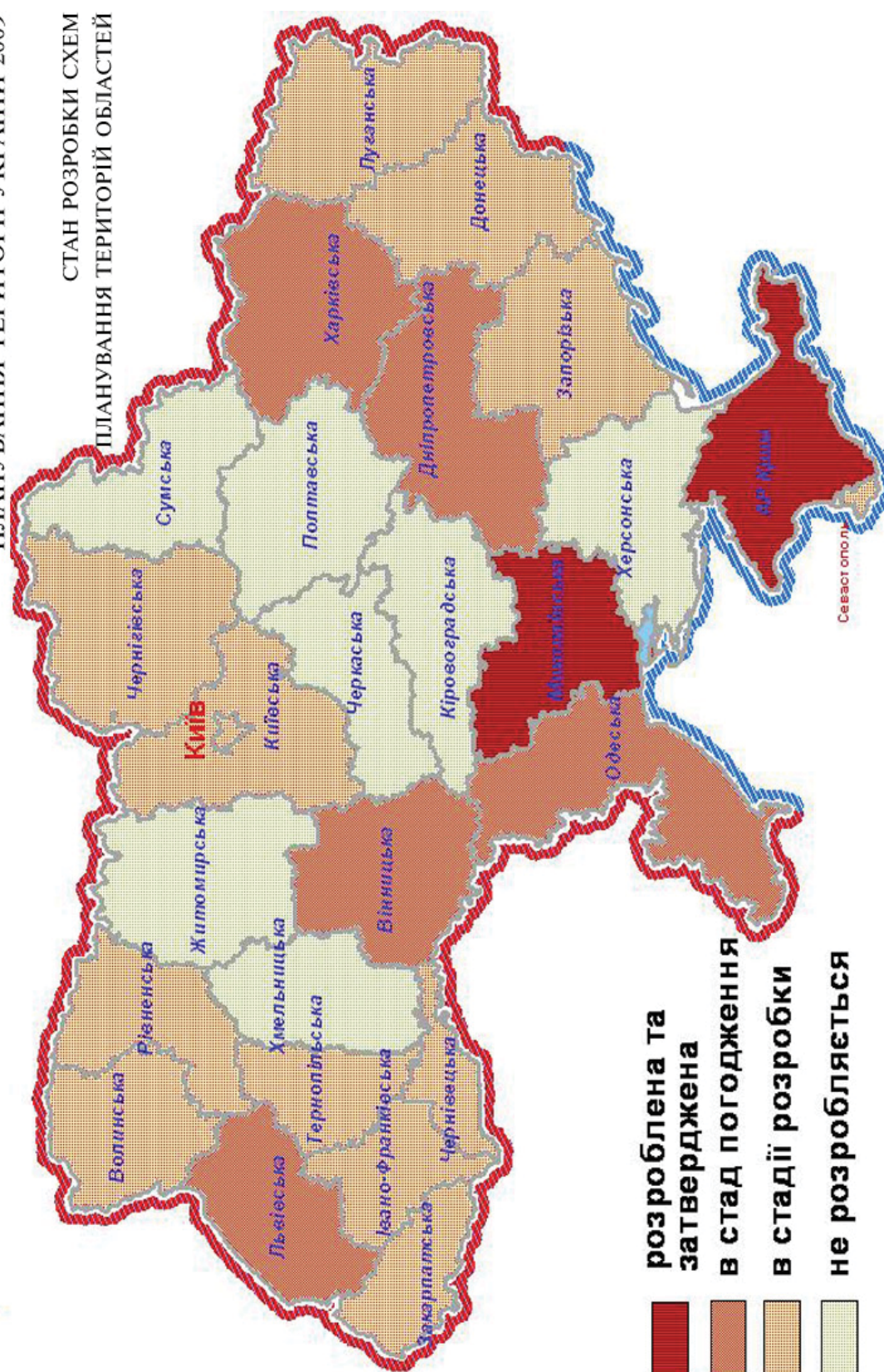
Детальна інформація щодо розроблення містобудівної документації та регіональних правил забудови наведена на рис. 1–3.

У ДСТУ Б А.2.2-7:2010 „Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об’єктів. Основні положення”, який набрав чинності із 1 липня 2010 року, встановлено вимоги до складу, змісту, порядку розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об’єктів будівництва (далі – розділ ІТЗ ЦЗ (ЦО)).

Цей ДСТУ Б призначений для застосування органами державної виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, замовниками (інвесторами) будівництва, проектувальниками у якості керівного документа при складанні завдання на проектування заходів ІТЗ ЦЗ (ЦО), їх розроблення як самостійного розділу проектної документації будівництва (реконструкції, технічного переоснащення) об’єктів.

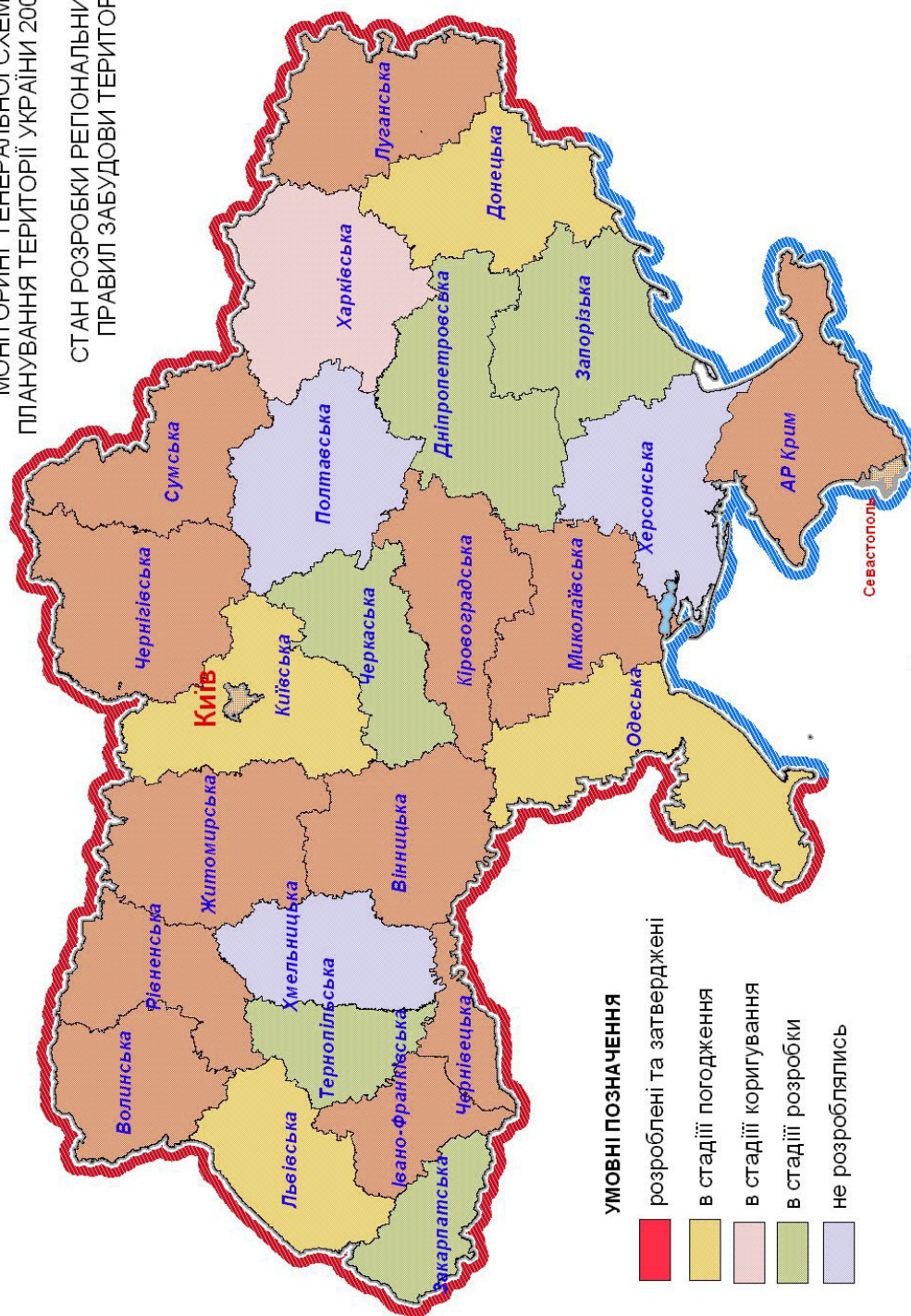
МОНІТОРИНГ ГЕНЕРАЛЬНОЇ СХЕМИ
ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ 2009

СТАН РОЗРОБКИ СХЕМ
ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ОБЛАСТЕЙ



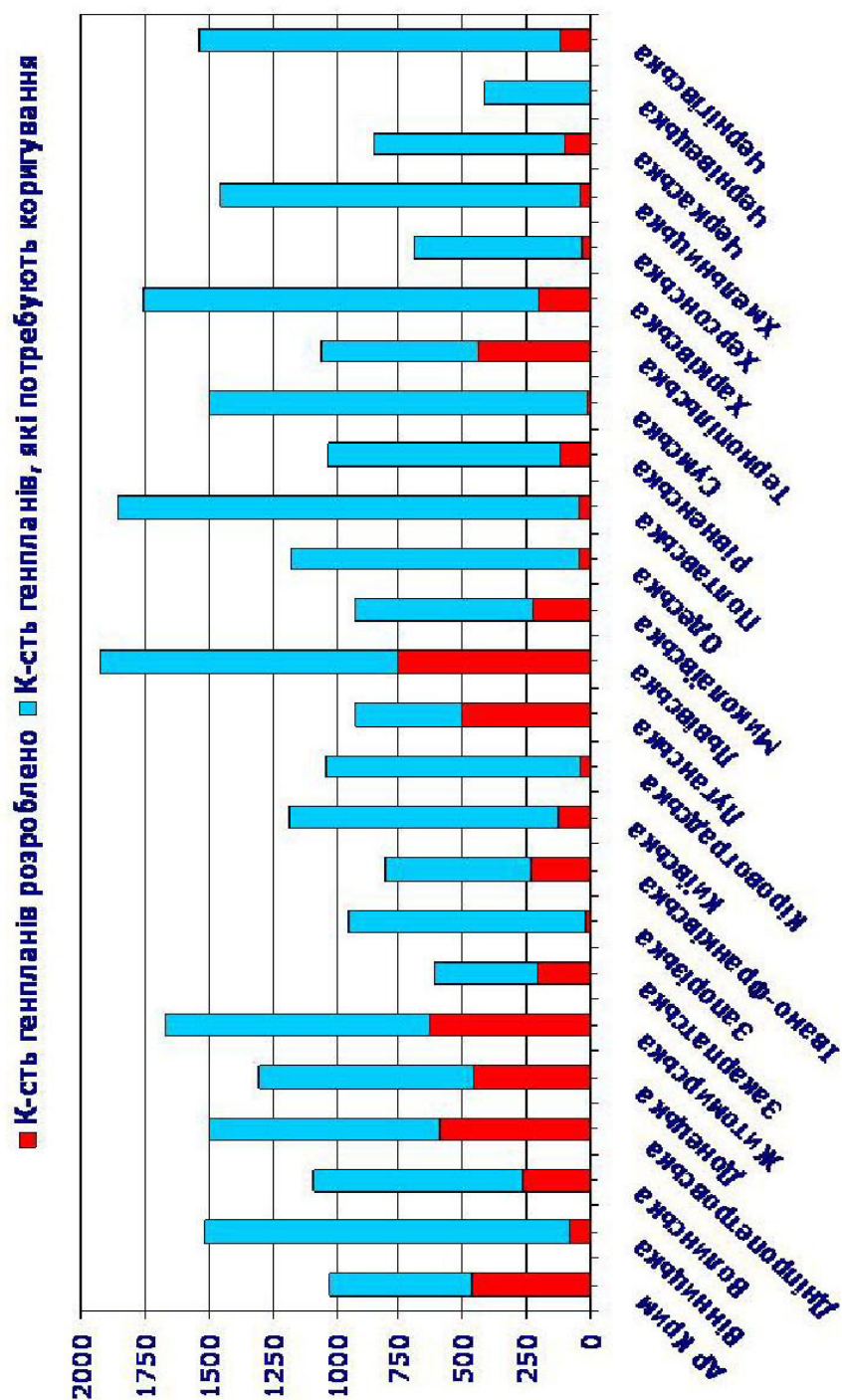
мал. 10

МОНІТОРИНГ ГЕНЕРАЛЬНОЇ СХЕМИ
ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ 2009
СТАН РОЗРОБКИ РЕГІОНАЛЬНИХ
ПРАВИЛ ЗАБУДОВИ ТЕРИТОРІЇ



МОНІТОРИНГ ГЕНЕРАЛЬНОЇ СХЕМИ
ПЛАНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ 2009

СТАН ЗАТВЕРДЖЕННЯ ГЕНЕРАЛЬНИХ
ПЛАНІВ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ



мап. 12

Проектні рішення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО), в залежності від економічної та оборонної значимості об'єкта, а також його потенційної небезпеки, як правило, складаються із двох частин:

- проектні рішення у сфері ЦЗ (ЦО), які розробляються з урахуванням розміщення виробничих сил і розселення населення, відповідних груп міст і категорій об'єктів з цивільної оборони, вимог ДБН В.1.2–4 щодо зон можливих небезпек, а також необхідності створення містобудівних умов для забезпечення сталого функціонування цих об'єктів;

- проектні рішення щодо попередження надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, які розробляються з урахуванням потенційної небезпеки на об'єкті, який проектується, а також поруч розташованих об'єктах, результатів інженерних розробок, оцінки стану навколишнього середовища.

До розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) у складі проектної документації всіх об'єктів включаються:

- обґрунтування віднесення об'єкта до відповідної категорії з ЦЗ(ЦО);

- визначення меж зон можливої небезпеки, які передбачені ДБН В.1.2–4;

- обґрунтування відстані об'єкта від категоризованих міст та об'єктів з цивільної оборони, зон катастрофічного затоплення від прориву гідротехнічних споруд тощо;

- рішення щодо влаштування системи раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення населення, яке проживає у зонах можливого ураження, та персоналу цього об'єкта;

- рішення стосовно безаварійної зупинки технологічних процесів;

- рішення щодо підвищення надійності електропостачання об'єктів та технологічного устаткування, що не підлягають відключенню від електропостачання;

- рішення щодо підвищення стійкості роботи джерел водопостачання та захисту їх від радіоактивних і небезпечних хімічних речовин та інше.

