

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ ПРИ РАЗРУШЕНИЯХ (АВАРИЯХ) ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Николаев И.Н., Мазанов Д.А.

Военный учебно-научный центр Сухопутных войск «Общевойсковая орден Жукова
академия Вооружённых Сил Российской Федерации»

Аннотация

Статья посвящена раскрытию особенностей оценки обстановки при разрушениях (авариях) объектов критической инфраструктуры; раскрыта оценка радиационной и химической обстановки в зоне аварии; показан порядок нанесения радиационной, химической и биологической оценки обстановки; представлены алгоритмы прогнозирования и оценки радиационной и химической обстановки при разрушении потенциально опасных объектов.

Ключевые слова

разрушения, аварии, объекты критической инфраструктуры, атомная электростанция, оценка радиационной обстановки, оценка химической обстановки, прогнозирование обстановки

Введение

В условиях бурного развития промышленности, ускоренного научно-технического прогресса, быстрой смены технологии производства в сочетании с различными ошибками и просчётами в проектах и их реализации, а также в боевой обстановке возможны крупные производственные аварии, техногенные катастрофы на объектах критической инфраструктуры [1].

Продолжающаяся специальная военная операция (СВО) это наглядно подтверждает. Вооружённые силы Украины постоянно пытаются нанести удары по Запорожской АЭС, нефтеперерабатывающим заводам в разных регионах России, а основной задачей группировки войск противника при вторжении в Курскую область в августе 2024 года был захват Курской АЭС. Только благодаря мужеству и героизму наших воинов этот преступный замысел не был воплощён в жизнь.

Буквально недавно, 22 ноября 2025 года, беспилотные летательные аппараты Украины атаковали Шатурскую ГРЭС в Подмосковье, в результате чего возник пожар на трёх трансформаторных подстанциях [2].

Можно смело утверждать, что из всего многообразия потенциально опасных объектов наиболее опасными как для войск, так и гражданского населения, в случае их разрушения являются АЭС. Это подтверждается последствиями катастроф на Чернобыльской и ряда других АЭС, как в нашей стране, так и за рубежом. За послевоенный период (с 1945 г. – по настоящее

время) в мире зарегистрировано более 150 крупных аварий на радиационно-опасных объектах. В пятёрку наиболее крупных из них относятся аварии на Чернобыльской АЭС, СССР (26.04.1986), АЭС Фукусима-1, Япония (11.03. 2011), Кыштым, СССР (ныне Россия, 29.09. 1957), Уиндскейский пожар (Windscale Fire), Великобритания (10.10.1957), ТриМайл Айленд (Three Mile Island), США (28.03.1979) [3].

Основная часть

Масштабы радиоактивного загрязнения при разрушении АЭС сопоставимы с масштабами заражения при наземных ядерных взрывах и могут составлять до нескольких тысяч км². Они зависят от многих факторов, среди которых важнейшими являются: тип реактора и продолжительность его работы после очередной перегрузки ядерным топливом, характер разрушения реактора (выход активности в окружающую среду), метеорологическая обстановка.

По степени загрязнения и возможным последствиям облучения личного состава принято выделять пять зон прогнозируемого или фактического загрязнения местности: А, Б, В, Г, М. (рис. 1).

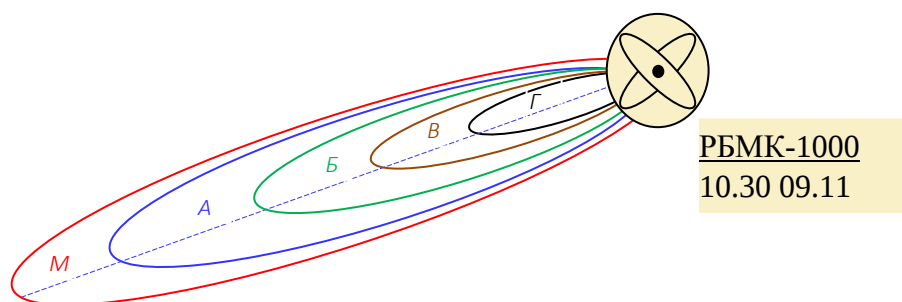


Рисунок 1 – Отображение радиационной обстановки на карте (схеме)

Внешняя зона называется *зоной радиационной опасности* (зона «М» – красного цвета), где доза излучения может составить от 5 до 50 рад за год. В мирное время в этой зоне целесообразно ограничить пребывание личного состава, не привлекаемого к работам по ликвидации последствий аварии на АЭС. В боевой обстановке зона «М» не выявляется и на картах не отображается.

Зона умеренного радиоактивного загрязнения (зона «А») – район, в котором доза излучения может составить от 50 до 500 рад за год.

