

Бегун В.В.¹⁾, Бегун С.В.²⁾, Скалецкий Ю.Н.²⁾

«ИЗБЫТОЧНЫЕ» СИЛЫ И СРЕДСТВА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ: АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

- ¹⁾ Институт государственного управления в сфере гражданской защиты МЧС Украины, г. Киев, Украина
- ²⁾ Институт проблем национальной безопасности СНБО Украины, г. Киев, Украина

Анализируются аварийные ситуации, которые коренным образом изменили подходы к анализу потенциально опасных объектов и чрезвычайные ситуации, которые нанесли серьёзный урон экономике Украины, с точки зрения динамики развития событий, затрат на ликвидацию аварий и на предупредительные меры. Систематизируются причины повышенных затрат и избыточных сил при ликвидации последствий аварий.

Введение

Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) требует значительных человеческих, материальных и финансовых ресурсов. По различным оценкам прямые убытки в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) [1] только в зоне отчуждения на территории Украины составили суммарно \$1 млрд. 385 млн., а прямые затраты Украины на ослабление последствий аварии на ЧАЭС приблизительно \$6 млрд. [2]. По расчетам украинских экспертов суммарные экономические убытки для Украины в связи с ликвидацией последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС до 2015 года будут составлять \$179 млрд. [2]. Авария на атомной электростанции (АЭС) Три Майл Айленд [3] принесла убытки в \$1 млрд. на ЛПА и \$130 млрд. косвенные убытки [4]. Наводнение на Западной Украине в 2008 году обошлось более чем в \$800 млн. [5]. Ликвидация аварии поезда с желтым фосфором во Львовской области [6] обошлось Украине в 100 млн. гривен (≈ \$20 млн.) при страховой выплате со стороны собственника цистерн менее 2 млн. гривен [7]. Столь значительные финансовые затраты, не говоря уже об огромном количестве людей, пострадавших в результате ЧС, ставят вопрос анализа причин ЧС и действий по их ликвидации на одно из первых мест в комплексе мероприятий реагирования на ЧС.

Стадии возникновения и развития аварий

Важное значение имеет подход, при котором возникновение и возможное развитие аварий в ЧС рассматривается как стадии единого процесса. Наиболее систематизированное и обобщённое представление о стадиях развития аварий и ЧС приведено в работе [8]. Предлагается рассматривать 7 стадий процесса ЧС:

- 1) возникновение исходных событий и их идентификация;
- 2) срабатывание (или отказ) защитных барьеров;
- 3) аварийные действия персонала;
- 4) успешное прекращение аварии или перерастание аварии на уровень ЧС;
- 5) ликвидация ЧС;
- 6) успешные (или ошибочные) действия персонала и аварийных подразделений;
- 7) малые (или большие) последствия и их ликвидация.

Из этой схемы понятна полная зависимость последней стадии от всех предыдущих, то есть только неуспех предыдущей стадии приводит к последующей. Первая стадия процесса ЧС - возникновение исходных событий и их идентификация (распознавание) влияет на все последующие, собственно тяжесть ЧС зависит от успешных действий персонала больше всего на этой стадии. Рассмотрим это на примерах аварий, приведенных в начале статьи.

Анализ аварий и чрезвычайных ситуаций

Данная статья посвящена обсуждению проблем на стадии аварийного реагирования, поэтому детальный анализ причин рассматриваемых аварий и ЧС не является предметом исследования данной статьи. Порядок рассмотрения построен согласно хронологической последовательности.

Авария на АЭС Три Майл Айленд.