Проектні рішення щодо попередження НС техногенного та природного характеру повинні передбачати: попередження можливих НС на об'єкті, у зв'язку із прогнозованими аваріями на об'єкті будівництва, та мінімізацію їх наслідків; попередження можливих НС на об'єкті, у зв'язку із прогнозованими аваріями на поруч розташованих потенційно небезпечних об'єктах, включаючи аварії на транспорті; попередження можливих НС на об'єкті, джерелами яких є небезпечні природні процеси.

Для проектів будівництва об'єктів, які відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 № 956, віднесені до об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН), розробку проектних рішень розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) доцільно виконувати у взаємозв'язку із матеріалами та технічними рішеннями декларації безпеки об'єкту. Також, до розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) ОПН та ПНО рекомендується включати результати аналізу ризику аварій, відповідно до Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, у тому числі таких, що пов'язані з пожежами та вибухами.

Рішення щодо попередження можливих НС, у зв'язку із прогнозованими аваріями на об'єкті будівництва, та мінімізацією їх наслідків, включають:

- перелік особливо небезпечних виробництв із переліком небезпечних речовин та їх кількості для кожного виробництва;

- визначення зон дії основних небезпечних факторів при аваріях (із розрахунками меж цих зон та переліком методик, на підставі яких проводились ці розрахунки);

- відомості про чисельність і розміщення персоналу об'єкта, що проектується, інших об'єктів (організацій), що можуть потрапити у зону дії небезпечних факторів у разі аварій на об'єкті будівництва;

- відомості про чисельність і розміщення населення на прилягаючій території, що може опинитися у зоні дії небезпечних факторів у разі аварій на об'єкті;

- рішення щодо недопущення розгерметизації технологічного обладнання та попередження аварійних викидів небезпечних хімічних речовин, вибухових речовин і матеріалів, займистих та горючих речовин;

- відомості про наявність і характеристики систем контролю радіаційної та хімічної обстановки, виявлення вибухонебезпечних концентрацій;
 - рішення, які спрямовані на попередження розвитку аварій і локалізацію викидів (виливів) небезпечних хімічних речовин, вибухових речовин і матеріалів, займистих та горючих речовин;
 - рішення щодо забезпечення вибухопожежобезпечності будівель, споруд та технологічного обладнання об'єкта;
 - відомості про наявність і характеристики систем автоматичного управління, блокувань, сигналізації, а також безаварійної зупинки технологічного процесу;
 - рішення щодо забезпечення протиаварійної стійкості пунктів (систем) управління виробничим процесом, безпеки персоналу, що перебуває в них, і можливості управління процесом при аварії;
 - відомості про наявність, місця розміщення та характеристики основних (резервних) джерел електро-, тепло-, газо- і водопостачання, а також систем зв'язку;
 - відомості про потребу та розміщення резервів матеріальних засобів для ліквідації наслідків аварій на об'єкті, що проектується;
 - рішення щодо запобігання стороннього втручання у діяльність об'єкта (системи фізичного захисту та охорони об'єкта);
 - проектні рішення щодо систем раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення про НС;
 - проектні рішення щодо забезпечення евакуації працівників та службовців з території об'єкта;
 - проектні рішення щодо забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт, безперешкодного пересування на об'єкті сил і засобів для ліквідації наслідків аварій.
- Рішення щодо попередження можливих НС, у зв'язку із прогнозованими аваріями на поруч розташованих ПНО, у тому числі аваріях на транспорті, включають:
- а) перелік ПНО та транспортних комунікацій, аварії на яких можуть стати причиною виникнення НС на об'єкті будівництва;
 - б) визначення зон дії основних небезпечних факторів при аваріях на поруч розташованих ПНО, а також об'єктах транспорту, із вказівкою джерела інформації або методик розрахунків, які використовувались;
 - в) відомості про чисельність і розміщення персоналу об'єкта, що проектується, який може потрапити у зону дії небезпечних факторів, які можуть виникати у результаті аварій на поруч розташованих об'єктах;
 - г) проектні рішення щодо захисту людей, технологічного устаткування, будинків і споруд від повітряної ударної хвилі та шкідливих продуктів горіння, радіоактивного та хімічного забруднення, викиду забруднюючих речовин у повітря, катастрофічного затоплення тощо;
 - д) відомості про наявність і характеристики систем безаварійної зупинки технологічного процесу у випадку НС, джерелами яких є аварії на поруч розташованих ПНО (ОПН);
 - е) рішення щодо забезпечення протиаварійної стійкості пунктів (систем) управління виробничим процесом, безпеки персоналу, що перебуває у них, і можливості управління процесом при НС;
 - є) відомості про наявність, місця розміщення і характеристики основних (резервних) джерел електро-, тепло-, газо- і водопостачання, а також систем зв'язку;
 - ж) відомості про потребу і розміщення резервів матеріальних засобів для ліквідації НС на об'єкті, що проектується;
 - з) проектні рішення щодо систем раннього виявлення НС та локальної системи оповіщення про НС;
 - і) проектні рішення щодо забезпечення евакуації працівників та службовців з території об'єкта;

ї) проектні рішення щодо забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт, безперешкодного пересування на об'єкті сил і засобів для ліквідації наслідків аварій.

Рішення щодо попередження можливих НС, джерелами яких є небезпечні природні процеси, включають:

а) відомості про природні кліматичні умови у районі розташування об'єкта будівництва;

б) оцінку частоти та інтенсивності проявів небезпечних природних процесів (явищ), а також категорію їх небезпеки;

в) заходи щодо інженерного захисту території об'єкта (будинків, споруд і устаткування) від небезпечних геологічних процесів (відповідно до вимог ДБН В.1.1-12, ДБН В.1.1-3, ДБН В.1.1-5, ДБН-360-92), затоплень і підтоплень (відповідно до вимог СНиП 2.06.15), екстремальних вітрових і снігових навантажень, обледеніння, природних пожеж, інше;

г) заходи щодо захисту від блискавки;

д) опис і характеристики існуючих та розроблених у проекті систем моніторингу небезпечних природних процесів та оповіщення про НС природного характеру;

е) відомості про наявність і характеристики систем безаварійної зупинки технологічного процесу у випадку НС, джерелами яких є небезпечні природні процеси;

є) рішення щодо забезпечення протиаварійної стійкості пунктів (систем) управління виробничим процесом, безпеки персоналу, що перебуває в них, і можливості управління процесом при НС;

ж) відомості про наявність, місця розміщення і характеристики основних (резервних) джерел електро-, тепло-, газо- і водопостачання, а також систем зв'язку;

з) відомості про потребу і розміщення резервів матеріальних засобів для ліквідації НС на об'єкті, що проектується;

і) проектні рішення щодо забезпечення евакуації працівників та службовців з території об'єкта;

ї) проектні рішення щодо забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт, безперешкодного пересування на об'єкті сил і засобів для ліквідації наслідків аварій.

Для об'єктів національної економіки, які віднесені до відповідних категорій з цивільного захисту (цивільної оборони), а також ПНО та ОПН при розробленні розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО), крім вищезазначених рішень, повинні реалізовуватись додаткові рішення щодо попередження можливих НС та забезпечення сталого функціонування цих об'єктів, відповідно до додатку Г ДСТУ Б.

З метою впровадження вимог ДСТУ Б МНС видано наказ від 8 червня 2010 року № 528, яким затверджено:

розподіл об'єктів будівництва, визначених додатком А ДСТУ Б, між МНС та територіальними органами управління у частині надання вихідних даних та вимог, необхідних для проектування розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони);

розподіл реалізації завдань, які відповідно до ДСТУ Б покладаються на МНС, між структурними підрозділами Міністерства та ГУ МНС в Криму, областях, містах Київ та Севастополь;

зразки документації, необхідної для організації впровадження ДСТУ Б.

До заходів, які будуть реалізовуватись територіальними органами МНС разом із структурними підрозділами з питань цивільного захисту місцевих органів влади, відносяться:

видача вихідних даних та завдань для розробки розділу "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту" у складі проектної документації будівництва (реконструкції) об'єктів;

узгодження містобудівної документації та проектів будівництва (реконструкції) потенційно небезпечних та інших об'єктів;

участь у проведенні обов'язкової державної експертизи містобудівної документації та проектів будівництва (реконструкції) об'єктів;

участь у роботі державних комісій по прийняттю в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.

Виконання вищезазначених заходів створить необхідні умови для безумовної реалізації вимог нормативних документів (ДБН, ДСТУ Б) щодо інженерно-технічних заходів цивільного захисту.

Висновок

Обов'язкова реалізація вимог інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) при розробці містобудівної і проектної документації, проведення її експертизи з питань цивільного захисту і техногенної безпеки є ефективною складовою процедури управління ризиками надзвичайних ситуацій, що позитивно впливатиме на стан захисту населення і територій, готовності єдиної державної системи цивільного захисту до можливих надзвичайних ситуацій.

1. Закон України “Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”.

2. Закон України “Про правові засади цивільного захисту”.

3. Закон України “Про об'єкти підвищеної небезпеки”.

4. Закон України „Про Генеральну схему планування території України”.

5. Указ Президента України від 9 лютого 2001 року № 80 “ Про заходи щодо підвищення рівня захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”.

6. ДБН В.1.2.4-2006 “Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)”.

7. ДБН Б.1.1-5-2007 “Склад, зміст, порядок розроблення, погодження та затвердження розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) в містобудівній документації”.

8. ДСТУ Б А.2.2-7:2010 „Розділ інженерно-технічних заходів цивільного захисту (цивільної оборони) у складі проектної документації об'єктів. Основні положення”.

О.Я. ЛЕЩЕНКО

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ (ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ) В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье отражены основные положения действующих нормативно-правовых актов Украины, которые разработаны в течение последних пяти лет и касаются требований инженерно-технических и организационных мероприятий гражданской защиты (гражданской обороны), которые необходимо реализовать на этапе проектирования и строительства объектов, что положительно будет влиять на состояние защиты населения и территорий, готовности единой государственной системы гражданской защиты к возможным чрезвычайным ситуациям.

O.Ya. Leshchenko

IMPLEMENTATION OF ENGINEERING AND TECHNICAL MEASURES OF CIVIL DEFENSE IN URBAN-PLANNING AND DESIGN DOCUMENTATION AS AN EFFECTIVE MECHANISM OF EMERGENCIES RISK MANAGEMENT

In the article it described conceptual issues of normative acts of Ukraine, which have been developed over the last five years and cover the requirements of engineering and organizational measures of civil defense that are necessary to implement during design and construction of objects.

Э.А. ГРАНОВСКИЙ

ООО «Научный центр изучения рисков «Ризикон», г. Северодонецк

РАЗВИТИЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РИСКА

Проведен развернутый анализ развития законодательства в области безопасности в России и Украине на основе статистических данных, охарактеризован новый и глобальный подход для решения проблем безопасности и гармонизации законодательства в области безопасности. Приведены статистические данные о смертности населения от внешних причин в быту в 2007 г. в Украине и России и данные о количестве людей, погибших в Украине и России от всех чрезвычайных ситуаций.

Возникновение и развитие промышленности непрерывно сопровождалось ростом видов опасностей, создаваемых производственной деятельностью для общества, и масштабов последствий их воздействия.

В России, в том числе и на территории Украины, входившей в состав России, более 200 лет назад был создан государственный надзор за работой сначала в горной, а затем и в других отраслях промышленности. В СССР состояние и соответствие безопасности промышленных объектов требованиям стандартов и нормативных документов жестко контролировалось государственными надзорными органами.

В Европе контроль опасных объектов, как правило, ведут либо создаваемые объединениями собственников экспертные организации либо привлекаемые собственниками независимые экспертные организации. До создания ЕС работа этих экспертных организаций и качество подготовки экспертов в некоторых странах, например в ФРГ, контролировались государством. В некоторых странах (Великобритания, Нидерланды) работа таких экспертных организаций регулировалась рынком, а методы принятия решений основывались на анализе риска и предотвращении потерь.

Различные подходы в странах Европы приводили к разным результатам, что нашло отражение в высказывании, приведенном в [1] «... у образованных людей есть две философии: одна – подходить к выбору риска свободно, но ответственно, сознательно и профессионально, другая – отечески опекать и защищать от ошибок. Вторая философия привела к обратному эффекту – к анархии. Как показывают документы, такая рьяная опека со стороны властей не только неэффективна в управлении риском, но хуже – она подавляет свободную инициативу людей, не гарантируя их безопасность».

Этот вывод особенно наглядно проявился, когда в 1987-1992 гг. стала доступной информация, из которой было очевидно, что в СССР при значительно большем контроле предприятий со стороны власти возрастала аварийность и убытки от аварий.

Такая ситуация сохраняется и до настоящего времени. При этом надзор за безопасностью и работой предприятий со стороны государства во многих странах СНГ не сократился, а в Украине даже вырос.

Так, в 2007 году гибель от несчастных случаев в быту на 100000 жителей составила в Украине - 138,3 [2] человека, в России - 174,3 и в старых странах ЕС - 36,3 [3,4].

Различие между Украиной и Россией, скорее всего, определяется различием в структуре учитываемых несчастных случаев в быту (таблица 1).

Таблица 1. Смертность населения от внешних причин в быту в 2007г.

№ п/п	Причины смерти	Украина		Россия	
		всего	на 100 тыс. человек	всего	на 100 тыс. человек
1	Всего погибло от внешних причин	64326	138,3	248000	183 (174,8)
2	Пешеходы, пострадавшие вследствие транспортного несчастного случая	4670	10,1	От всех видов транспортных травм (40600)	28
3	Лица, находившиеся в легковом автомобиле, пострадавшие вследствие транспортного несчастного случая	3644	7,8		
4	От других транспортных несчастных случаев	2976	6,4		
5	От падений	3365	7,2	—	—
6	От случайного воздействия неживых механических сил	474	1,0	—	—
7	От утопления и погружения в воду	4274	9,2	13050	9
8	От других несчастных случаев с угрозой дыханию	2720	5,9	—	—
9	От несчастных случаев, причиненных воздействием дыма, огня и пламени	2660	5,7	—	—
10	От несчастных случаев, связанных с воздействием природных факторов	4149	8,9	—	—
11	От случайного отравления и воздействия алкоголя	8007	17,2	26100	18
12	От другого случайного отравления, причиненного отравляющими веществами	3095	6,7	—	—
13	От намеренного самоповреждения (включая самоубийство)	10020	21,5	42050	29
14	От последствий нападения с целью убийства или нанесения повреждений	4200	9,0	270	18
15	От случаев повреждения с неопределенными намерениями	8777	18,9	—	—
16	От других причин	1295	2,8	—	—
17	От болезней органов дыхания	—	—	79750	55
18	От болезней органов пищеварения	—	—	89900	62
19	От некоторых инфекционных и паразитарных болезней	—	—	34800	24

Статистические данные о гибели людей от аварий и в Украине [5] и в России [6] показывают, что число погибших от чрезвычайных ситуаций (ЧС) в год на два порядка ниже числа погибших от несчастных случаев в быту (таблица 2).

