

УДК 551.463.2

Ю.Ю. ГОНЧАРЕНКО, М.М. ДИВИЗИНЮК, А.С. РЫЖКИН
Государственное предприятие «Институт геохимии окружающей среды НАН Украины»**ОСОБЕННОСТИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ,
ПРИВОДЯЩИХ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ АТМОСФЕРЫ РАДИОАКТИВНЫМИ
И ОТРАВЛЯЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

Проведен анализ чрезвычайных ситуаций, приводящих к катастрофическим событиям на атомных станциях, химических комбинатах, нефтехимических производствах и других потенциально опасных объектах. Показано, что доминирующим поражающим фактором населения является распыление в атмосфере радиоактивных, отравляющих и других опасных веществ. Попадание этих веществ в органы дыхания и кожные покровы людей приводит к различным формам заболеваний и гибели.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, радиоактивные вещества, отравляющие вещества, катастрофа.

YU.YU. GONCHARENKO, M.M. DIVIZINIUK, A.S. RYZHKIN
State Institution «Institute of Environmental Geochemistry of the NAS of Ukraine»**FEATURES EMERGENCY SITUATIONS LEADING TO ATMOSPHERIC
POLLUTION RADIOACTIVE AND TOXIC SUBSTANCES**

The analysis of emergency situations, leading to catastrophic events at nuclear power plants, chemical plants, petrochemical plants and other potentially dangerous objects. It is shown that the dominant factor affecting the population is spraying in the atmosphere of radioactive, toxic and other hazardous substances. Contact with these substances in the respiratory organs and the skin of people leads to different forms of disease and death.

Keywords: emergency, radioactive substances, toxic substances, a disaster.

Введение

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и катастроф – одна из первоочередных задач любого государства. Как показывает мировой опыт, последствия катастроф на атомных станциях сохраняются десятилетиями [1-6], а аварии на химических производствах могут привести к гибели десятков [7-8], сотен [9] и даже тысяч людей [10,11].

Украина – это молодое самостоятельное государство с развитой инфраструктурой, на территории которого расположено огромное количество потенциально опасных объектов. К ним относятся четыре АЭС, где функционируют 15 ядерных реакторов, и десятки предприятий, на которых складываются радиоактивные отходы. Это и химические и нефтехимические комбинаты, производящие токсичные вещества, тысячи больших и малых производственных холодильных установок, использующих в качестве хладагента аммиак, хранящийся на складах в промышленных объемах, а также станции обеззараживания питьевой воды, где используются и хранятся большие объемы хлора. Чрезвычайные ситуации техногенного и террористического характера на таких объектах могут привести к поражению населения и гибели людей.

Выше изложенное подтверждает актуальность теоретического исследования поражающих факторов мирного населения при чрезвычайных ситуациях на потенциально опасных объектах или объектах критической инфраструктуры.

Постановка цели и задач научного исследования

Целью данной работы является определение одного решающего поражающего фактора при чрезвычайных ситуациях на потенциально опасных объектах или объектах критической инфраструктуры.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи. Во-первых, проанализировать крупномасштабные катастрофы на АЭС. Во-вторых, рассмотреть аварии и катастрофы с выбросом опасных химических веществ в атмосферу. В-третьих, обобщить полученные данные применительно к террористическим актам с использованием радиоактивных и отравляющих веществ.

Крупномасштабные катастрофы на АЭС

На сегодняшний день уже произошли три крупномасштабные катастрофы на АЭС – это аварии на Три-Майл-Айленд, Чернобыле и Фукусиме.

АЭС Три-Майл-Айленд располагается на реке Саскуэханна рядом с городом Гаррисберг, штат Пенсильвания, США. Здесь эксплуатировались два энергоблока, на которых были установлены водородные реакторы с двухконтурной системой охлаждения. 28 марта 1979 года около четырех часов утра по местному времени произошла авария, в результате чего была серьезно повреждена активная зона реактора, и часть ядерного топлива расплавилась. По счастливой случайности расплавленное топливо не прожгло корпус реактора и не привело к взрыву, вследствие чего основные радиоактивные вещества остались внутри энергоблока. В атмосферу были выброшены благородные (инертные газы, такие как аргон, гелий, криптон и