События, которые привели к аварии, начались, в 4:00:37 28 марта 1979 года [3, 9, 10]. Дальнейшее изложение построено с привязкой относительно этого времени. Выделим основные события и обстоятельства, повлиявшие на неправильное планирование ликвидации аварии [3, 9-11]:

- 1) согласно алгоритму реагирования на аварийную ситуацию на 1 секунде включились аварийные питательные насосы при закрытых напорных задвижках. Как следствие – отсутствие подачи питательной воды на парогенераторы. При этом операторы не обратили внимание на индикацию на блочном щите управления (БЩУ) о том, что эти задвижки закрыты и были уверены, что насосы работают и вода подается на парогенератор.
- 2) отказ на закрытие предохранительного клапана компенсатора давления (на 13-й секунде) при индикации на БЩУ о его закрытии. В результате операторы были уверены, что клапан закрыт. На самом деле был подан только сигнал на закрытие клапана, этот же сигнал согласно идее конструкторов этого блока АЭС активировал индикацию на БЩУ о том, что клапан закрыт – то есть конструкторы не предусмотрели, что клапан может не закрыться. В результате уровень воды в компенсаторе давления начал расти, пар был вытеснен, и началось вытекание теплоносителя через незакрытый

- предохранительный клапан, то есть началась течь первого контура.
- 3) в случае зашкаливания показаний температурных датчиков компьютер в распечатке вместо цифр выдавал последовательность знаков вопроса «?????». Такая же последовательность знаков вопроса «?????» выдавалась в распечатке при неисправных датчиках. То есть конструкторы были уверены, что показания датчиков во всех режимах эксплуатации не превысят максимального значения. При этом прямые считывания показаний с термопар с использованием милливольтметров считались операторами и персоналом неточными. Во время аварии в распечатках температур РУ были эти символы, но операторы были уверены в отказе датчиков.

В случае правильного реагирования на характерные симптомы у операторов была возможность в течение приблизительно двух часов не дать перерасти аварии с потерей теплоносителя в аварию с плавлением активной зоны реакторной установки (РУ) и тем самым сохранить блок АЭС для дальнейшей работы. К сожалению, этого не произошло, из-за допущенных операторами ошибок, появлению которых способствовали названные конструкторские недоработки. Через 2 часа 20 минут начались процессы разрушения и плавления активной зоны РУ [3, 10, 11]. Позднее операторы АЭС Три Майл Айленд описывали эту аварию как комбинацию событий, с которой они никогда не сталкивались ни в предыдущей работе ни в противоаварийных тренировках [9]. Следует отметить, что планы ликвидации аварий на АЭС Три Майл Айленд были разработаны и вероятностный анализ безопасности был проведен [3, 10]. Однако при этом в анализе не учитывались тяжелые аварии [10]. Возможно, это послужило поводом для чрезмерной уверенности персонала в невозможности тяжелых аварий. Подобная уверенность наблюдалась в действиях и реакциях персонала и привела к нераспознаванию типа аварии [3, 9]. Вопрос о том, что операторы и персонал на всем этапе ликвидации собственно аварии с 28 марта по 2 апреля 1978 года не имели представления о типе аварии и реальном масштабе аварии тщательно обходится в работах, посвященным анализу этой аварии [3, 9-11]. Но о том, что операторы действительно не знали о реальных процессах, говорят следующие факты:

- 1) управление РУ вплоть до 1 апреля 1978 года осуществлялось в предположении, что тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) частично разгерметизировались, но не расплавились, и в первом контуре РУ в результате частичной потери теплоносителя циркулирует пароводяная смесь и присутствуют пузыри из водяного пара разных размеров [3, 9, 10].
- 2) образцы «атмосферы» из гермооболочки блока АЭС взяли только 1 апреля 1978 года. При анализе обнаружили аномальное количество водорода. При нормальной работе РУ водород в водяном теплоносителе образуется в результате радиолиза воды (разложение воды на радикалы под действием ионизирующего излучения). Такое

количество водорода не могло образоваться в результате только радиолиза воды, происходило взаимодействие циркония оболочек ТВЭЛ с теплоносителем при их плавлении. Именно этот факт послужил первым неоспоримым сигналом-доказательством расплавления активной зоны РУ [3].