Таблица 2. Данные о количестве людей, погибших в Украине и России от всех ЧС

Количество погибших в ЧС, человек	год									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Украина, ЧС [4]	750	948	541	523	561	519	388	412	456	467
Россия, ЧС [5,6]	1557	1138	1149	940	1157	995	891	1930	5528	5927

При этом число людей, которые гибнут при авариях в странах ЕС значительно меньше, чем в странах СНГ. Это видно из сравнения гибели людей при пожарах [7].

Если от несчастных случаев в быту в Украине гибнет около 70000-60000 человек, то от несчастных случаев на производстве всего 2-3% от этого числа [2]. Гибель людей от всех ЧС составляет менее 1% от числа погибших от несчастных случаев в быту.

Таким образом, основную опасность жизни и здоровью граждан представляют опасности в быту, которые не связаны с работой или техногенными авариями. Усилия государства и затраты общества, заложенные в бюджете на повышение безопасности предприятий, практически не могут повлиять на безопасность жизни в стране.

Это стало одной из причин разработки нового и глобального подхода ЕС для решения проблем безопасности [8-11].

Выделяют три этапа в формировании нового подхода и глобального подхода для решения проблем безопасности и гармонизации законодательства в области безопасности и оценки соответствия продукции:

- «Жесткий» контроль со стороны государства за работой экспертных организаций, выполнением процедуры сертификации, подготовкой экспертов и т.п. Такой подход с различным уровнем участия и контроля со стороны государства существовал в разных странах Европы до образования ЕС (до 1985 -1990 гг.).

- Формирование единого законодательства и единой политики в области требований к безопасности и качеству товаров, работ и услуг и к процедурам оценки соответствия после образования ЕС (после 1990 г).

- Формирование правил саморегулирования при оценке соответствия после завершения формирования рынка экспертных услуг.

«Жесткий» контроль в европейском понимании не означает контроль специальных надзорных органов за работой предприятий, но предполагает, что организации, выполняющие оценку соответствия, должны получить разрешение государства на выполнение таких работ и существование определенных государством требований к подготовке экспертов.

Практика СССР, когда существовали требования ГОСТов, СНИПов, САНПИНов, Ведомственных правил и норм, однозначно определяющих как должна обеспечиваться безопасность, не позволяла учитывать изменение и появление новых технологий и средств для снижения риска негативных последствий производственной деятельности общества. Это не позволяло применять новые, более эффективные методы до внесения поправок в нормативные документы и минимизировать затраты общества на безопасность. Были попытки создавать нормативные документы, которые определяли бы «что» необходимо сделать для безопасности производства, но решения о том «как» делать принимали бы проектно-конструкторские и другие специализированные организации самостоятельно [12]. Механизм законодательного регулирования такого подхода найден не был.

В ЕС разработаны новые инструменты для снятия барьеров на пути свободного обращения товаров. Среди этих инструментов наиболее важными являются документы,

определяющие «Новый подход» по упорядочению товаров и «Глобальный подход» – по оценке соответствия.

Общим в этих подходах является то, что они «ограничивают вмешательство государства по наиболее важным направлениям, оставляя производственно-хозяйственным органам самые выгодные возможности для выполнения своих обязательств перед населением» [10].

Решением ЕС [8] была определена политика нового подхода, которая заключается в следующем:

- гармонизация законодательства ограничивается принятием основных требований по безопасности, которым должна соответствовать продукция, поступающая на рынок и свободно циркулирующая внутри Сообщества;
- составление технических спецификаций для производства и поставки на рынок продукции, соответствующей основным требованиям с учетом современного уровня развития техники;
- спецификации не являются обязательными и имеют статус стандартов, добровольных для выполнения;
- изготовитель может не производить продукцию в соответствии со стандартами, но в этом случае он обязуется представить доказательства, что его продукция соответствует основным требованиям Директивы.

В соответствии с [11] оценка соответствия требованиям Директив должна проводиться на основе анализа и оценки рисков.

Таким образом, законами (Директивами) принимаются основные требования безопасности, выполнить которые собственник обязан либо соблюдая стандарты, содержащие решения, позволяющие обеспечить приемлемый уровень риска, либо любыми другими методами, обеспечивающими приемлемый уровень риска, при условии, что он может это доказать. Теперь решение «как» обеспечить безопасность принимает собственник, а не государство, но не обеспечить выполнение требований безопасности он не может.

Россия приняла решение о реализации в своем законодательстве нового и глобального подходов ЕС и в 2002 году ввела в действие Закон о техническом регулировании [13]. Закон определяет процедуры принятия Технических регламентов, как законодательных актов, содержащих обязательные требования к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации. При этом обязательные требования принимаются только с целью защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей (продукции). Таким образом, если в [8] техническое регулирование касается только поступающей на рынок продукции, то в [13] в сферу технического регулирования включается и производство продукции и эксплуатация этих производств.

В [13] содержатся нормы, не позволяющие разрушить заложенные в него принципы технического регулирования. Так, в соответствии со ст. 4 п.3 «федеральные органы исполнительной власти вправе издавать в сфере технического регулирования акты только рекомендательного характера».

В соответствии со ст.7, п.2 закона [13] «требования технических регламентов не могут служить препятствием осуществлению предпринимательской деятельности в большей степени, чем это минимально необходимо для целей технического регулирования».

В соответствии со ст.7, п.4 закона [13] «Технический регламент ... не должен содержать требования к конструкции и исполнению, за исключением случаев, если из-за

отсутствия требований к конструкции и исполнению с учетом степени риска причинения вреда не обеспечивается достижение целей технического регулирования».

Очевидно, что для достижения целей технического регулирования конкретные технические решения, содержащие требования к конструкции и исполнению, для осуществления предпринимательской деятельности могут выбираться как предлагаемые в стандартах и правилах, так и альтернативные, с учетом новых достижений. Закон содержит процедуры принятия и применения, как национальных стандартов, так и стандартов предприятия. Учитывая, что в практике СССР спецификации и технические требования содержались не только в стандартах, но и в Правилах и других нормативно-технических документах, для добровольного применения предусмотрены наряду со стандартами, своды Правил. При этом с введением Технического регламента и свода Правил, отменяются нормативные документы, действовавшие и имевшие статус обязательных до разработки технического регламента.

Примером реализации политики технического регулирования, предусмотренной в [13], является технический регламент о требованиях пожарной безопасности (ПБ) [14].

В соответствии с [14] каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения ПБ, которая включает в себя: а) систему предотвращения пожара; б) систему противопожарной защиты; в) комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности. Система обеспечения ПБ должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

В законе содержатся основные требования к системам обеспечения ПБ. Технические решения для реализации этих требований приведены в Своде правил и в Национальных стандартах РФ по пожарной безопасности. Собственник может либо применить решения и выполнить все требования свода правил и Национальных стандартов, распространяющихся на принадлежащий ему объект защиты, либо применить другие решения, доказав, что они обеспечивают приемлемый уровень риска, регламентированный в [14]. Для доказательства необходимо выполнить расчет пожарного риска с учетом применяемой системы ПБ и на его основе составить Декларацию пожарной безопасности. В этом случае законом [14] предусматривается значительное сокращение государственного надзора.

Безусловно, что реализация такого механизма принятия решений в области безопасности встречает сопротивление, поскольку в этом не заинтересованы как надзорные органы, теряющие сферу влияния, так и собственник, ответственность которого возрастает, а решить проблему снятия с себя ответственности традиционным способом он уже не может.

Украина начала процесс гармонизации национального законодательства с законодательством ЕС, приняв Законы «О стандартах, технических регламентах и процедурах оценки соответствия» и «Подтверждение соответствия» [15, 16]. Несмотря на то, что в этих законах в декларативной форме содержатся нормы, аналогичные нормам законодательства ЕС и РФ о техническом регулировании, остается не ясным в какой мере ограничивается вмешательство государства в процесс принятия решений о безопасности продукции и связанным с ним процессами проектирования, производства, эксплуатации, перевозки и т.п. Непонятно, будут ли сокращаться надзорные органы и каким образом? Как будет стимулироваться создание рынка услуг в сфере оценки соответствия на основе оценки риска?

В ЕС после формирования общего рынка услуг в сфере оценки соответствия возникла проблема повышения качества этих работ. Для этих целей широко используется саморегулирование, опыт применения которого в некоторых странах составляет несколько десятилетий. Полагается, что наличие стандартов и правил

предпринимательской или профессиональной деятельности, обязательных для выполнения всеми членами саморегулируемой организации и дополнительная имущественная ответственность каждого члена саморегулируемой организации перед потребителями произведенных товаров, повысит ответственность за результаты оценки соответствия требованиям безопасности на основе оценки риска.

В России создание и функционирование саморегулируемых организаций регламентировано законами [17, 18]. Уже прошли процедуры регистрации и начали функционировать десятки саморегулируемых организаций по строительству, проектированию, по промышленной безопасности и др. Каждая саморегулируемая организация формирует учебные программы, налаживает обучение и аттестацию специалистов, входящих в нее организаций. Формируются компенсационные взносы, и проводится страхование ответственности организаций – членов саморегулируемых организаций, готовятся стандарты саморегулируемых организаций для повышения качества выполняемых работ и др.

В Украине этот процесс еще не начался, но в Программе экономических реформ Президента Украины [19] предусмотрено:

- «сокращение количества видов хозяйственной деятельности, которая подлежит лицензированию, ... как путем непосредственной отмены, так и за счет ... широкого использования саморегулирования»;
- «создание условий для развития саморегулируемых организаций и последовательная передача им части функций государственного регулирования и контроля»;
- «законодательное обеспечение развития саморегулируемых организаций».

Проект Закона Украины о саморегулируемых организациях находится на рассмотрении в Верховном Совете.

Поскольку требования к оценке соответствия должны отображать уровень риска, который создает продукция или процесс [15,16], то необходимо развивать методы оценки риска. Безусловно, после возникновения организаций, занимающихся оценкой соответствия на основе независимой оценки риска, начнут развиваться и методы анализа опасности и оценки риска, но необходимо создание базовых национальных стандартов, определяющих процедуры такой оценки.

В России основные Международные стандарты по процедурам оценки риска после ввода в действие Закона «О техническом регулировании» [13] приняты как национальные с небольшими изменениями [20-27].

В Украине действуют один из них [27], который был принят ранее, как межгосударственный стандарт некоторыми странами СНГ.

Эти стандарты не содержат конкретных методов расчета, но определяют как основные этапы и процедуры оценки риска в целом [20-25], так и процедуры выполнения отдельных этапов [26, 27].

Основополагающий стандарт «Анализ риска технологических систем» [20] во многом коррелируется с Методикой определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности [28], но без методик, описывающих процедуры выполнения отдельных этапов анализа. Последняя трудно применима. Кроме того, методика оценки риска [20] носит общий характер и предполагает, что для конкретных отраслей могут существовать стандарты, которые устанавливают методологию оценки и анализа риска для определенных областей применения. Такую работу в странах ЕС выполняют саморегулируемые организации.

Совершенно очевидно, что безопасность общества является сложнейшей социально-экономической проблемой. На рынке будут выигрывать те страны, которые, применяя общие подходы, имеют или создадут собственную наиболее эффективную систему

управления рисками и смогут максимально снизить опасности и связанные с ними потери с минимальными затратами.

1. Еженедельник «Время» (ГДР), 26 октября, 1984 г.
2. Статистика смертности и травматизма населения Украины в 2007-2008 годах (для учета в страховых тарифах). Обзор подготовлен forINSURER.com на основе национального доклада МЧС Украины «*О состоянии техногенной безопасности в Украине*».
3. Чувелёв. Д. «Горькая» реальность. //Наука и технологии России. http://www.strf.ru/organization.aspx?CatalogId=221&d_no=17617
4. Демографический ежегодник России - 2008 г. //Федеральная служба государственной статистики.
http://www.gks.ru/wps/PA_1_0_S5/Documents/jsp/Detail_default.jsp?category=1112178611292&elementId=1137674209312
5. Леонов А.А., Азаренко Е.И. Оценка антропогенной безопасности в Украине //Вісник СевДТУ. Вип. 87: Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2008. – С.165-171.
6. Проблемы безопасности и ЧС, Сведения о ЧС, произошедших на территории РФ, 1994-2007гг.
7. Мировая статистика и анализ пожаров. 17.09.2008 г. <http://www.emer.kz/news/detail.php?ID=2829>
8. Решение Совета Европы от 7 мая 1985 г. по новому подходу к технической гармонизации и стандартам (85/С 136/01)
9. Решение Совета Европы от 21 декабря 1989 г. По глобальному подходу к оценке соответствия (90/С 10/01)
10. Решение Совета Европы от 22 июля 1993 г. По модулям для различных этапов процедур оценки соответствия.
11. Европейская комиссия. Руководство по выполнению директив, базирующихся на принципах нового подхода и глобального подхода.
12. НПАОП 0.00-1.41-88. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
13. Российская Федерация. Федеральный Закон «О техническом регулировании» N 184-ФЗ от 27.12.2002
14. Российская Федерация. Федеральный Закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ от 22.07.2008г.
15. Закон України «Про підтвердження відповідності». //Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001. – N 32. – ст. 169.
16. Закон України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» //Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006. – N 12. – ст.101
17. Российская Федерация. Федеральный Закон «О саморегулируемых организациях» №315-ФЗ от 01.12.2007г.
18. Российская Федерация. Федеральный Закон «О некоммерческих организациях» №7-ФЗ от 12.01.1996г.
19. Програма економічних реформ на 2010 – 2014 роки
20. ГОСТ Р 51901.1-2002 (МЭК 60300-3-9:1995) Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем.
21. ГОСТ Р 51901.2-2005 (МЭК 60300-1:2003) Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности.
22. ГОСТ Р 51901.4-2005 (МЭК 62198:2001) Менеджмент риска. Руководство по применению при проектировании.