Зона сильного радиоактивного загрязнения (зона «Б») – характеризуется суммарной дозой излучения от 500 до 1500 рад за год.

Зона опасного радиоактивного загрязнения (зона «В») – имеет дозу излучения от 1500 до 5000 рад за год.

Зона чрезвычайно опасного радиоактивного загрязнения (зона «Г»). В ней доза излучения составит более 5000 рад за год. Даже кратковременного пребывания личного состава в зоне «Г» не допускается.

Поражающими факторами, возникающими при разрушении (катастрофы) АЭС, будут являться газо-аэрозольное облако (образуется на первой стадии при разрушении реактора), радиоактивный шлейф (образуется спустя примерно сутки после разрушения реактора).

Катастрофа на Чернобыльской АЭС и последующие исследования показали, что радиоактивное загрязнение, возникающее в результате разрушения АЭС, обладает значительными

особенностями, существенно отличающими его от заражения, образующегося при ядерном взрыве [3,4,5].

По качественному и количественному составу отличие заражения обусловлено в первую очередь тем, что кроме обычных продуктов деления урана-235, в реакторе дополнительно образуется большое количество (около 5 кг на тонну горючего) альфа-активных, а поэтому чрезвычайно опасных, изотопов плутония-239 (240, 241). Кроме того, заражение реакторного происхождения характеризуется наличием в нем большого количества наиболее опасных газообразных (ксенон-133(Xe-133), криптон-85(Kr-85) и йод-131(I-131) и долгоживущих (стронций-90, цезий-137(Cs-137), плутоний-239) изотопов [4].

Отличие в формах существования заключается в том, что радиоактивные вещества реакторного происхождения образуются в виде водяных паров, газообразных продуктов, а также мелкодисперсных (менее 1 мкм) аэрозолей, обладающих большой проникающей способностью, как в организм человека и различные материалы, так и лакокрасочные покрытия.

Мелкодисперсность аэрозолей обусловлена в первую очередь возникновением процесса возгонки радиоактивных веществ при высокой температуре (2000-2500⁰С), которая образуется при горении конструкционных материалов, особенно циркония и графита, составляющих основную массу реактора (РБМК-1000 содержит 2,5 тыс.т. графита).

Существенно различаются и процессы формирования радиоактивного заражения. Источник заражения при разрушении атомного реактора формируется не мгновенно, как это бывает при ядерном взрыве, а в течение длительного времени (несколько суток). Кроме того, истечение из него РВ может носить стационарный или стационарно-пульсирующий характер. При разрушении реактора, содержащиеся в нем радиоактивные вещества выбрасываются на небольшую высоту (200-300 м) и рассеиваются в приземном слое атмосферы. При этом, что чрезвычайно опасно, возникает их непосредственный контакт с личным составом, находящемся на пути движения облака или осуществляющим ликвидацию последствий в очаге разрушения. Стационарный характер источника заражения, а также частые колебания метеоусловий, особенно направления, скорости ветра и осадков, приводит к значительному увеличению масштабов и неравномерности (очаговому характеру) заражения, значительно усложняющими его прогнозирование и разведку.

Принципиальное отличие рассматриваемого заражения заключается также в том, что его динамика (спад активности с течением времени) проявляется гораздо в меньшей степени, чем при ядерном взрыве. С течением времени изотопный состав заражения изменяется в сторону повышения относительного количества, долго живущих наиболее опасных альфа-изотопов. Это затрудняет проведение эффективного радиационного контроля и разведки, требует пересмотра способов действий личного состава на зараженной местности, в целях обеспечения надежной защиты.

Загрязнение, образующееся в результате разрушения АЭС, обладает и существенными особенностями поражающего воздействия.

Как известно, при ядерных взрывах особую опасность для личного состава войск представляет внешнее гамма-облучение. Сравнительно меньшую долю составляют поражения в результате внутреннего заражения.

В результате же катастрофы на АЭС опасны не только внешнее гамма-бета-облучение, но и в большей степени внутреннее альфа-бета-гамма заражение. Причем преобладающим и наиболее опасным в этом случае будет внутреннее, особенно ингаляционное заражение и соответствующие ему внутренние поражения. Это обусловлено, в первую очередь, большой проникающей способностью радиоактивных веществ реакторного происхождения в организм человека и содержанием в них альфа-активных изотопов, особенно плутония.

В руководящих документах Министерства обороны Российской Федерации говорится о том, что Вооружение силы государства могут привлекаться к ликвидации последствий аварии

на объектах критической инфраструктуры, для чего создаются сводные отряды ликвидации последствий аварии.

В этой связи оценка обстановки в зоне разрушений (аварии) для представителей Вооружённых Сил РФ представляет интерес как в теоретическом, так и практическом плане.