Из сказанного выше возможно сделать вывод, что только благодаря благоприятному стечению обстоятельств (прекращение течи первого контура в самом начале плавления активной зоны РУ через 2 часа 20 минут от начала аварии и подача дополнительного количества воды в активную зону РУ через 4 часа 22 минуты после начала аварии [3]) авария на АЭС Три Майл Айленд не переросла в аварию по своим масштабам равную или даже превосходящую аварию на ЧАЭС, учитывая плотность населения возле АЭС Три Майл Айленд. Такой сценарий был возможен при разгерметизации корпуса РУ, выходе расплава топливосодержащей массы в гермооболочку блока АЭС с созданием условий парового взрыва и горения образовавшегося водорода с разрушением гермооболочки блока АЭС [3]. Следует отметить отсутствие четко доказанной последовательности прохождения аварии в доступных источниках информации, что обусловлено невозможностью в точности смоделировать реальный ход развития аварии по имеющимся ограниченными фактическим данным [3, 9-11].

Среди других факторов, которые, в дополнение к вышеназванным, привели к излишним затратам сил и средств при ликвидации аварии на АЭС Три Майл Айленд отметим следующие:

- 1) При объявлении аварийной ситуации (через 2 часа 56 минут после начала аварии!) в помещении управления РУ скопилось по разным сведениям от 18 до 60 человек [3], что косвенно свидетельствует о неуверенности в правильной идентификации состояния блока.
- 2) Вследствие ухудшения радиационной обстановки операторы в течение пяти часов вынуждены были работать в респираторах (с 6 часов 17 минут до 11 часов 10 минут от начала аварии), что ухудшило качество обмена информацией [3].
- 3) При ликвидации аварии и на этапе ЛПА были множественные обращения в различные научные лаборатории США за консультациями, но ученые, особенно в первые, самые критичные дни, не могли дать ответов на поставленные вопросы из-за отсутствия заранее разработанных и заготовленных инструкций [10].
- 4) Затягивание ЛПА во втором блоке АЭС Три Майл Айленд из-за низкой аварийной готовности и отсутствия методик привело к тому, что первый блок АЭС Три Майл Айленд такой же конструкции, остановленный сразу же после аварии до выяснения причин аварии и завершения ЛПА, находился в остановленном состоянии почти шесть лет и снова был запущен только 3 октября 1985 года [11].

Авария на ЧАЭС.

Первый радиоактивный выброс в результате аварии на ЧАЭС произошел в 01:24 по часам на ЧАЭС 26 апреля 1986 года [1, 12-15]. Исходное событие, которое привело непосредственно к возникновению аварии можно классифицировать как сложный переходной процесс с отключением всех восьми главных циркуляционных насосов и закрытии стопорно регулирующих клапанов турбины на малой мощности в неустановившемся режиме по мощности [1]. Однозначная доказанная последовательность прохождения этого переходного процесса в доступных источниках информации отсутствует по причине невозможности в точности смоделировать реальный ход развития аварии по ограниченным фактическим данным [1, 12, 13]. Следует при этом отметить существование противоречащих друг другу сценариев развития аварии, что касается последних минут перед разрушением РУ [1, 12, 13]. Восстановление событий последних минут перед разрушением РУ не является целью исследования настоящей работы. Поэтому систематизируем основные обстоятельства, которые способствовали низкой эффективности мер по ликвидации аварии на ранних стадиях развития аварии (на этапах срабатывания систем безопасности и действий персонала), с которыми согласны все группы исследователей этой аварии [1, 12, 13]:

- 1) неправильная классификация испытаний (эксперимента) как чисто электрических и, соответственно, неправильная ориентация операторов на возможные последствия;
- 2) низкий уровень культуры безопасности персонала АЭС вследствие неготовности новой отрасли (атомной энергетики) к обратной стороне ее выгод – возможным авариям;
- 3) неоднократное нарушение Технологического регламента эксплуатации РУ при выполнении аварийных действий и процедур проведения «эксперимента» из «благих намерений» скорейшего его завершения;
- 4) отсутствие предварительного анализа аварий и технического обоснования безопасности для блока № 4 ЧАЭС, следовательно, отсутствие навыков распознавания типа аварии (повтор ошибок подготовки операторов АЭС Три МайлАйленд);
- 5) невозможно было отслеживать динамику переходных процессов на БЦУ РУ типа РБМК-1000 на малых уровнях мощности, что обусловлено запаздыванием расчета оперативного запаса реактивности и неинформативностью показаний ионизационных камер, измеряющих нейтронную мощность, при малых уровнях мощности РУ;
- 6) значительная положительная величина парового и мощностного коэффициентов для многих режимов эксплуатации РУ типа РБМК-1000 и, особенно, для условий эксплуатации, которые сложились непосредственно перед аварией на РУ блока № 4 ЧАЭС;
- 7) низкая эффективность и недостатки конструкции существовавшей на

то время системы управления и защиты РУ типа РБМК-1000.

Руководствуясь Технологическим регламентом, персонал блока № 4 ЧАЭС обязан был отключить РУ еще утром 25 апреля 1986 года и не должен был поднимать мощность РУ после снижения нейтронной мощности РУ до минимально контролируемого уровня в 00:28 26 апреля 1986 года, что, к сожалению, не было сделано. После этого параметры РУ находились в крайне неустойчивом состоянии, и комбинация неблагоприятных факторов привела к возникновению тяжелой аварии [1]. Процесс ликвидации аварии и последствий аварии на ЧАЭС условно разделяют на следующие основные стадии [13-15]: 1) 26 апреля – 6 мая 1986 года – ликвидация аварии; 2) с 6 мая 1986 года – ликвидация последствий аварии на ЧАЭС.

Следствием низкой аварийной готовности и сокрытия истинных масштабов аварии на начальной стадии стало, в первую очередь, существенное переоблучение населения, персонала ЧАЭС, ликвидаторов аварии и последствий аварии на ЧАЭС. Так, коллективная доза персонала ЧАЭС составила 70 % в период 26-30 апреля 1986 года и 30 % за оставшуюся часть 1986 года с 31 апреля по 31 декабря 1986 года [16]. Распределение коллективной дозы военных ликвидаторов по годам с 1986 года по 1990 год соответственно: 63% - за 1986 год; 17% - за 1987 год; 2% - за 1990 год [15]. Это в основном обусловлено тем, что ЛПА начали без предварительной разведки радиационной обстановки и собирали и уточняли информацию в процессе ЛПА [12-16]. Следует отметить, что консультантов и инспекторов в первые дни аварии было так много, что исходя из этого, Командующий войсками Киевского военного округа был вынужден издать приказ об ограничении командировок в район аварийной ЧАЭС генералов, офицеров и представителей промышленности, цель которых не была непосредственно связана с ЛПА [17]. Кроме того, из-за низкого аппаратного обеспечения дозиметрического контроля военных ликвидаторов (1÷14% от потребностей) и недостаточной чувствительности части имеющейся аппаратуры дозиметрического контроля для восстановления величин доз облучения в большинстве случаев использовались расчетные методы [15]. Использование расчетных методов может приводить к погрешности до 300÷500 % в сторону увеличения значения величины дозы облучения [15]. Подобная переоценка реальной дозы облучения привела к существенному увеличению количества задействованных ликвидаторов. Вдобавок ко всему Служба радиационной безопасности как единый орган управления в системе управления войсками была создана только на 16-е сутки аварии [14]. К действиям в районе аварии на начальном этапе было привлечено больше 110 соединений, частей и учреждений численностью более 40 тысяч человек и 10 тысяч единиц техники. Низкая эффективность аварийно восстановительных работ объясняется распыленностью сил и средств, слабой приспособленностью личного состава к работам в условиях высоких уровней радиации, а также отсутствия научно-обоснованных рекомендаций как по действию в подобных условиях, так и по методам проведения технических мероприятий [14]. Так,