23. ГОСТ Р 51901.5-2005 (МЭК 60300-3-1:2003) Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности.
24. ГОСТ Р 51901.6-2005 (МЭК 61014:2003) Менеджмент риска. Программа повышения надежности.
25. ГОСТ Р – МЭК 61508-2007. Функциональная безопасность электрических, электронных и программируемых электронных систем, связанных с безопасностью. Часть 1-7.
26. ГОСТ Р 51901.11-2005 (МЭК 61882:2001) Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.
27. ГОСТ 27.310-95. (МЭК 61812:1985) Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов.
28. Методика определения рисков и их приемлемых уровней для декларирования безопасности объектов повышенной опасности. — К.: Основа, 2003. — 192 с.

Э.А. Грановський

РОЗВИТОК ЗАКОНОДАВСТВА І НОРМАТИВНОЇ БАЗИ В ГАЛУЗІ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ОЦІНКИ РИЗИКУ

Проведено розгорнутий аналіз розвитку законодавства у галузі безпеки в Росії та України на основі статистичних даних, охарактеризований новий і глобальний підхід для вирішення проблем безпеки та гармонізації законодавства у сфері безпеки. Наведено статистичні дані про смертність населення від зовнішніх причин у побуті у 2007 р. в Україні та Росії і дані про кількість людей, загиблих в Україні та Росії від усіх надзвичайних ситуацій.

E.A Granovskyi

DEVELOPMENT OF LEGISLATION AND REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF SECURITY ON THE BASE OF RISK ASSESSMENT

The detail analysis of legislation development in Russia and Ukraine on the basis of statistical data, new and global approach for solving safety problems and harmonization of legislation in the field of security are characterized. The statistical data on mortality from external causes in every day life during 2007 in Ukraine and Russia and data about quantity of people that died in Ukraine and Russia due to all emergency situations are shown.

В. В. БЄГУН

Інститут державного управління у сфері цивільного захисту, м.Київ

СИСТЕМНІ ОЦІНКИ СТАНУ НОРМАТИВНО – ПРАВОВОЇ БАЗИ З БЕЗПЕКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ЗМІНИ СТРАТЕГІЇ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКОЮ

Розглядаються умови переходу на ринкові принципи управління безпекою взагалі, та рятувальних підрозділів зокрема. Охарактеризовані основні сім принципів державного управління безпекою в ринкових умовах: прийнятності, превентивності (запобігання) мінімізації, повноти, адресності, доцільного значення, прийнятих рівнів, інформування (декларування). Наведені пропозиції до плану нормотворчої діяльності МНС щодо управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Інтеграція України в європейські структури неминує призведе до зміни стратегії управління безпекою. В країнах прийнято стратегію попередження надзвичайних ситуацій (НС), а це знижує рівень небезпеки та значно дешевше для держави в цілому (7–30 разів). Природно, що науковці МНС зобов'язані прискорювати цей процес. Ми маємо впроваджувати ринкові принципи й методи управління безпекою та відмовлятися від методів тоталітарного минулого – тотального контролю діяльності об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) майже сотнею державних структур. Це нонсенс, але факт, який ми отримали в спадщину від народної (соціалістичної) економіки й за 20 років панування неначебто ринкових принципів господарювання так і не змогли, крім ядерної галузі, змінити свій світогляд щодо методів управління безпекою. Низька ефективність управління безпекою в порівнянні з безпекою АЕС представлена на рис. 1–4 у вигляді трендів основних показників з безпеки. В якості таких показників обрані інтегральні показники небезпеки: ризик смертності на виробництві – сфера охорони праці [1], рис. 1; кількість надзвичайних ситуацій – сфера цивільного захисту [2], рис.2; пожежна безпека – кількість пожеж та збитки від пожеж [3], рис. 3; кількість порушень нормальної експлуатації на АЕС [4], рис. 4.

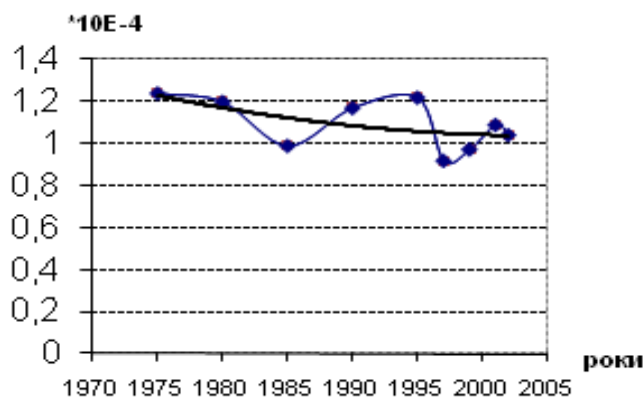


Рис. 1. Ризик смертності на виробництві

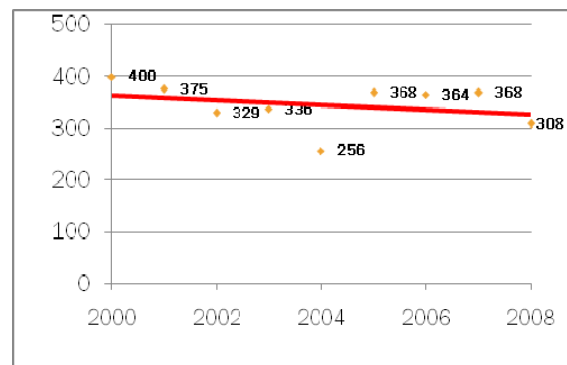


Рис. 2. Кількість надзвичайних ситуацій

Як бачимо з рис. 1, випадкова величина, а саме, ймовірність летального випадку на виробництві, фактично не змінилася протягом 30 років, незважаючи на зміни декількох поколінь обладнання та, навіть, державного устрою і форми власності. Тренд цієї випадкової величини лежить у дуже вузькому діапазоні [1E-4;1,2E-4], відповідно

математичне очікування $m = 1,093$, дисперсія вибірки $D = 0,014$, середнє квадратичне відхилення $y = 0,1198$, коефіцієнт варіації $v = 0,1$, тобто маємо порівняно стабільну величину. Аналогічна поведінка й двох наступних випадкових величин: кількість надзвичайних ситуацій (рис. 2) та кількість пожеж (рис. 3). Стосовно пожеж, крім слабо спадаючого тренду кількості пожеж, маємо зростання майже в десять разів прямих збитків. Але ж держава має достатньо великі структури, які займаються регулюванням ризику у цих сферах, при цьому цілі регулювання визначені як «запобігання небажаних подій та їх зменшення», чого, на жаль, не відбувається. Ці об'єктивні статистичні дані свідчать про низьку ефективність регулювання безпеки в цих сферах, неправильний вибір стратегії управління (перевага реагування на НС), відсутність системної роботи із запобігання надзвичайних ситуацій, застарілість основних принципів регулювання безпеки, їх невідповідність сучасним світовим нормам та інші недоліки в цих сферах діяльності.

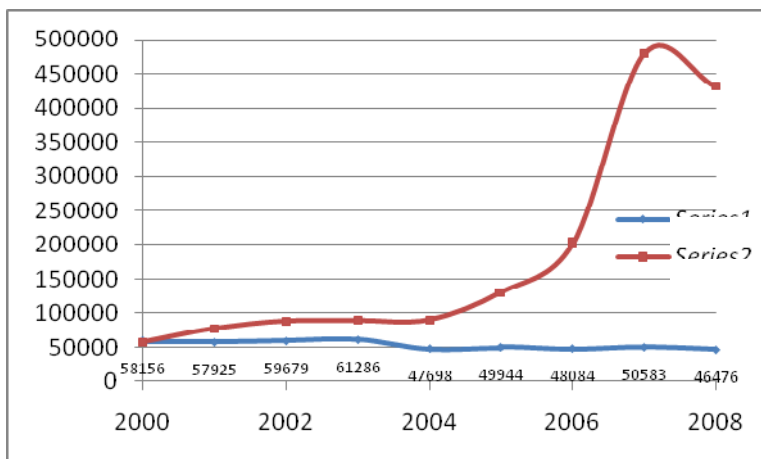


Рис. 3. Кількість пожеж та збитків від них (тис. грн.)

Головне – фактично відповідальність за безпеку приватних (орендованих) підприємств по-давньому соціалістичному принципу покладено не на їх господарів, а на плечі народу. Саме за бюджетні кошти рятувальні підрозділи ліквідують аварії – наслідки або безгосподарності, або неграмотності, або кричущих порушень технологічних процесів і регламентів. Також за бюджетні кошти ліквідується екологічна шкода, сплачуються регреси, компен-

сується втрата майна постраждалим громадянам. Порушується ще один з важливих принципів управління безпекою в ринкових умовах - *принцип адресності*, який полягає в тому, що ризиком повинен керувати (й повністю за нього відповідати!) той, хто його створює. В нашій країні маємо протилежну ситуацію – прибуток отримує бізнес, а наслідки аварій компенсує держава. Звичайно, така ситуація вигідна бізнесу, тому про безпеку він і турбується за залишковим принципом – тільки на вимогу державних інспекцій.

Зовсім протилежну ситуацію можна спостерігати в атомній галузі, де впроваджені сучасні міжнародні принципи регулювання безпеки, та діяльність якої проходить під пильним міжнародним контролем. За показник безпеки за аналогією з попередніми сферами обрано кількість порушень (навіть не аварій, а порушень – відхилень від нормальних умов експлуатації) за той же період (рис.4). За період незалежності відбулося скорочення числа порушень на АЕС майже в десять разів (!), а за порівняльний період – в 4 рази. Лінія тренду на цій діаграмі має експоненціальний характер.

Ситуацію з регулювання безпеки в сфері цивільного захисту потрібно змінювати докорінно - стратегія управління безпекою має відповідати новому державному устрою та приватній формі власності. Концепція управління ризиками, яка відповідає стратегії запобігання небезпек в ринкових умовах господарювання, розроблена ще 5 років тому та знаходиться на сайті МНС у виді проекту [5]. Про необхідність змін стратегії державного контролю безпеки йдеться й у «Програмі економічних реформ на 2010–2014 роки» [6], що розроблена нещодавно Комітетом з економічних реформ при Президентові України та

опублікована на офіційному сайті Президента України (85 стор., червень 2010 р.). У передмові сказано: «Програма реформ розроблена на виконання поставленого Президентом України завдання з відновлення економічного зростання й модернізації економіки країни». Те, що програма розроблена на сучасному рівні та спрямована на подолання негараздів, підтверджує й таке спостереження – слово «ризик» (як характеристика стану безпеки) зустрічається в документі майже 40 разів. На сторінці 38 наведені безпосередні завдання для МНС (п.5. Державний нагляд і контроль):

«Основними завданнями у сфері державного нагляду й контролю мають стати:

– завершення розробки й впровадження критеріїв оцінювання ступеня ризику від

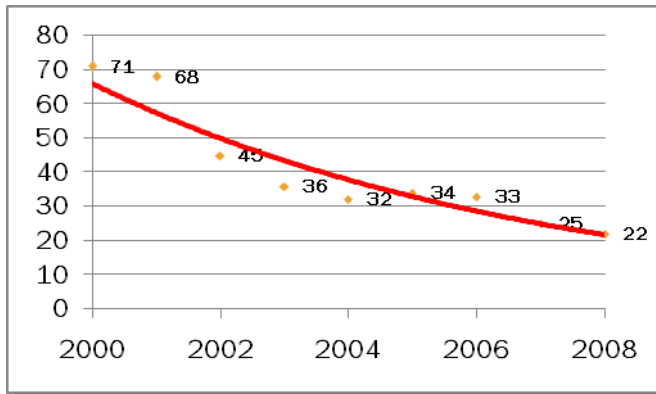


Рис. 4. Кількість порушень на АЕС України

ведення суб'єктами господарської діяльності й періодичності проведення планових заходів державного нагляду (контролю);

– зміна підходів до здійснення державного нагляду з прямого контролю до профілактики й запобігання порушень законодавства;

– скасування дублюючих контролюючих функцій з подальшим скасуванням контролюючих органів, у діяльності яких зникла необхідність.

Для цього необхідно:

– скоротити кількість державних контролюючих функцій шляхом проведення аудиту й аналізу контролюючих функцій;

– визначити перелік питань для вжиття планових заходів щодо нагляду (контролю) залежно від ступеня ризику;

– запровадити відповідальність органів державного нагляду (контролю) за збитки, завдані суб'єкту господарювання неправомірними діями, недотриманням процедури здійснення державного нагляду (контролю)».

Отже все, що сказано з приводу регулювання безпеки в програмі, відповідає і наведеним принципам концепції управління ризиками [5], і рубриці «На допомогу менеджерам з безпеки» [7] журналу МНС «Надзвичайна ситуація», що започаткована з квітня 2009 року. Але корінні зміни в управлінні безпекою, як вимагає уряд, – це не просте завдання, потрібно змінювати світогляд, філософію й ставлення до безпеки, проводити нове навчання фахівців. До цього спонукає час і наш європейський вибір.

На сторінках журналу для фахівців з безпеки неодноразово розповідалося про концепцію загального управління безпекою в ринкових умовах – концепцію ризик-орієнтованого підходу (РОП). Як вже було сказано, в Україні ця концепція управління розроблена майже п'ять років тому, але не впроваджена до цього часу, на наш погляд, із загальних причин політичної нестабільності. Ось основні сім принципів державного управління безпекою в ринкових умовах, які викладені в концепції управління ризиками: (1) прийнятності, (2) превентивності (запобігання), (3) мінімізації (ALARA), (4) повноти, (5) адресності (хто створює – той платить), (6) доцільного значення прийнятних рівнів, (7) інформування (декларування). Ці сім принципів у розвинених країнах дійсно забезпечують належний рівень безпеки та відповідають новітнім принципам саморегулювання безпеки.