др.) и радионуклиды (такие как йод-131). Территория атомной станции была заражена радиоактивной водой, вытекшей из первого контура. По оценкам экспертов радиоактивность газов, выброшенных в атмосферу, составляла до $13 \cdot 10^6$ Кюри. Радиоактивность опасных нуклидов оценивалась как незначительная. В связи с этим было принято решение не эвакуировать население, проживающее рядом со станцией. Губернатором Пенсильвании было предложено отправить в пятимильную (восемькилометровую) зону беременных женщин и детей дошкольного возраста. Средняя эквивалентная доза радиации для людей, живущих в десятимильной (шестнадцатикилометровой) зоне, не превышала $1 \cdot 10^{-3}$ Зиверта (одного миллизиверта), что сопоставимо с дозой, получаемой человеком при флюорографии.

Работы по устранению последствий аварии были завершены в декабре 1993 года и обошлись почти в миллиард долларов. Эксплуатация второго энергоблока возобновилась в 1985 году.

Чернобыльская АЭС располагается в восточной части белорусско-украинского полесья на берегу реки Припять, впадающей в Днепр. На станции функционировало четыре энергоблока с графито-водными реакторами типа РБМК-100. 26 апреля 1986 года около половины второй ночи по местному времени в ходе проведения проектного испытания турбогенератора на четвертом энергоблоке произошел взрыв, который полностью разрушил реактор. Здание энергоблока и кровля машинного зала частично обрушились. В различных помещениях четвертого энергоблока и на его крыше возникло большое количество очагов возгорания, которые к пяти часам утра были полностью ликвидированы. Однако к восьми вечера 26 апреля в результате газотравления ядерного топлива (уменьшения концентрации ксенона-135 в активной зоне реактора) на четвертом энергоблоке возник пожар большой интенсивности, который продолжался достаточно продолжительное время. Вследствие тяжелой радиационной обстановки и большой интенсивности горения тушение пожара осуществлялось вертолетами.

В результате аварии произошел выброс в окружающую среду более $380 \cdot 10^6$ Кюри радиоактивных веществ, в том числе изотопов урана, плутония, йода-131, цезия-134, цезия-137, стронция-90. Для ликвидации последствий аварии была создана правительственная комиссия. Основная часть работ была выполнена в 1986-1987 годах, в которых приняло участие 240 тысяч человек. Всего для ликвидации аварии было привлечено около 600 тысяч человек. В первые дни после взрыва основные усилия были направлены на снижение радиоактивных выбросов из разрушенного реактора. Затем начались работы по очистке территории от радиоактивных обломков и захоронению разрушенного реактора. Вокруг четвертого энергоблока был возведен бетонный саркофаг. В августе 1986 года были разделены коммуникации, общие для третьего и четвертого энергоблоков.

Вокруг Чернобыльской АЭС была создана тридцатикилометровая охраняемая зона отчуждения, из которой было переселено около 200 тысяч человек, выведено из сельскохозяйственного оборота около пяти миллионов гектаров земли. Прекратили существование город-спутник АЭС Припять, около сотни сел и других населенных пунктов. Для проживания работников ЧАЭС построили новый город-спутник – Славутич. В декабре 1987 года первые три энергоблока Чернобыльской АЭС после ремонтно-восстановительных работ вновь введены в эксплуатацию.

АЭС Фукусима-1 является одной из 25 крупнейших атомных электростанций в мире, расположена в городе Окума уезда Футаба префектуры Фукусима. Здесь эксплуатировались шесть энергоблоков с водородными реакторными установками. АЭС построила и эксплуатируется Токийской энергетической компанией (ТЕРСО). В одиннадцати километрах к северу от АЭС Фукусима-1 располагается АЭС Фукусима-2, которая также принадлежит ТЕРСО.