требует проведения дополнительных оценок и исследований эффективности засыпки (бомбардировок с вертолетов) шахты реактора с горящим графитом и расплавленной топливосодержащей массой песком, глиной доломитом, свинцом, соединениями бора с точки зрения совершенствования методов ликвидации тяжелых аварий на АЭС [13]. В частности, эти действия привели к необходимости прокладывания туннеля под РУ и последующему созданию бетонного основания (подушки). Не оправдала себя дезакуляция населенных пунктов с целью реэвакуации населения в условиях продолжающихся выбросов из реактора и ветрового пылепереноса [14]. Также следует отметить отсутствие информационно-прогнозирующей системы и отсутствие заблаговременной подготовленности средств и оборудования [14].

Авария поезда с желтым фосфором.

Авария с поступлением желтого фосфора в окружающую среду произошла в 16:55 16 июля 2007 года [7, 18-21] на 12 км железнодорожного перегона Ожидов - Красное Львовской железной дороги между с. Ожидов и с. Закомарье Бугского района на расстоянии 55 км от города Львов. В результате аварии произошел выброс 138,85 т фосфора из 6 цистерн, что привело к пожару открытой формы на площади 900 м² [7]. Действиями спасательных служб пожар был ликвидирован в 22:29 16 июля 2007 года, горение фосфора продолжалось 5 часов 7 минут [7, 18, 19]. Особенностью этой ЧС стала паника среди населения спровоцированная заявлением руководителя ликвидации аварии, в котором он назвал данную аварию «вторым Чернобылем», что привело к значительному излишнему перерасходу средств на ликвидацию аварии и ЛПА [19]. Другой причиной паники стало отсутствие у населения объективной информации об аварии и о степени опасности веществ, распространявшихся в облаке, которое образовалось в результате пожара и действий по тушению пожара [20]. Так, в архиве новостей за июль 2007 года Министерства Украины по вопросам чрезвычайных ситуаций (МЧС) в принципе отсутствует информация о данной ЧС [22]. Неиспользование веб-сайта МЧС для подачи официальной проверенной информации в Интернет является нарушением одного из главных принципов построения взаимодействия с общественностью и в большинстве случаев приводит к раздуванию слухов и панике [23], что и произошло. Дополнительным источником, усиливавшим панику, было отсутствие на Украине на то время методик и средств для прогнозирования развития аварии подобного типа в реальном масштабе времени, что проявлялось в новостях [18-20] и в отсутствии достоверных прогнозов со стороны официальных органов власти [18-20, 22]. Наличие пострадавших на начальной стадии аварии [18, 19] указывает на отсутствие на то время аварийной готовности соответствующих служб и отсутствия элементарного инструктажа ликвидаторов аварии.

Наводнение на Западной Украине 2008 года.

Наводнение [5, 21, 24-26] произошло в результате сильных ливней 23-27 июля 2008 года в условиях глобальных нарушений экосистемы горного массива Карпат. Данная ЧС выделяется среди других по своим масштабам, а также тем, что в прошлом в 1998 году и в последующие годы (2001, 2006) подобные ЧС в этом регионе уже были [21]. Поэтому главной причиной излишних средств и сил при ликвидации последствий этой ЧС является отсутствие реальных действий по анализу причин предыдущих наводнений и по воплощению эффективных мер противодействия ЧС подобного типа в этом регионе, что можно проследить в [21, 27]. Следует отметить, что еще в 2006 году региональными подразделениями Государственного комитета Украины по водному хозяйству был разработан уникальный проект «Создания емкостей для аккумуляции паводковой воды в заводи р. Днестр». Его реализация позволила бы аккумулировать до 170 млн. куб. м паводковых вод и снизить уровень паводковой волны в бассейне Днестра до 2-3 м. Ориентировочная общая стоимость этого проекта 80 млн. гривен (\approx \$16 млн.), к сожалению, этот проект был утвержден только 24 июня 2009 года [25, 27]. До 2008 года противопаводковые мероприятия в этом регионе имели несистемный характер и не были направлены на решение проблемы наводнений для всего региона в целом, зачастую не выполнялись и недофинансировались [21, 27]. И только после наводнения 2008 года, начиная с декабря 2008 года, Правительство Украины утвердило ряд документов направленных на комплексное решение проблем наводнений в регионе, в том числе Государственную целевую программу комплексной противопаводковой защиты в бассейнах рек Днестр, Прут и Серет в дополнение к уже существующей комплексной программе по бассейну реки Тиса [21, 27].