Наведемо коротке пояснення цих принципів:

- *принцип прийнятності ризику* полягає у визначенні і досягненні у державі соціально, економічно, технічно і політично обґрунтованих нормативних значень ризиків для населення, навколишнього природного середовища та об'єктів економіки;

- *принцип превентивності* передбачає максимально можливе і завчасне виявлення небезпечних значень параметрів стану чи процесу та ініціюючих подій, які створюють загрозу виникнення надзвичайних ситуацій, і вжиття конкретних заходів, спрямованих на нейтралізацію цієї загрози та/або пом'якшення її наслідків;

- *принцип мінімізації ризику*, згідно з яким ризик надзвичайної ситуації необхідно знижувати настільки, наскільки це можливо, добиватися досягнення розумного компромісу між рівнем безпеки і розміром витрат на її забезпечення;

- *принцип повноти*, відповідно до якого ризик для життєдіяльності людини чи функціонування будь-якого об'єкта є інтегральною величиною, яка має визначатися з урахуванням усіх загроз виникнення аварій і/або надзвичайних ситуацій та врахування людського чинника;

- *принцип адресності* полягає в тому, що ризиком повинен керувати (й повністю відповідати!) той, хто його створює;

- *принцип вибору доцільного значення ризику*, відповідно до якого суб'єкт управління ризиком забезпечує в межах від мінімального до гранично допустимого таке значення ризику, яке він вважає доцільним, виходячи з наявних у нього економічних, технічних та матеріальних ресурсів та існуючих соціальних і політичних умов; суб'єкт господарювання, вибираючи доцільне значення ризику, гарантує певний рівень безпеки для населення та сплату страхових виплат, якщо аварія сталася;

- *принцип обов'язковості інформування* полягає в тому, що кожний суб'єкт управління ризиком зобов'язаний регулярно надавати органам державної влади та місцевого самоврядування реальні значення ризиків.

Більш детально розглянемо принцип превентивності (*запобігання*). По-перше, процедура «запобігання НС» згідно із Законом [8] розпочинається саме з проведення оцінки рівнів ризику. Відмітимо, що відповідно до проекту Кодексу цивільного захисту (далі Кодекс) [9], ця процедура (запобігання НС) прописана для всіх органів та служб цивільного захисту, розпочинаючи від повноважень Кабінету Міністрів України (Стаття 22) і до сил ЦЗ (Стаття 27) та небезпечних підприємств. Цікавий зміст має Стаття 27 «Основні завдання сил цивільного захисту»:

«проведення робіт та заходів щодо *запобігання* надзвичайним ситуаціям, захисту населення і територій від них» - ця фраза прописана першою. І хоча це цілком правильно, користі з цього не варто очікувати, якщо не розказано, як це робити.

На жаль, вимоги знову прописані в загальному вигляді. Звісно, потрібна деталізація процедури та чіткий розподіл обов'язків з цієї дуже важливої роботи, яка стосується кожного громадянина, тому що все це робиться за народні кошти, всі ми платимо за чийсь недбалість або безглуздість (чи нахабство?).

В процедурі державного регулювання безпеки беруть участь державні органи, починаючи з РНБО, Кабінету Міністрів, МНС з усіма його структурами, науково-дослідні установи, інспекція цивільного захисту (стаття 7 Кодексу ЦЗ), всього 14 державних органів та структур з відповідною ієрархією та 6 громадських органів та формувань. Всі вони зобов'язані проводити запобігання НС – вимога законодавства, Кодексу зокрема, як це наведено вище.

Але ж яка має бути процедура запобігання, наприклад, для рятувальних підрозділів, що їй кому потрібно робити? Відповідь отримуємо при аналізі основних функцій і завдань рятувальних підрозділів відповідно до Закону [10]. Стаття 3 закону містить наступні обов'язки щодо запобігання:

- «контроль за готовністю об'єктів і територій, що ними обслуговуються, до проведення робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій»;

- участь у розробленні та погодженні планів реагування на надзвичайні ситуації на об'єктах і територіях, що ними обслуговуються;

- участь у проведенні експертизи проектних рішень щодо поліпшення захисту об'єктів і територій на випадок виникнення надзвичайних ситуацій;
- участь у роботі комісій з прийняття в експлуатацію об'єктів, які потребують аварійно-рятувального обслуговування;
- участь у підготовці рішень з питань створення, розміщення, визначення обсягів матеріальних резервів для ліквідації надзвичайних ситуацій;
- пропаганда у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та участь у підготовці працівників підприємств, установ та організацій і населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій».

На превеликий жаль, все це не узгоджено з іншими законами про державний нагляд тощо [11, 12]. Фактично рятувальні підрозділи цією роботою не займаються, принаймні плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій (ПЛАС) з ними не погоджуються. Але ж саме в ПЛАСах повинні бути прописані спільні дії персоналу підрозділів ОПН та рятувальних підрозділів. Згідно з вимогами щодо підготовки персоналу для роботи в умовах підвищеної небезпеки, не менше одного разу на рік має бути спільне протиаварійне тренування персоналу підрозділів ОПН та рятувальних підрозділів з ліквідації можливих аварій на об'єкті. Саме при проведенні таких тренувань проходить підготовка працівників підприємств, установ та організацій і населення до дій в умовах надзвичайних ситуацій. Рятувальники, які, звісно, мають більший досвід роботи в умовах НС, повинні не тільки навчати персонал правильним діям в умовах НС, але й радити, які мають бути засоби, прилади, інструменти, автоматика щодо попередження розвитку аварій в НС.

Навіть з цього прикладу й короткого огляду можна зробити висновок щодо неузгодженості нормативної бази з безпеки, її невідповідності державному устрою та сучасному міжнародному законодавству. Причому неузгодженість розпочинається на рівні основних визначень. Першочергові пропозиції автора до плану нормотворчої діяльності МНС наведені в наступній таблиці.

Таблиця. Пропозиції до плану нормотворчої діяльності МНС

№ п/п	Орієнтовна назва законопроекту, нормативного акту Кабінету Міністрів України, нормативного акту МНС	Обґрунтування необхідності прийняття закону (Постанови КМУ) або внесення до них змін та доповнень
1.	Постанова КМУ «Про затвердження Концепції управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру».	Зміна стратегії Державного управління безпекою відповідно до сучасного міжнародного законодавства та «Програми економічних реформ на 2010 – 2014 роки».
2.	Постанова КМУ «Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки».	Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. (затверджена Держнаглядохоронпраці в 2003 р.) – <i>не відповідає сучасному законодавству</i> , зокрема Закону України “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» від 5.04.2007, N 877-V. Потрібна комплексна оцінка можливого негативного впливу від різного виду надзвичайних ситуацій, людського чинника тощо, що можуть загрожувати населенню країни, її природному середовищу та об'єктам техносфери.

3.	Постанова КМУ «Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна пожежами та аваріями на об'єктах підвищеної небезпеки та іншими надзвичайними ситуаціями».	Постанова КМУ від 16 листопада 2002 р. N 1788 <i>не відповідає сучасному законодавству</i> , зокрема Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності». 5.04.2007, N 877-V. Потрібна ефективна державна стратегія щодо запобігання негативним наслідкам НС, суми страхових внесків мають бути диференційовані відповідно до можливих ризиків.
4.	Постанова КМУ «Про затвердження Порядку розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності для безпеки життя і здоров'я населення, навколишнього природного середовища».	Виконання вимог Закону України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності». 5.04.2007, N 877-V. <i>Мають бути вказані числові значення діапазонів ризику.</i>
5.	Постанова КМУ «Про затвердження Порядку розподілу суб'єктів господарювання за ступенем ризику їх господарської діяльності для безпеки життя і здоров'я населення, навколишнього природного середовища щодо пожежної безпеки».	
6.	Постанова КМУ «Про затвердження положення з організації ризик – менеджменту».	Зміна стратегії Державного управління безпекою відповідно до сучасного міжнародного законодавства та «Програми економічних реформ на 2010 – 2014 роки».
7.	Постанова КМУ «Про затвердження положення з інформаційної підтримки ризик – менеджменту»	
8.	Постанова КМУ «Про затвердження стратегії страхового захисту об'єктів контролю».	
9.	Постанова КМУ «Про затвердження методики оцінки поточних значень ризику».	

Управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру має розглядатися як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і соціально-економічного розвитку держави, однією з найважливіших функцій всіх органів виконавчої влади та суб'єктів господарювання всіх форм власності і має здійснюватися на основі зазначених вище принципів.

Висновки

Для переходу на європейські методи управління безпекою, виконання програми економічних реформ Президента України потрібна велика робота всіх суб'єктів регулювання безпеки в Україні, подолання, в першу чергу, власних застарілих звичок, впровадження принципів постійного навчання та вдосконалення.

Узгодження нормативної бази з безпеки - першочергове завдання. Достатньо вже дискусій щодо кількості перевірок та методів контролю, існує світовий досвід, який може бути впроваджений в нашої країні добровільно. У протилежному випадку це незабаром все одно буде впроваджено, але під тиском міжнародних структур, як подібне можливо спостерігати у деяких сучасних економічних реформах.

1. Основи охорони праці. Підручник. Ред. К.Н. Ткачук і М.О. Халімовський. - К.: Основа. 2003. – 472 с.
2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні. Звіт МНС та НАНУ. Київ. № к/о 317-3. – 325 с.
3. Аналітична довідка про стан із пожежами та наслідками від них в Україні за 12 місяців 2008 року. УКРНІПБ. Київ. 2009. – 81 с.
4. Офіційний сайт Державного комітету ядерного регулювання України (<http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/index>).
5. Концепція управління ризиками надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. Проект. <http://www.mns.gov.ua/освіта та наука>;
6. Програма економічних реформ на 2010–2014 роки. Офіційний сайт Президента України.
7. Статті рубрики «На допомогу менеджерам з безпеки» //Надзвичайна ситуація. – 2009, №5 –2010, №10
8. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» (08. 06. 2000 р. N 1809-III).
9. Проект Кодексу цивільного захисту України. Сайт МНС України, рубрика «громадські обговорення проектів законодавства»
10. Закон України “Про аварійно-рятувальні служби” від 14.12.1999 р. № 1281-XIV.
11. Закон України “Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності». 5.04.2007, N 877-V.
12. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» 18.01.2001 р, N 2245-III.

В. В. Бегун

СИСТЕМНЫЕ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ НОРМАТИВНО - ПРАВОВОЙ БАЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

Рассматриваются условия перехода на рыночные принципы управления безопасностью вообще, и спасательных подразделений в частности. Охарактеризованы семь основных принципов государственного управления безопасностью в рыночных условиях: приемлемости, превентивности (предотвращение) минимизации, полноты, адресности, целесообразного значения, принятых уровней, информирование (декларирование). Приведены предложения к плану нормотворческой деятельности МЧС по управлению рисками чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

V.V. Begun

SYSTEMATIC EVALUATION OF REGULATORY AND LEGAL FRAMEWORK IN THE FIELD OF SECURITY AND PROPOSALS FOR CHANGE STRATEGY OF SAFETY MANAGEMENT

The conditions of transition to market principles of safety management in general and rescue units in particular are described. The basic seven principles of state safety management in market conditions: eligibility, prevention, minimization, completeness, specificity, reasonable value, acceptable levels, information (declaration) are characterized. The proposals to the plan of legislative activity of MES due to risk management of anthropogenic and natural emergencies are shown.

А.И. ГРАЖДАНКИН

*Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности,
ЗАО НТЦ ПБ, г. Москва, riskprom.ru*

УПРАВЛЕНИЕ НЕПРИЕМЛЕМЫМ РИСКОМ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Постиндустриальное ядро промышленного прогресса подобно идеальной тепловой машине с наивысшим КПД, работающей по циклу Карно - аналогу марксистского "товар-деньги-товар". Но в жизни идеал нуждается в топке и выхлопной трубе, где чаще и происходят неизбежные аварии. Цивилизованное безопасное производство не может обойтись без архаичного окружения. Безопасность периферийного производства приносится в жертву свободе торговли метрополии. Модное «управление риском» - ширма небезопасного труда на периферии европрогресса.

После принятия в России Федерального закона «О техническом регулировании» и юридического отражения его постулатов в новейших техрегламентах и нацстандартах, проникновенные разговоры о приемлемом риске вновь всколыхнули научно-техническое сообщество промышленников. В законе под безопасностью понимается состояние, при котором отсутствует недопустимый риск причинения вреда потенциальным жертвам (жизни или здоровью граждан, животных и растений, имуществу, окружающей среде). По этому закону для определения «безопасного» состояния продукции необходимо оценить ее техногенный риск на рынке и сравнить его с недопустимым (приемлемым). Предполагается, что эта процедура беспристрастного сравнения окончательно снимет «барьеры» с малого и среднего бизнеса, с точки зрения которого издержки на безопасность сегодня избыточны. Заявляется, что сравнение риска с приемлемым – есть чуть ли ни самая прозрачная объективность невидимой руки рынка, которая свершит справедливость и больно даст по рукам бюрократам, цепляющимся за старые требования безопасности. Бизнес-сообщества отовсюду репродуцируют стоны о непосильности и негодности существующих «барьеров безопасности» в коммерческо-производственной деятельности. На подобном фоне внетехнического разрегулирования необходимо перейти в русло конструктивной дискуссии о приемлемом риске промышленных опасностей для потенциальных жертв.

Путь к рынку через деиндустриализацию оказался весьма пагубным для отечественной технической культуры, что отразилось и на такой чувствительной области, как обеспечение безопасности труда в промышленности. Хорошо известно, что экономика лишь тогда становится рыночной, когда земля, деньги и труд превращаются в товар. Безопасный труд дорог, и, как товар, при абсолютно свободном рынке неконкурентоспособен. Тут же возникла фантазия, что причина бед не в товаре, а в требованиях безопасности.

Не секрет, что основная часть действующих норм и правил безопасности составлены применительно к крупным хозяйствующим субъектам. Популистское снятие «административных барьеров» в промышленной безопасности действительно может увеличить прибыльность и конкурентоспособность бизнеса. При этом издержки на обеспечение безопасности никуда не исчезают, а рыночно перекадываются на безмолвную природу и население, на производственный персонал, а также на традиционные системы жизнеобеспечения (госслужбы надзора и спасения, транспортные пути сообщения, инфраструктуры тепло-энергообеспечения и др.).

Явно обнародовать такую мета-цель об увеличении бизнес-прибыли на небезопасном «безбарьерном» производстве нельзя. Подавляющее большинство граждан

России вряд ли согласится оплачивать своей жизнью и здоровьем изобилие роскоши. Но в рыночных условиях согласие гражданского общества можно заполучить на политическом рынке. Сегодня там и идут торги приемлемым риском в обертке реформы технического регулирования. Однако под околонучной рекламой в этом «товаре» скрывается его фундаментальное ограничение.