11 марта 2011 года в результате сильнейшего землетрясения и последующего за ним цунами произошла авария на АЭС Фукусима-1. Цунами, накрывшее прибрежные сооружения станции, вывело из строя внешние системы электропитания и резервные дизель-генераторы, что привело к остановке всех систем (нормального и аварийного) охлаждения. В свою очередь это вызвало расплавление активной зоны реакторов на первом, втором и третьем энергоблоках. Последовательно с 12 по 15 марта произошли взрывы на этих трех энергоблоках с выбросом радиоактивных веществ в атмосферу. Зона эвакуации была расширена с трех до двадцати километров. По состоянию на 23 марта было эвакуировано более 140 тысяч человек. С 15 марта в тридцатикилометровой зоне над АЭС были запрещены полеты. 16 марта посольство США в Японии обратилось к американским гражданам, живущим в радиусе восьмидесяти километров вокруг Фукусимы-1, покинуть эту территорию в качестве меры предосторожности. МАГАТЭ подтвердило отчет Японского агентства по ядерной и промышленной безопасности, в котором говорилось, что количество выбросов в атмосферу йода-131 сопоставимо с 10 % выбросов Чернобыльской аварии.

Таким образом, аварии и катастрофы на АЭС, вызванные техногенными и природными факторами, сопровождаются выбросом радиоактивных веществ в атмосферу, что приводит к радиационному поражению населения, радиоактивному загрязнению территорий и акваторий, накоплению радиоактивных веществ различными видами флоры и фауны.

Аварии и катастрофы с выбросом опасных химических веществ в атмосферу

В соответствии с международным реестром в сельском хозяйстве и промышленности используется более пятисот веществ, которые относятся к группе сильнодействующих ядовитых. В результате аварии на объекте, где используют или хранят подобные вещества, может пострадать персонал предприятия, население, проживающее в непосредственной близости, а также животные и растительность. Крупнейшими из таких аварий считаются следующие.

Авария на химическом заводе города Севезо в Италии. Она произошла в 1976 году. 10 июня в результате техногенных сбоя в атмосферу попало облако диоксида, которое повисло над городом, а затем стало оседать [59]. Пострадало более тысячи человек. Заражена площадь более 18 км², отмечалась массовая гибель животных. Ликвидация последствий продолжалась более года. Многие годы после катастрофы Севезо был безлюдным городом-призраком. До катастрофы в нем проживало более 17 тысяч жителей.

В городе Фликсборо (графство Линдси, Великобритания) на химическом заводе компании «Нипро Кемикл Плант» первого июня 1974 года из-за технологических неполадок в атмосферу была выброшена взрывоопасная масса разогретых паров полимеров, используемых для производства синтетического волокна [60]. Через 45 минут после аварии, когда пары циклогексана заполнили пространство диаметром около двухсот метров, произошел взрыв с последующим крупным пожаром. В результате аварии погибли по различным данным от 30 до 64 человек и 75 получили ранения. Завод в Фликсборо практически перестал существовать. Кроме этого были повреждены 1821 здание, 167 магазинов и учреждений, расположенных за территорией химического завода.

В индийском городе Бхопал (столица штата Мадхья-Прадеш) на заводе американской химической компании «Юнион карбайд» в ночь со второго на третье декабря 1984 года, вследствие взрыва аварийного клапана в атмосферу было выброшено около 42 тонн ядовитых паров метилизоцианата, токсичность которого в 2-3 раза превышает токсичность фосгена (боевого отравляющего вещества удушающего действия). Облако токсичного газа накрыло территорию длиной пять и шириной два километра. Число пострадавших в катастрофе оценивается в 200-600 тысяч человек, из которых более трех тысяч погибло во время катастрофы, а еще 15 тысяч умерло в последующие годы в результате воздействия химикатов на организм.

1 февраля 1988 года в 0 часов 25 минут в Ярославле на перегоне Приволжье-Филино произошла авария грузового поезда М 2502. С рельсов сошли семь вагонов, в том числе три цистерны с гептилом – токсичным веществом, компонентом ракетного топлива. Одна из цистерн разгерметизировалась – возник очаг химического поражения. Горожан срочно эвакуировали из зон возможного заражения и разместили в клубе и дворце культуры. Из разлитых на полотно дороги 740 литров в емкости было собрано 450 литров. Остальной гептил, впитавшийся в землю, был снят с верхними слоями почвы и вывезен для утилизации. В спасательной операции приняло участие около 1200 человек.