При ликвидации последствий наводнения 2008 года были случаи неэффективного, незаконного и нецелевого использования средств, направленных на ликвидацию данной ЧС, на сумму до 22,3 млн. гривен [21]. Вследствие низкой организации выполнения работ по ликвидации последствий этой ЧС изначально предполагалось выделить 4,7 млрд. гривен из них на ликвидацию последствий ЧС (83 %), восстановительные (8,6 %) и предупредительные мероприятия (8 %); было выделено 4,1 млрд. гривен, а использовано 3,981 млрд. гривен (\approx \$800 млн.) [21, 26].

Пути решения проблем излишних сил и средств при аварийном реагировании

При реагировании на аварии и ЧС наиболее критическими являются факторы: временной, информационный, организационный. Выше было показано, что время, за которое нужно принять решение при ликвидации аварии и ликвидации последствий аварии или ЧС находится в пределах от нескольких секунд до нескольких дней. За такой промежуток времени невозможно разработать новую методику ликвидации аварии и ликвидации

последствий аварии или ЧС – это должно быть заблаговременно; учитывая факторы стресса, возникают сложности с поиском необходимой информации и с эффективной организацией и планированием работ по ликвидации аварии и ликвидации последствий аварии или ЧС; каждый раз в рассмотренных выше примерах ценнейшее время на начальных этапах развития аварий тратилось на создание необходимой инфраструктуры для ликвидации аварий и ликвидации последствий аварий или ЧС и организации централизованного управления этими работами. Более того, если на объекте повышенной опасности (ОПО) произошла авария с неизвестными симптомами то ответственное лицо, управляющее этим ОПО, чаще всего оказывается в ситуации с необходимостью разгадки загадки «черного ящика», и результат таких гаданий во многом, к сожалению, будет зависеть от благоприятного стечения обстоятельств (то есть от «авось»), что недопустимо! Поэтому в атомной энергетике с недавнего времени начали использовать принцип аварийной готовности [28-30]. Реализация этого принципа предполагает создание внутренних и внешних координационных (кризисных) центров на каждом ОПО. При этом внутренний кризисный центр находится на территории ОПО на случай небольших аварий и аварийных ситуаций, а внешний кризисный центр создается на безопасном расстоянии от ОПО на случай тяжелых аварий. Кроме этого создаются симптомно ориентированные аварийные инструкции (СОАИ), в которых рассматриваются методы реагирования на аварийные ситуации по характерным симптомам даже для случаев, когда по каким-либо причинам невозможно определить исходное событие, приведшее к аварийной ситуации. Эту практику имеет смысл использовать для всех ОПО, не только в атомной энергетике. В случае реагирования на ЧС имеет смысл создание по аналогии региональных кризисных центров.

Как показывает опыт предыдущих аварий и ЧС, чтобы не оказаться в критический момент в ситуации с «черным ящиком» – огромное значение имеет точное знание и понимание всех процессов, которые происходят – то есть необходимо научное сопровождение принятия решений на всех возможных стадиях развития аварий. Все это предполагает заблаговременное собирание всей необходимой информации об ОПО и заблаговременную разработку методик оценки состояния ОПО во всех режимах эксплуатации и возможных аварий. Следует отметить, что проведение вероятностного анализа безопасности ОПО часто создает иллюзию самоуспокоенности. Поэтому необходимо постоянно отслеживать состояние ОПО, постоянно анализировать возможные недостатки и отказы, которые ранее могли быть незамечены из-за отсутствия времени на их анализ или недостатка знаний, обязательно учитывая старение оборудования, все изменения в условиях эксплуатации ОПО.