Правила и нормы безопасности записываются исторически, а не создаются логически (даже в исторические времена самых прогрессивных реформ). Стремиться логически к лучшим (чем где?) правилам по реформе технического регулирования – безжизненное кредо технократа от безопасности. В методологическом смысле – это пустая трата времени и сил. Граница между хорошим и плохим определяется не какими-то объективными законами, а ценностными установками (идеалами, интересами), поэтому о «лучшем» можно спорить до хрипоты. Нижний же предел между плохим и неприемлемым определяется уже объективными потребностями жизни человека – абсолютно безопасно после смерти. Наши отцы и деды очертили эту границу для нас в правилах и нормах безопасной производственной деятельности.

Наши требования безопасности годятся только для наших техноландшафтов, нашей стороны, нашей промышленности. Они незримо несут на себе отпечаток господствующего у нас технологического уклада и сложившейся технической культуры. В иной культуре правила безопасности будут отличными от наших. О крепости и жизненности отечественной культуры безопасности свидетельствует тот факт, что, несмотря на весь разрушительный пафос «техрегулирования», наши нормы и правила безопасности продолжают активно применяться в реальной производственной деятельности, а гармонизированные переводные национальные стандарты и регламенты живут в каком-то параллельном, потустороннем законодательстве, в томительном ожидании прихода добрых иностранных инвесторов.

Можно вспомнить и об исторических примерах послевоенного восстановления в других странах (не секрет, что развал СССР – один из результатов нашего поражения в «холодной войне»). Все серьезные исследования, например, «японского экономического чуда» подчеркивают важную роль традиций в японских успехах. При заимствовании техники и иных элементов западной культуры, японцы подвергали их очистке от западной метафизики и оценочно-ценностных категорий, пропуская через ценностный фильтр собственной культуры.

Это прекрасно понимают апологеты «техрегулирования», которые вроде бы начинали с разговоров о чистке нашего фильтра безопасности, но быстро скатились к заклинаниям о благе «прорыва плотины»(!) традиционных требований безопасности. Подмена безопасной открытости беззащитной раскрытостью – типичный прием для легитимизации обмена отечественного безопасного труда на свободу торговли метрополии.

В честном разговоре вряд ли удастся заполучить согласие наших граждан обменять безопасный труд и отдых на прибыльную свободу присягнувших «общечеловеческим ценностям». Согласие населения можно легко купить на политическом рынке, подсунув им модный бестселлер «О приемлемом риске ... для *Homo economicus*». Слова после многоточия прямо не озвучиваются, в лучшем случае проглатываются скороговоркой.

Но прежде утверждений о «приемлемости ... для кого» стоит вопрос «приемлемости ... чего?», а еще ранее – вообще, что есть «приемлемый». В толковом словаре Ожегова находим: «ПРИЕМЛЕМЫЙ. Такой, к-рый можно принять, с к-рым можно согласиться». *Согласие* - перевод на русский латинского *consensus*. Приставки *со-* и *con-* (*com-*, *cum-*) эквивалентны понятию *вместе, заодно, едино*. Поэтому наше "со-гласие" означает, что все ГОВОРЯТ одно и то же, а латинское "con-sensus", что все ЧУВСТВУЮТ одно и то же. Поголовные согласие и консенсус вовсе не требуются. В нашем случае достаточно заразить «единой терминологией» научно-техническое сообщество промышленников.

Для этого нужно как можно быстрее придать основам «техрегулирования» символ законности «свыше». Часто можно услышать, что технические регламенты объективнее ведомственных норм, т.к. приняты «актом более высокой юридической силы». Победный бег «узаконивания» впереди СО-гласия финиширует «правовым нигилизмом».

О «приемлемости ...чего» споры не утихают до сих пор. Несуществующий «риск» превратился в таинственную реальность. Один из многих параметров опасного объекта сам стал объектом, притом еще более опасным. Управленцы риском все настойчивее призывают управлять показателем, а не объектом. В воздухе повисла мысль, что наконец-то найден тот пятый элемент, вездесущностный эфир, что воедино связывает технику, жизнь человека и деньги. Это риск.

Пора спуститься с небес на землю – поближе к производству. В технической сфере под риском понимается мера возможности причинения вреда потенциальным жертвам (жизни и здоровью людей, окружающей среде, материальным объектам техноландшафтов) при функционировании сложных социо-технических систем. Такой вред выступает обратной стороной благ, извлекаемых человеком с помощью техники из природы, и причиняется жертвам при возникновении случайных неплановых событий – техногенных происшествий (аварий, несчастных случаев, пожаров, сверхнормативных загрязнений окружающей среды и др.). Техногенные опасности порождены современным прогрессом, предполагающим неограниченное изъятие благ из природы. Случаен не только факт наступления техногенного происшествия, но и размер причиненного жертвам вреда (обычно самые масштабные последствия и самые редкие). Другими словами, техногенный риск – это мера техногенной опасности, показатель возможности возникновения непланового вреда от техники в социо-технической системе. Под анализом техногенного риска понимают обследование случайной величины потерь от техногенных происшествий. Под «управлением риска» пока ничего внятного не понимают. Формальное же допущение о возможности рассмотрения меры опасности (риска), как объекта управления (управление риском), равнозначно тому, что, например, продавец при взвешивании товара займется мошенничеством с механизмом весов и гирями – корыстным управлением мерой веса. Количество примеров вульгарного «управления риском» уже превысило порог случайной ошибочности, и свидетельствует об антигуманных закономерностях в имитации обеспечения безопасности в отечественном производстве (см. <http://riskprom.ru/publ/24-1-0-59>)

За показатель «приемлемости ...для кого» обычно принимают молчаливое согласие граждан с существующими техногенными опасностями. К сожалению, даже самое глухонемое согласие весьма подвижно, и сегодня буквально конструируется с помощью средств массовой информации. Можно припомнить, например, недавнюю кампанию на российском ТВ о кровожадности «лифтов-убийц». Польза от лифтов была забыта, а опасность искусственно гипертрофирована. Реальность же такова: сегодня ежегодная гибель людей при эксплуатации более 400 тыс. лифтов составляет 17 ± 4 чел., в основном, из обслуживающего персонала.

Вместо того чтобы фантазировать о приемлемости риска, полезнее зафиксировать существующие техногенные опасности. Ниже в таблице представлены результаты оценок фонового удельного риска гибели людей на типовых опасных производственных объектах. Сведения получены с использованием официальных данных, опубликованных в государственных докладах Госгортехнадзора России и Ростехнадзора за 1998-2009 гг. (см. таблицу ниже)

Сопоставление незначительности разброса в величинах масштаба производства и техногенного риска (см. таблицу) подтверждает, что более чем за 15 лет возрождения РФ в подавляющем большинстве отраслей промышленности существенно не изменялись ни объем промышленной продукции, ни удельное число погибших в авариях и несчастных случаях на опасных производственных объектах. Действующие требования безопасности

оказались спасительными даже в непригодных для них условиях коренного изменения хозяйственного уклада в стране. Правила безопасности удовлетворительно соответствовали технологическому укладу, несмотря на обозначившуюся архаизацию хозяйства.

Источник: RiskProm.RU, 2009 Фоновый риск гибели людей на опасных производственных объектах

№	Отрасль промышленности, поднадзорные объекты	Удельный риск гибели людей в аварии или НС на единицу произведенной продукции /масштаб производства или услуги		Риск гибели работника (за последние 5 лет)	Примечания		
		величина	размерность		период статистического наблюдения, гг.	Среднегодовое число погибших	Масштаб производства/услуги
1.	Угольная промышленность	54±11	смертей на 100 млн.т добытого угля	0,48±0,31	1991-2009	148±31	277±17 млн.т
2.	Горнорудная и нерудная промышленность, объекты подземного строительства	6,8±0,7	смертей на 100 млн. м3 добытой горной массы	0,12±0,02	1994-2009	90±8	1354±59 млн.м3
3.	Нефтедобывающие производства	6,1±1,0	смертей на 100 млн.т добытой нефти	0,11±0,03	1992-2009	22±3	390±34 млн.т
4.	Газодобывающие производства	4,3±1,8	смертей на 100 млрд. м3 добытого газа	0,02±0,015	1992-2009	2,4±1,1	573±22 млрд.м3
5.	Магистральный трубопроводный транспорт	2,5±0,6	смертей на 100 тыс. км действующих МТ	н/д	1998-2009	5,8±1,4	232,9±2,8 тыс. км
6.	Химическая, нефтехимическая и нефтеперерабатывающая промышленность В том числе:	10±2	смертей на 100 млн.т произведенной продукции	н/д	1994-2004	19±3,7	194 ±11 млн.т
6.1	Нефтеперерабатывающая промышленность	2,3±1,0	смертей на 100 млн.т произведенной продукции	0,056±0,017	1997-2009	4,5±1,8	195±16 млн.т
6.2	Химическая и нефтехимическая промышленность	6,5±1,8	смертей на 10 млн.т произведенной продукции	0,017±0,005	1997-2005	11±3	18,5±3,1 млн.т
7.	Взрывоопасные объекты хранения и переработки растительного сырья	2±0,9	смертей на 10 млн.т произведенной продукции	н/д	1998-2001	5,3±1,2	27±2 млн.т
8.	Металлургические и коксохимические производства и объекты	17,5±3,9	смертей на 100 млн.т произведенной продукции	0,018±0,004	1994-2009	27±6	155±11 млн.т
9.	Объекты, на которых используется оборудование, работающее под давлением, тепловые установки и сети	1,6±0,6	смертей на 100 тыс. действующих объектов котлонадзора	н/д	1997-2009	5,5±2,1	354±14 тыс. ед.
10.	Объекты, на которых используются стационарно устанавливаемые грузоподъемные механизмы и подъемные сооружения В том числе:	14±1,2	смертей на 100 тыс. действующих подъемных сооружений	н/д	1994-2009	102±8	730±7 тыс. ед.
10.1	парк лифтов	4,1±1,1	смертей на 100 тыс. действующих лифтов	н/д	1994-2009	17±4	426±19 тыс. ед.
10.2	крановый парк	30,2±2,5	смертей на 100 тыс. действующих кранов	н/д	1991-2009	89±10	294±19 тыс. ед.
11.	Объекты газораспределения и газопотребления	2,6±0,7	смертей на 100 тыс. км действующих подземных газопроводов	н/д	1994-2009	8±2	322±27 тыс. км
12.	Производство, хранение и применение взрывчатых материалов промышленного назначения	1,8±0,7	смертей на 100 тыс.т расходующих ВВ	1,16±0,37	1995-2009	14,1±3,8	788±112 тыс.т

Слух о том, что старые нормы безопасности и есть главный тормоз роста, бесплоден. Исторически «барьеры» следуют за изменениями технологического уклада, подстраиваются под него, ограничивают лихие опасности, поддерживают безопасное развитие. Отбросив опыт прошлых аварий, можно быстро развить лишь опасное производство, от которого мнят скорых успехов, а получают неминуемый крах. Застойному отечественному производству как нельзя лучше подходят именно «застойные» правила безопасности. Возродят ли нашу промышленность гармонизированные западные стандарты, еще неизвестно, а вот охрану труда и промышленную безопасность загубят.

Необходимо четко очертить границы использования современных процедур анализа опасностей и оценки техногенного риска. Они предназначены для априорного поиска неучтенных опасностей («слабых мест») и выработки дополнительных (возможных) предупреждающих мер безопасности. Основные (детерминированные) мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации прописаны в апостериорных правилах и нормах промышленной безопасности, эти требования должны исполняться безусловно. Модная процедура сравнения с критериями приемлемости риска корыстно легитимирует невыполнение требований безопасности, полученных из прошлого горького опыта.

А.І. Гражданкин

УПРАВЛІННЯ НЕПРИЙНЯТНИМ РИЗИКОМ У ПРОМИСЛОВОСТІ

Постіндустріальне ядро промислового прогресу подібно до ідеальної теплової машини з найвищим ККД, що працює за циклом Карно - аналогу марксистського "товар-гроші-товар". Але в житті ідеал потребує току і вихлопну трубу, де найчастіше і відбуваються неминучі аварії. Цивілізоване безпечне виробництво не може обійтися без архаїчного оточення. Безпека периферійного виробництва приноситься в жертву свободі торгівлі метрополії. Модне «управління ризиком» - ширма небезпечної праці на периферії європрогресу.

A.I. Grazhdankin

MANAGING OF UNACCEPTABLE RISK IN THE INDUSTRY

Post-industrial core of industrial progress is like the ideal heat engine with maximal efficiency, which operates on the Carno's cycle - the analogue of the Marxist "commodity-money-commodity". But in everyday life an ideal needs of the furnace and the exhaust pipe, where there are more and more unavoidable accidents. Civilized safe production can't be without archaic surroundings. Safety of peripheral production sacrificed the freedom of the metropolis' trade. Modern "risk management" is a cover of unsafe labor on the periphery of europrogress.

Г.О. СТАТЮХА, Т.В. БОЙКО, А.О. АБРАМОВА

Національний технічний університет України «КПІ», м.Київ

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянута структура екологічного ризику при проектуванні об'єктів господарської діяльності, що включає оцінку ризику щодо здоров'я людини, оцінку соціального ризику, оцінку ризику впливу на навколишнє природне середовище. Визначення ризиків впливу на навколишнє природне середовище пропонується проводити через встановлення зв'язку показників (індексів) забруднення компонентів навколишнього середовища зі встановленим прийнятним рівнем екологічного ризику. Запропонована універсальна система індексів забруднення компонентів навколишнього середовища, що дозволить оцінити екологічну безпеку проектного об'єкту.

Одним з основних аспектів оцінки впливу на навколишнє середовище є оцінка комплексних заходів щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та екологічної безпеки. Комплекс проектних рішень, крім ресурсозберігаючих, захисних, відбудовних і компенсаційних заходів, повинен містити визначення ступеня екологічного ризику планованої діяльності й впливів на умови життєдіяльності людини, а кількісні і якісні показники рівнів екологічного ризику та безпеки для життєдіяльності населення планованої діяльності є обов'язковими для заяви про екологічні наслідки діяльності [1].

Структура екологічного ризику при проектуванні об'єктів господарської діяльності включає [1]:

- оцінку ризику щодо здоров'я людини;
- оцінку соціального ризику;
- оцінка ризику впливу на навколишнє природне середовище.