20 марта 1988 года на Ионавском заводе азотных удобрений в Литве в 11.00 – 11.15 взорвалась емкость с жидким аммиаком, температура которого составляла – 340 °С. Около семи тысяч тонн жидкого аммиака разлилось по территории завода, образовав озеро ядовитой жидкости площадью около 10 тысяч м² и глубиной до полуметра. Жидкий аммиак загорелся. В зону пожара попал склад готовой продукции, где находилось 24 тысячи тонн удобрений. Образовавшееся облако токсичных газов и аэрозолей поднялось на высоту 80 метров. Глубина распространения зараженного воздуха достигла 30 км. Только благоприятные условия не привели к поражению людей – облако прошло по незаселенным районам. В ликвидации аварии принимали участие около тысячи человек и более двухсот единиц техники.

В августе 1991 года в Мексике во время железнодорожной катастрофы с рельсов сошли 32 цистерны с жидким хлором [64]. В атмосферу было выброшено около 300 тонн хлора. В зоне распространения зараженного воздуха получили повреждения различной степени тяжести около 500 человек, из них 17 погибли на месте. Из ближайших населенных пунктов было эвакуировано более тысячи жителей.

Таким образом, аварии и катастрофы на химических и нефтехимических предприятиях и на железнодорожном транспорте, вызванные техногенными и природными факторами и сопровождающиеся выбросом опасных отравляющих веществ в атмосферу, приводят к химическому загрязнению территорий и акваторий, поражению населения и гибели людей.

Террористические акты с применением радиоактивных и отравляющих веществ

Терроризм за последние десятилетия приобрел глобальный характер. Он угрожает интересам граждан, общественной безопасности, стабильности государств независимо от их политической системы и международных отношений.

Необходимость противодействия терроризму во всех его многообразиях превратилась в настоящее время в одну из глобальных проблем развития человеческой цивилизации на Земле.

Наряду с природными и техногенными рисками возникновения катастроф и чрезвычайных ситуаций с тяжелыми последствиями, угрозы террористических воздействий на общество требуют надежного обеспечения мер противодействия.

Теперь противодействие терроризму становится одной из основных задач обеспечения национальной безопасности для любой страны независимо от ее географического положения, размеров территории, численности населения, экологического состояния. Многообразие природных и техногенных катастроф за последнее десятилетие привело к мутации терроризма и появлению новых его видов, таких как ядерный, химический, биологический терроризм. В первом случае это использование ядерных боеприпасов, разрушение ядерных объектов, радиационное заражение местности и поражение людей. Во втором применение химического оружия, например, в виде грязных бомб, разрушение химических производств, генерирование технических и химических катастроф на транспорте, химическое заражение местности и поражение людей. В третьем использование грязных бактериологических бомб, загрязнение водоемов и систем водообеспечения, заражение сельскохозяйственных животных и культур с целью уничтожения или вывода из строя населения.

В кинобоевиках сюжет с бандитами, захватившими ядерные боеприпасы и шантажирующими

правительство, обыгрывается довольно часто. Как вариант злодеи нападают на объект, представляющий опасность в случае разрушения – бактериологическую или химическую лабораторию, ядерный реактор. В реальной жизни охрана таких объектов достаточно надежна и не позволяет реализовать кинематографические замыслы. Необходимо также заметить, что специфика ядерного оружия состоит в том, что его надо не только купить, но и обслуживать. Для этого нужны подготовленные специалисты, специальные инженерные сооружения и уникальные технологии. Другими словами, ядерное оружие очень дорогое удовольствие.

Гораздо дешевле применять грязную бомбу, которую также активно раскручивает кинематограф, в виде взрывного устройства, начиненного радиоактивными или химическими веществами. Ее взрыв поразит в первую очередь население и вызовет панику.

Таким образом, террористические акты с применением радиоактивных и химических отравляющих веществ в виде грязных бомб могут приводить к поражению большого числа людей (мирных граждан), радиоактивному и химическому загрязнению местности, а также вызывать панику среди населения даже в районах, где реальная угроза применения грязных бомб отсутствует.

Выводы

1. Аварии и катастрофы на АЭС, вызванные техногенными и природными факторами, сопровождаются выбросом радиоактивных веществ в атмосферу, что приводит к радиационному поражению населения, радиоактивному загрязнению территорий и акваторий, накоплению радиоактивных веществ различными видами флоры и фауны.