Международным сообществом недавно разработаны основополагающие принципы безопасности (основы безопасности) [30], в которых сконцентрирован международный опыт управления безопасностью, при этом

предупреждение аварий и ЧС во всех случаях должно быть основополагающим принципом управления рисками. Эти 10 принципов сформулированы относительно ядерной и радиационной безопасности, но, безусловно, применять эти принципы следует в отношении всех видов опасностей:

1. Ответственность за обеспечение безопасности.
2. Роль правительства.
3. Руководство и управление в интересах обеспечения безопасности.
4. Обоснование установок и деятельности.
5. Оптимизация защиты.
6. Ограничение рисков в отношении физических лиц.
7. Защита нынешнего и будущих поколений.
8. Предотвращение аварий.
9. Аварийная готовность и реагирование.
10. Защитные меры по уменьшению имеющихся или нерегулируемых радиационных рисков.

В соответствии с принципом №1, главную ответственность за обеспечение безопасности должны нести лицо или организация – объект повышенной опасности (ОПО), которые отвечают за установку или деятельность, связанные с рисками. ОПО планирует и организывает (и оплачивает) работы связанные с анализом безопасности, защитой персонала, населения и окружающей среды. Успех этой деятельности зависит от научного, законодательного, методического и программного обеспечения анализов безопасности.

В дополнение можно обратить внимание на тот факт, что эффективность принятых мер по ликвидации аварии или ЧС чаще всего в отчетах определяют по количеству затраченных средств, количеству задействованных специалистов и техники, что не совсем корректно. Корректнее в дополнение к этим цифрам приводить степень восстановления аварийного объекта или параметров окружающей среды.

Выводы

1. В сфере регулирования безопасности необходимо выполнять основополагающие принципы безопасности. Развитие аварий в ЧС необходимо рассматривать как стадии единого процесса, предупреждение аварий и ЧС во всех случаях должно быть основополагающим принципом управления рисками.
2. Время для принятия решений в аварийных и ЧС ограничено, потому должны быть заранее проанализированы все вероятные сценарии развития аварий.
3. Научные консультации на начальных стадиях аварии имеют низкую эффективность, если не проводились мероприятия по обеспечению аварийной готовности.
4. Очень важна правильность оценки масштаба аварии или ЧС и

информирование населения.