Оцінка ризику для здоров'я людини – це кількісна й/або якісна характеристика шкідливих ефектів, здатних розвинути в результаті впливу факторів навколишнього середовища на конкретну групу людей при специфічних умовах експозиції. Визначення ризику відносно здоров'я людини складається з: ідентифікації небезпек, оцінки залежності «доза-відповідь», оцінки експозиції, характеристики ризику здоров'я людини. Оцінка ризику заснована винятково на критеріях, що відбивають безпосередній вплив хімічних речовин на здоров'я найбільш чутливих груп населення. При порівняльній оцінці ризику, що здійснена з метою встановлення пріоритетів серед широкого кола проблем, включаючи характеристику якості, умов і способу життя, як додатковий критерій можуть використовуватися показники, безпосередньо не пов'язані з ризиком для здоров'я людини, наприклад ризик розвитку дискомфортних станів. Характеристика ризику здійснюється на основі величин прийнятного ризику, що відбивають такі рівні ризику, які не вимагають застосування додаткових заходів по його зниженню й незначні стосовно ризиків, що існують у повсякденній діяльності або житті людей.

Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря проводиться за розрахунками ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів. Ризик розвитку неканцерогенних ефектів визначається шляхом розрахунків індексу небезпеки (НІ) [2]. Ризик розвитку канцерогенних ефектів від речовин, яким властива канцерогенна дія визначається індивідуально та для декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу згідно з [2].

Соціальний ризик планованої діяльності визначається як ризик для групи людей, на яку можуть впливати впровадження об'єкта господарської діяльності, із врахуванням особливостей природно-техногенної системи.

Оціночне значення соціального ризику визначалось згідно (1):

$$R_s = CR_a \cdot V_u \cdot \frac{N}{T} \cdot (1 - N_p) \quad (1)$$

де: CR_a – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу [2], або приймається $CR_a = 1 \cdot 10^{-6}$, безрозмірний;

V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площі об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці;

N – чисельність населення населеного пункту, тис.чол.;

T – середня тривалість життя (визначається для даного регіону або приймається 70 років), чол/рік;

N_p – коефіцієнт, що визначається за (2) для будівництва нового об'єкта, за (3) – для реконструкції об'єкта, при відсутності зміни кількості робочих місць $N_p = 0$:

$$N_p = \frac{\Delta N_p}{N} \quad (2)$$

$$N_p = \frac{\Delta N_p}{N_{rm}} \quad (3)$$

де: ΔN_p – кількість додаткових робочих місць (при зменшенні із знаком «мінус»), N – прийняте за формулою (1), N_{rm} – попередня кількість робочих місць.

Визначення ризиків впливу на навколишнє природне середовище автори пропонують визначати через встановлення зв'язку показників (індексів) забруднення компонентів навколишнього середовища із встановленим прийнятним рівнем екологічного ризику. Встановлення такого зв'язку здійснювалось з використанням функції бажаності Харингтона (кількісної оцінки якості компонента навколишнього середовища, відповідно до об'єкта, що проектується), в результаті сформовано відповідність оцінок по шкалі бажаності, лінгвістичним змінним та значенням рівнів ризику [3].

Визначення ризику пропонується проводити для об'єктів, на яких такі ризики можуть бути реально присутніми згідно залежності (4):

$$R_j = a \cdot e^{b \cdot (1 - I_j)} \quad (4)$$

де: R_j – ризик по j -ому виду енергетичного забруднення навколишнього середовища, безрозмірний;

e – експоненціальна функція;

a, b – константи ($a = 4,99 \cdot 10^{-6}$, $b = -7,557$);

I_j – індекс забруднення по j -ому виду забруднення, безрозмірний, визначається згідно таблиці 1, 2.

Таблиця 1. Визначення індексу забруднення компонентів навколишнього середовища

Компонент навколишнього середовища	Сформована система індексів	
	Вихідні дані	Розрахункова залежність I_j
Атмосфера (j=1)	$KП$ – кратність перевищення нормативів, безрозмірний	$I_1 = 1 - e^{-(e^{(0,25 \cdot КП - 1)})}$
Гідросфера (j=2)	$ІЗВ$ – індекс забруднення вод по показниках, безрозмірний	$I_2 = 1 - e^{-(e^{(0,2 \cdot ІЗВ - 1)})}$
Ґрунт (j=3)	Zc – сумарний показник забруднення ґрунту, безрозмірний	$I_3 = 1 - e^{-(e^{(0,016 \cdot Zc - 1)})}$

Таблиця 2. Визначення індексу енергетичного забруднення компонентів навколишнього середовища

Вид енергетичного забруднення	Сформована система індексів	
	Вихідні дані	Розрахункова залежність $I_{k,j}$
Акустичне (шум) (j=4)	La – рівень шуму, дБА	$I_4 = e^{-(e^{(0,025 \cdot La - 1)})}$,
Акустичне (інфразвук) (j=5)	ΔL – рівень звукового тиску, дБ	$I_5 = 1 - e^{-(e^{(0,1 \cdot \Delta L - 1)})}$
Акустичне (ультразвук) (j=6)	Lvg – логарифмічний рівень віброшвидкості, м/с ²	$I_6 = 1 - e^{-(e^{(0,001 \cdot Lvg - 1)})}$
Електромагнітне (Постійні магнітні поля) (j=7)	H_{zd} – граничнодопустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м	$I_7 = 1 - e^{-(e^{(0,25 \cdot H_{zd} - 1)})}$
Електромагнітне (Електричні поля частотою (50 Гц)) (j=8)	E_{zd} – граничнодопустиме значення напруженості електричного поля, кВ/м	$I_8 = 1 - e^{-(e^{(0,4 \cdot E_{zd} - 1)})}$
Електромагнітне (Магнітні поля частотою (50 Гц)) (j=9)	H_{zd} – граничнодопустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м	$I_9 = 1 - e^{-(e^{(1,43 \cdot H_{zd} - 1)})}$
Електромагнітне (Магнітні поля у діапазоні частот до 300 МГц) (j=11)	EH_{Wzd} – граничнодопустима величина енергетичного навантаження Вт·год/м ²	$I_{10} = 1 - e^{-(e^{(10 \cdot EH_{Wzd} - 1)})}$

Електромагнітне (Магнітні поля у діапазоні частот 300 МГц - 300 ГГц) (j=12)	W_{20} – граничнодопустиме значення щільності потоку Вт/ м ²	$I_{11} = 1 - e^{-(e^{(2 \cdot W_{20} - 1)})}$
Вібраційне (j=13) (j=14) (j=15)	U – коректоване значення віброшвидкості, м/с · 10 ⁻² або коректоване значення віброприскорення, м/с ²	$I_{12} = 1 - e^{-(e^{(U - 1)})}$
	U – коректоване значення віброшвидкості, дБ	$I_{13} = 1 - e^{-(e^{(0,018 \cdot U - 1)})}$
	U – коректоване значення віброприскорення, дБ	$I_{14} = 1 - e^{-(e^{(0,026 \cdot U - 1)})}$
Радіаційне (j=16)	A_{eff} – ефективна сумарна питома активність, Бк · кг ⁻¹	$I_{15} = 1 - e^{-(e^{(0,0015 \cdot A_{eff} - 1)})}$

Проведення оцінки рівня ризику здійснюється відповідно до таблиці 3.

Таблиця 3. Класифікація рівнів ризику планованої діяльності на природне середовище

Рівень ризику	Значення ризику
Неприйнятний	$> 10^{-6}$
Прийнятний	$10^{-6} - 10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$< 10^{-8}$

На основі отриманого значення приймається рішення про прийнятність планованої діяльності по даному компоненту навколишнього середовища, її доробці, або відхиленню даного проекту. З урахуванням вже накопиченого досвіду, розроблених методик й умов мінімальної необхідності запропоновано методику визначення ризику впливу енергетичних забруднень об'єкту, що дозволяє прийняти рішення про допустимість проекту та дозволяє здійснювати управління безпекою такого об'єкту.

1. ДБН А2.2.-1-2003 «Состав и содержание материалов оценки воздействий на окружающую среду (ОВОС) при проектировании и строительстве предприятий, зданий и сооружений».

2. Методичні рекомендації. МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. наказом МОЗ України. Київ, 2007.– 40 с.

3. Бойко Т.В. К вопросу определения рисков при оценке воздействий техногенных объектов на окружающую среду // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №4/6 (34). – С. 37–41.

Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, А.О. Абрамова

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянута структура екологічного ризику при проектуванні об'єктів господарської діяльності, що включає оцінку ризику щодо здоров'я людини, оцінку соціального ризику, оцінку ризику впливу на навколишнє природне середовище. Визначення ризиків впливу на навколишнє природне середовище пропонується проводити через встановлення зв'язку показників (індексів) забруднення компонентів навколишнього середовища зі встановленим прийнятним рівнем екологічного ризику. Запропонована універсальна система індексів забруднення компонентів навколишнього середовища, що дозволить оцінити екологічну безпеку проектного об'єкта.

G.O. Statiukha, T.V. Boiko, A.O. Abramova

THE QUESTION OF ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT IN THE DESIGN OF ECONOMIC ACTIVITY OBJECTS

The structure of environmental risks in the design of economic activity objects, including the assessment of risk of human health, assessment of social risk, assessment of risk of impact on the environment, is reviewed. Identification of risks of impact on the environment is offered to provide through linking indicators (indexes) of the environmental pollution components with settled acceptable level of environmental risk. A universal system of indexes of environmental pollution is proposed. It allows to evaluate the environmental safety of the projected object.

ДИСКУСІЇ

УДК 551.24:550.87

О.П. ПЩЕНКО

ТОВ «Гермеон», м. Хмельницький

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗОНИ ЗЕМЛІ

На основі геобіолокаційних досліджень встановлено випромінювання телурічної (земної) енергії тектонічними зонами. На ділянках випромінювання утворюються геопатогенні зони, які негативно діють на організм. Передбачається, що в межах енергетичних тектонічних зон, а особливо в вузлах їх перетинання, в результаті інтенсивного викиду телурічної енергії виникають геодинамічні зрушення окремих блоків земної кори, що призводить до руйнування фундаментів і будівель.

Земна кора, як відомо, не є суцільною і розбита серією субмеридіональних розломних структур, завдяки яким утворюються блоки з горизонтальними розмірами від декількох сантиметрів до кількох сотень кілометрів, а абсолютна більшість розломів порушує земну кору на всю потужність і проходить у мантию [2]. Глибинні розломи оперяються розломними зонами менших порядків і менших глибин.

Положення тектонічних зон визначається геофізичними методами, при дешифруванні аеро- і космічних знімків, наближено – за результатами морфометричного та орографічного аналізу. В останні три десятиліття картування тектонічних зон успішно здійснюється геобіолокаційними методами досліджень по інтенсивності випромінювання енергії, яка уловлюється за допомогою біотензора (рамки) радіоестезистами - людьми, які сприймають випромінювання від живих і косних об'єктів. Власне геобіолокаційними дослідженнями і було встановлено, що тектонічні зони випромінюють земну енергію, яка названа телурічною, або геогенною.

Багаторічні геобіолокаційні дослідження, проведені автором на території Волино-Поділля і Українського кристалічного масиву, свідчать що найбільш активні енергетичні зони приурочені до крупних розломів і, особливо, вузлів їх перетинання із оперяючими зонами менших порядків. Ці ділянки в більшості відзначаються підвищеною відкритою тріщинуватістю і водоносністю. Циркуляція води в тріщинуватих зонах, в свою чергу, додатково створює геобіолокаційні аномалії. Випромінювання телурічної енергії, за спостереженнями автора, може бути постійним, або регулярно чи не регулярно пульсуючим, що наводить на думку про існування активного джерела цієї енергії в глибинних надрах Землі.

Тріщинуваті тектонічні зони, що картуються по положенню енергетичних геобіолокаційних зон підтверджені десятками гідрогеологічних свердловин глибиною від перших десятків метрів до 100-150 м в гранітоїдах Українського щита та від 100 м до 800 м – в осадово-метаморфічній товщі Подільської плити. Власне геобіолокаційним методом було відкрито 10 родовищ мінеральних лікувально-столових вод (типу «Нафтуса») у морських карбонатних утвореннях силуру і теригенних відкладах венду (води малої, середньої та бромні води високої мінералізації).

Здавна в усіх народів енергетичні зони визначаються, як патогенні (хворобливі) для організму, і за даними ряду біоенергетиків особливо небезпечними є вузли перетинання зон та ділянки пульсуючого випромінювання енергії. Наприклад, за спостереженнями автора перебування в енергетичній зоні поблизу точки пульсуючого випромінювання на відомому городищі – святилищі скіфів – древніх слов'ян Звенигород, в 1,0 км південно-західніше с. Кринцилів Гусятинського району Тернопільської області буквально за 5-10

хвилин призводять до втоми, загального пригнічення, головного болю, знервованості і страху. Були випадки, коли в зоні зупинявся електронний годинник, а годинник мобільного телефону раптом починав спішити на півгодини. Повздовж таких зон в точках випромінювання спостерігаються розвали корінних порід (міоценових вапняків), уламки яких формують кільцеві структури діаметром 1-2 м. Цікаво, що такі правильні круги діаметром 1.0 м з уламків гранітних порід зафіксовані автором також в 2008 р. на Богдановій горі в Чигирині. Усі вони теж витягнуті повздовж вузьких (7-12 м) енергетичних зон, що перетинають гору.

Сама по собі телурична енергія, можливо, і не шкідлива, але коли вона потужна і випромінювання іде концентрованим потоком, вона надзвичайно небезпечна, але говорити про те, що одні зони випромінюють негативну енергію, а другі позитивну не приходится. Тому в таких зонах ніколи не будувались житлові приміщення, культові споруди, ні навіть хліви для тварин. В усякому разі, всі такі споруди в селах, містах (і також в Києві), досліджені автором, розташовані за межами енергетичних зон.