2. Аварии и катастрофы на химических и нефтехимических предприятиях и железнодорожном транспорте, вызванные техногенными и природными факторами и сопровождающиеся выбросом опасных отравляющих веществ в атмосферу, приводят к химическому загрязнению территорий и акваторий, поражению населения и гибели людей.

3. Террористические акты с применением радиоактивных и химических отравляющих веществ в виде грязных бомб могут приводить к поражению большого числа людей (мирных граждан), радиоактивному и химическому загрязнению местности, а также вызывать панику среди населения даже в районах, где реальная угроза применения грязных бомб отсутствует.

Литература

1. World Nuclear association: Three Mile Accident. Input: <https://www.world-nuclear.org/info/inf36.html>
2. J. Samuel Walker. Three Mile Island: A Nuclear crisis in historical perspective. Berkley: University of California Press, 2004. – 231 p.
3. Чорнобильська катастрофа – 20 років / За редакцією В.Г. Барьяхтара. – К.: Наукова думка, 1996. – 575 с.
4. Авария на Чернобыльской АЭС: опыт преодоления. Извлеченные уроки / Под ред. А.В. Носовского. – К.: Техника, 2006. – 263 с.
5. Ломакін В. Ностальгія. Спогади з Чорнобильської катастрофи. – К.: Наукова думка, 2006. – 197 с.
6. Иванов В.К. Радиологические последствия аварии на АЭС Фукусима – окончательное заключение экспертов МАГАТЭ. – М.: Российская научная комиссия по радиологической защите, 2014. – 17 с.
7. Владимиров В.А., Лукьянченков А.Г. Химические аварии: реальность и тенденции. Интернет-публикация. Доступ: <http://www.chem.msu.ru/rus/journals/xr/avarii.html>
8. Химические аварии и катастрофы. Доступ: <http://www.newsru.com/background/04nov2004/chemdic.html>
9. Авария на заводе Флибоксо. Доступ: http://revolution.allbest.ru/life/00325649_0.html
10. Бхопольская катастрофа. – Википедия. Доступ: http://ru.wikipedia.org/бхопольская_катастрофа
11. Севезька катастрофа. – Вікіпедія. Доступ: http://uk.wikipedia.org/wiki/севезька_катастрофа

References

1. World Nuclear association: Three Mile Accident. Input: <https://www.world-nuclear.org/info/inf36.html>
2. J. Samuel Walker. Three Mile Island: A Nuclear crisis in historical perspective. Berkley: University of California Press, 2004. – 231 p.
3. The Chernobyl disaster - 20 years. / Edited by VG Baryahtara. - K.: Naukova Dumka, 1996. - 575 p.
4. The accident at the Chernobyl nuclear power plant, overcoming Experience. Yzvlechenne lessons. / Pod red.A.V. Nosovskoho. - K.: Techniques, 2006. - 263 p.
5. V. Lomakin nostalgia. The memories of the Chernobyl disaster. K.: Naukova Dumka, 2006. - 197 p.
6. VK Ivanov Radyolohycheskye consequences of the accident at the Fukushima nuclear power plant - okonchatelnoe sign the IAEA of experts. M.: nauchnaya Commission of Russia on radyolohycheskoy zaschyte, 2014. - 17 p.
7. VA Vladimirov, AG Lukyanchenkov Chemical accident: reality and trends. Internet-publication. Access: <http://www.chem.msu.ru/rus/journals/xr/avarii.html>
8. Chemical accident and disaster. Access: <http://www.newsru.com/background/04nov2004/chemdic.html>
9. Flybokso accident at the factory. Access: http://revolution.allbest.ru/life/00325649_0.html
10. Bhopolskaya disaster. - Wikipedia. Access: http://ru.wikipedia.org/bhopolskaya_katastrofa
11. Sevezka disaster. - Wikipedia. Access: http://uk.wikipedia.org/wiki/cevezka_katastrofa

Рецензія/Peer review : 20.10.2016 р. Надрукована/Printed : 8.11.2016 р.
Стаття рецензована редакційною колегією