5. Огромное значение для быстрого реагирования на аварии и ЧС имеет создание сети региональных кризисных центров реагирования на ЧС и внешних и внутренних аварийных кризисных центров на всех ОПО.
 6. К сожалению, правила безопасности пишутся очень дорогой ценой и часто игнорируются, хотя накопленный опыт мы не имеем права не учитывать.
1. INSAG-7. Чернобыльская авария: дополнение к INSAG-1. Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. – Вена: Международное агентство по атомной энергии, 1993. – 158 с.
 2. http://portal.rada.gov.ua/control/uk/publish/article/news_left?art_id=70007&cat_id=46666
 3. Three Mile Island. A Report to the Commissioners and to the Public. – NUREG/CR-1250. Nuclear Regulatory Commission, Special Inquiry Group, 1980. – Vol. II. – Part 2. – p. 308-805.
 4. *Seitz J.L.* Global Issues. An Introduction. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2002. – 297 p. <http://books.google.com.ua/books?id=ZY0qiN-6ipkC&printsec=frontcover>
 5. <http://subscribe.ru/archive/country.ua.news.news/200808/01035950.html/>
 6. Заключний звіт зі здійснення інфрачервоного сканування поверхні в місці аварії на виконання природоохоронного заходу “Моніторинг довкілля у місці техногенної аварії біля смт. Ожидів” друга редакція. – Львів – Київ: НВО «Екологічні технології та нормативи» НАН та МНС України, 2008. – 47 с.
 7. http://www.status.kiev.ua/delo_fosfor
 8. *Безун В.В.* Современные принципы регулирования безопасности на основе анализа риска // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2009. – № 1(9). – С. 76-83.
 9. Report of the President Commission on the Accident at the Three Mile Island. The Need for Change: the Legacy of TMI. – Washington D.C.: The President’s Commission on the Accident at TMI, 1979. – 178 p.
 10. *Ireland J.R., Scott J.H., Stratton W.R.* Three Mile Island and Multiple-Failure Accidents // Los Alamos Science. – 1981. – Vol. 2. - № 2(3). – p. 74-91.
 11. *Miller K.L.* The Nuclear Reactor Accident at Three Mile Island // RadioGraphics. – 1994. – Vol. 14. - № 1. – p. 215-224.
 12. *Дятлов А.С.* Чернобыль. Как это было. – М.: ООО Издательство «Научтехиздат», 2001. – 262 с.
 13. Чернобыльская катастрофа / Головной редактор Бар’яхтар В.Г. – Київ. – Наукова думка, 1996. – 576 с.
 14. Участие вооруженных сил в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС / Богданов С.А., Козырев О.П., Коробушин В.В., Куценко Н.И., Малолин А.Н., Мякишев Е.А., Румянцев В.Н., Фоменко В.В., Фоменко В.Г. – Москва: Управление начальника войск радиационной, химической и биологической защиты Мин-ва обороны Российской Федерации, 1995. – 113 с.
 15. *Скалецький Ю.М.* Реконструкція і верифікація доз опромінення військових ліквідаторів. – К.: Рада нац. безпеки і оборони України, Ін-т пробл. нац. безпеки, 2007. – 223 с.
 16. *Васильченко В.Н., Носовский А.В., Ильичев С.В., Снисар И.Б.* Показатели облучаемости персонала ЧАЭС за 1986 г. // Радиационная и экологическая

- безопасность предприятий ядерного топливного цикла: Сб. науч. ст. Под ред. С.В. Барбашева. – Одесса, УкрЯО, 1995. – Вып. 1. – С. 5-11.
17. О соблюдении правил радиационной безопасности личного состава, участвующего в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Приказ командующего войсками КВО от 03.06.1986 № 059. – Отраслевой государственный архив Министерства обороны Украины. – Ф. 10. – Оп. 1234. – Д. 11. (Рассекречено). – С. 331-332.
 18. <http://www.rbc.ua/rus/newslines/2007/07/17/221164.shtml>
 19. <http://obozrevatel.com/news/2007/7/17/180262.htm>
 20. <http://health.unian.net/ukr/detail/185589>
 21. http://www.mns.gov.ua/annual_report/
 22. http://www.mns.gov.ua/news_arhiv.php?id=2&month=07&year=2007&bt_go=%CF%EE%EA%E0%E7%E0%F2%E8
 23. Building, Measuring and Improving Public Confidence in the Nuclear Regulator. Workshop Proceedings Ottawa, Canada 18-20 May 2004. – OECD, 2006. – 237 p.
 24. http://www.mns.gov.ua/news_arhiv.php?id=2&month=07&year=2008&bt_go=%CF%EE%EA%E0%E7%E0%F2%E8
 25. <http://www.versii.com/news/158142/> Средства на предупреждение наводнений
 26. http://www.mns.gov.ua/news_show.php?news_id=11994&PHPSESSID=7d0e450461a93d209309f2d412070c3c&p=1
 27. <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
 28. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency. Requirements. № GS-R-2 – Vienna: IAEA Safety Standards Series, 2002. – 82 p.
 29. Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency. Updating IAEA-TECDOC-953. – Vienna: IAEA, 2003. – 273 p.
 30. Основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности. № SF-1. Нормы МАГАТЭ по безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды. – Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2007. – 34 с.