Натомість, ділянки між енергетичними зонами, де геогенна енергія розсіяна, очевидно, є сприятливими для організму, тому тільки тут розміщуються житлові приміщення, православні храми, синагоги, мечеті. Такі ділянки вважаються здоровими і в геобіолокації називаються салюберогенними*. Прикладом салюберогенних ділянок може служити в Києві територія Десятинної церкви, княжих палаців на Княжій горі, Софіївського собору, Михайлівського золотоверхого монастиря, Маріїнського палацу, в Євпаторії – знаменитої мечеті Джама-Джані, в Дніпропетровську – Преображенського собору, національного гірничого університету. Так же діяли і наші предки: на городищі-св'ятилищі Богіт (очевидно, в доатеїстичні часи – Богів) VI тис.д.н.е. – IX ст.н.е., знаменитий Збруцький ідол теж стояв на площадці між енергетичними зонами. Ця духовна святиня наших предків детально вивчена археологами і точно встановлено місце, де стояв скульптурний кам'яний стовп із зображенням чотирьох богів. Важливо відмітити, що під час геобіолокаційних досліджень на святилищі Звенигород після короткочасного опромінення телуричною енергією в геопатогенній зоні і виходу в салюберогенну ділянку (де знаходиться печера християнського пустельника), самопочуття відновлювалось через 15 –20 хвилин, а от електронний годинник виключився самовільно лише через три години.

Як бачимо, в давні часи люди уміли визначати геопатогенні місця на земній поверхні і уникати їх. А от в радянський період і в наш час цього важливого природного фактору не враховують при будівництві. Так, у Києві в енергетичних геопатогенних зонах, утворених тектонічними зонами, розташована майже половина будинку Верховної Ради (зі сторони Європейської площі) і майже весь житловий масив по вулиці Старонаводницькій. Майдан Незалежності, колишнє Козине болото, знаходиться в суцільній кільцевій енергетичній (геопатогенній) зоні і можливо, не випадково обвалився портик Головопоштамту, який знаходиться на площі що призвело до загибелі людей.

Як правило, фундаменти будівель в енергетичних зонах розтріскуються і деформуються. На думку автора, це пов'язано з тим, що енергетичні зони корелюються з тектонічними, а останні не стабільні якраз під дією телуричної енергії, що і призводить до горизонтального чи вертикального зміщення фундаментів. Такі факти непоодинокі.

В жовтні 2007 р. в м. Дніпропетровську внаслідок вибуху газу сталося руйнування будинку № 127 по вулиці Мандриківській. Але й досі не встановлена причина вибуху, яка, вірогідно, пов'язана з руйнуванням підземних газопроводів у районі будинку (рис. 1).

5 липня 2009 р. автором були проведені попередні біолокаційні дослідження на ділянці, де розміщувався будинок № 127, і на суміжній території. Дослідженням встановлена наявність енергетичних зон північно-західного і північно-східного простягання, які перетинаються. Будинок № 127 розміщений у потужній 70-метровій



Рис. 1. Фотографія зруйнованого будинку №127

енергетичній зоні північно-західного простягання, на ділянці її перетину з 20-метровою зоною північно-східного простягання, які корелюються з тектонічними зонами (рис. 2). Ділянки перетину є ділянками розриву (розтягнення) і вони найчастіше зазнають тектонічних здвигів. Вірогідно, в якийсь час стався потужний викид телурічної (земної) енергії, що призвело до здвигу окремих блоків земної кори по тектонічних зонах і розгерметизації жорсткої газової мережі, накопичення газу у підвальних приміщеннях та у пористому ґрунті, а потім до вибуху. У геопатогенній зоні, на місці зруйнованого будинку №127, передбачається будівництво храму, що викликає здивування.

Малопотужна 20-метрова енергетична зона північно-східного – південно-західного простягання, на погляд автора, простягається до мікрорайону «Тополь» і не виключено, що катастрофічний зсув і руйнування будинку № 127 пов'язано з нею. Потужні зони північно-західного напрямку є оперяючими розлом між Українським щитом і Дніпровсько-Донецькою западиною, по якому закладено русло Дніпра. Північно-західні енергетичні зони, а особливо ділянки їх перетину з північно-східною зоною, небезпечні для людини, як патогенні, а для будівельних споруд – як рухливі. Тому при будівництві їх необхідно визначати і не розміщувати в них житлові споруди.

На вулиці Мандриківській попередньо виявлено ще одну тектонічну (енергетичну) зону північно-західного простягання потужністю 55,0 м, яка перетинається з зоною північно-східного простягання. Вона проходить південніше храму і в ній розташовані будинки № 135 і № 137 (рис. 2). Ці ділянки можуть виявитись нестабільними в якийсь час «Х», як це сталося в районі будинку №127. Крім того, необхідно провести геолого-геофізичні чи біолокаційні (біоенергетичні) дослідження по території між вулицями Мандриківською та набережною Перемоги для визначення інших небезпечних тектонічних (енергетичних) зон.

Місто Дніпропетровськ розташоване в унікальному структурному вузлі, де р. Дніпро різко, майже під кутом 90^0 повертає на південь. Тут стикаються дві крупні структурні глиби – Український щит і Азово-Придніпровський щит (на думку автора, його слід було б так назвати) і утворена високоенергетична зона. Ця ділянка, очевидно, знаходиться в постійних горизонтальних і вертикальних зміщеннях – «мандрує» і в народі із найдавніших часів носить назву Мандриківська. А якщо був козак Мандрика, то так названий він від місцевості, звідкіля прийшов, а не місцевість від його імені.

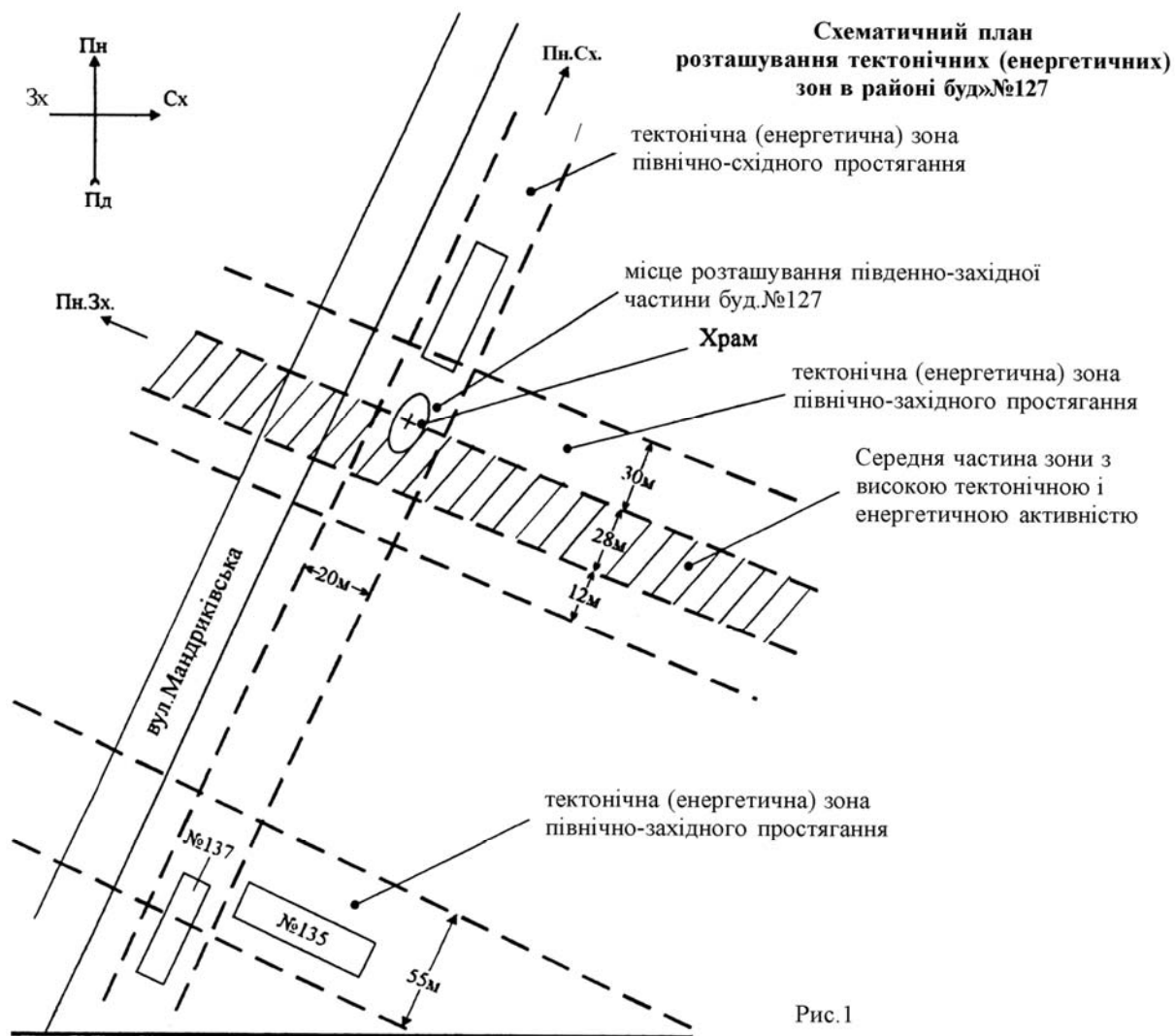


Рис. 2. Схематичний план розташування тектонічних (енергетичних) зон в районі буд. № 127

Обвал на шахті ім. Орджонікідзе в Кривому Розі теж, мабуть спричинив не вибух. В результаті наявності великої кількості пустот, які не забутовані, на території розробки залізних руд порушені природні геодинамічні умови і утворені ослаблені зони. Телурічна енергія, що випромінюється по тектонічних зонах, розповсюджується по ослаблених зонах і, можливо, накопичується в них до якоїсь критичної межі, а вибух тільки здетонував її, що призвело до геодинамічних зрушень і обвалу. В цьому аспекті велика небезпека утворюється для житлового масиву.

Оскільки іноді спостерігається раптовий викид телурічної енергії і попадання людини в його епіцентр спричиняє різке розбалансування організму, миттєве запаморочення, то не можна виключати на думку трагедію зіткнення автобуса і поїзда в м. Марганці цією причиною. Цю ділянку слід було б перевірити на наявність тектонічних енергетичних зон і вузлів їх перетинання.

1. Глибинна будова літосфери та нетрадиційне використання надр Землі. // Зб. тез доп. на міжн. конф. Київ, 1996 р – 314 с.
2. Тяпкін К.Ф. Фізика Землі. Київ Вища школа. 1998. –291с.
3. Іщенко О.П. Мінеральні води Поділля: особливості їх формування і ресурси // Проблеми мінеральних вод. Зб. Наук. Пр. Київ. 2002. – с.54-58.

4. Фурдуй Р., Горячок А. Київська кільцева структура. // Геолог України, 2003. № 1 – с.71-75.
5. К основам физического взаимодействия // Международная академия биоэнерготехнологий. Сб. науч. тр. Днепропетровск, 2005. - 323с.
6. Дроздовская А.А. Жизнь: происхождение и эволюция в энерговзаимодействиях Земли с Космосом. Киев. 2009. - 336с.

О.П. Ищенко

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ ЗЕМЛИ

На основе геобиолокационных исследований установлено излучение телурической (земной) энергии тектоническими зонами. На участках излучения создаются геопатогенные зоны, которые негативно действуют на организм. Предполагается, что в границах энергетических тектонических зон, а особенно в узлах их пересечения, в результате интенсивного выброса телурической энергии возникают геодинамические сдвиги отдельных блоков земной коры, что вызывает разрушение фундаментов и зданий.

O.P. Ishchenko

ENERGETIC ZONES OF THE EARTH

Radiation of telluric (earth) energy by tectonic zones is determined by results of geobiological researches. A geopathogenic zones are generated in areas of radiation, acting negatively on the body. It is assumed that geodynamic changes of separate blocks of crust are occurred within the energetic tectonic zones (especially in the crossing nodes) as a result of heavy emission of telluric energy. It leads to destruction of the foundations and buildings.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ РУКОПИСІВ СТАТЕЙ

1. Журнал публікує статті українською та російською мовами. Журнал виходить два рази на рік.

2. Статті мають містити такі елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями, аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття; формування цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження та перспективи подальших досліджень у даному напрямі.

3. У заголовках розміщати: УДК, прізвища авторів, ініціали, назву організації в якій працює автор (автори) та назву статті – мовою оригіналу та англійською мовою. З позначкою ¹ або ² після кожного прізвища, якщо автори статті з різних установ або організацій.

4. До статей слід додавати резюме та назву статті англійською, українською та російською мовами обсягом до 10 рядків, які повинні містити конкретні результати.

5. Разом із паперовою копією (пронумерованою з першої до останньої сторінки, датовану та підписану всіма авторами) в редакцію подають комп'ютерну версію статті, підготовлену в редакторі *Microsoft Word* без переносу частин слів, шрифтом *Times New Roman*, та додатково рисунки у форматі *.tif та *.eps незалежно від того, в якому графічному редакторі вони виконувалися. Статтю подають на CD диску, або на дискеті 3,5".

6. Рисунки і підписи до рисунків та таблиць розміщуються в тексті статті. Не дублювати ті самі дані у таблицях, графіках і тексті статті. Графіки з однаковими координатами бажано робити в однаковому масштабі.

7. Всі ініціальні скорочення та символи слід пояснювати. У математичних формулах слід уникати, по змозі, субіндексів, рисок, тильд, зірок тощо. Нумери формул вказувати у дужках справа.

8. Фізичні величини вказувати в одиницях СІ.

9. Список літератури подають у порядку посилання в статті мовою оригіналу згідно з вимогами чинної нормативної документації (ГОСТ 7.1-84).

10. До статей додають дані про авторів (ПІБ, домашню та службову адреси, номер телефону, позначення електронної пошти), офіційне направлення від установи, в якій працює автор (автори).

11. Автори відповідають за точність викладених фактів, цитат, бібліографічних довідок, написання географічних назв та власних імен.

Редакція залишає за собою право редагувати і скорочувати тексти.

Рукопис статті авторам не повертається.

Адреса редакції: Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, пр. Палладіна 34-А, Київ-142, Україна, 03680, електронна пошта: u-risk@naverex.kiev.ua

Наукове видання

ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Випуск 2

Редактор: Лисиченко Г.В.
Художньо-технічні редактори: Машина Л.Л.
Коректор: Берегова Ю.Г.

Підписано до друку 23.11.2010 р.
Формат 60 x 90^{1/8}. Умовно-друк. арк. 19,25.
Папір офсетний. Друк офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Тираж 350 екз.
Вид. № 2 Замовлення № 1273

СВС Олексієнко В.В.
м. Комсомольськ, вул. Леніна, 40/15
Свідоцтво серія ДК № 9272 від 13.09.2007 р.

Віддруковано та виготовлено СПД Олексієнко В.В.
м. Кременчук, вул. Шевченка, 26, тел. (05366) 2-32-74