Алгоритм прогнозирования и оценки радиационной обстановки при разрушении РОО представлен на рис. 1

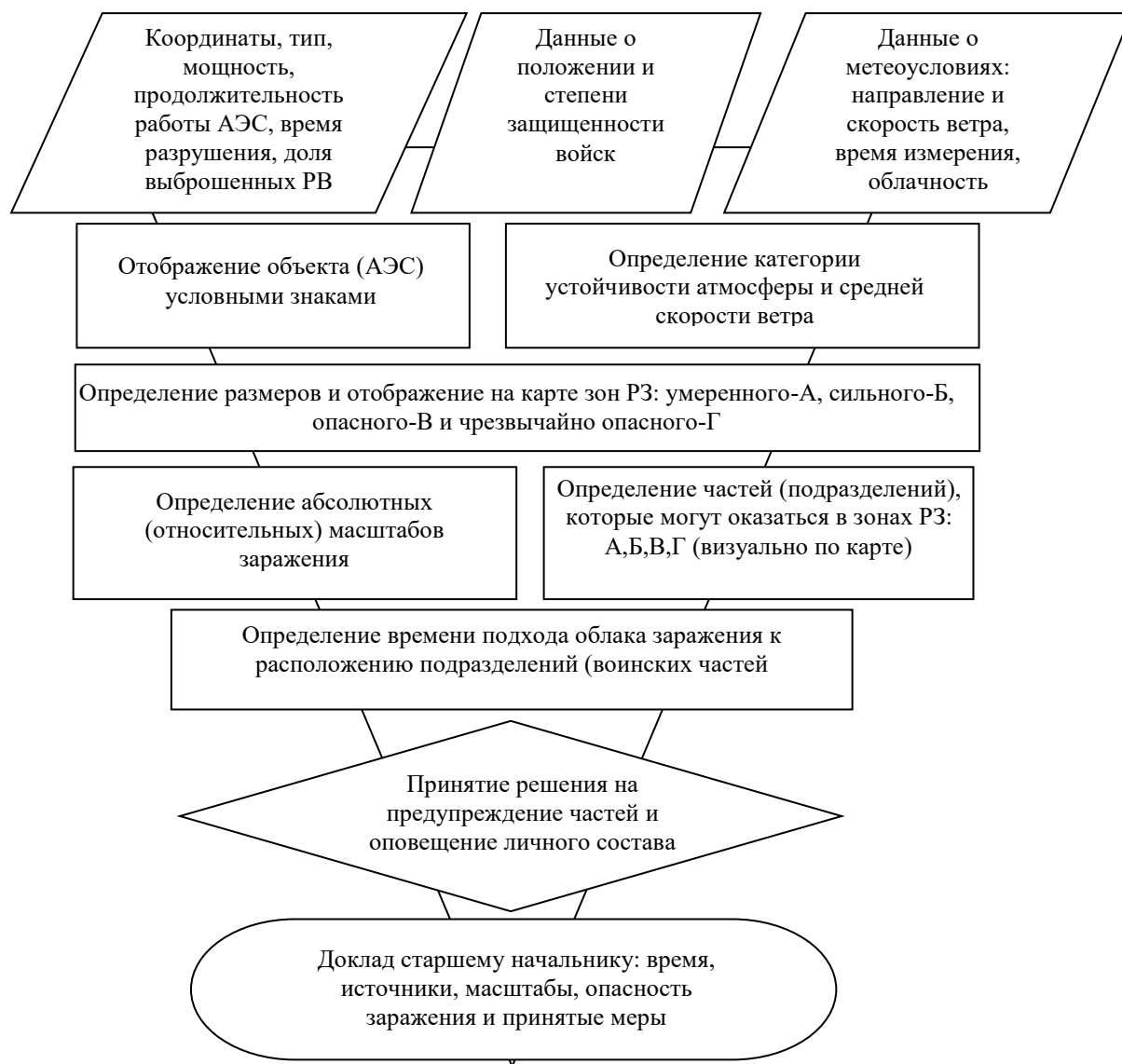


Рисунок 1 – Алгоритм прогнозирования и оценки радиационной обстановки при разрушении радиационно-опасных объектов

Кроме известных поражений личного состава лучевой болезнью, при контакте с радиоактивными веществами реакторного происхождения могут возникать поражения ожогового характера, в частности поражения глаз, бронхов, трахей, кожных покровов. В результате поражения может снижаться иммунитет человека с последующим возникновением раковых и других заболеваний воспалительного и инфекционного характера.

Дополнительными источниками опасности для личного состава являются *предприятия химической промышленности* и другие объекты, содержащие аварийно-химически опасные вещества (АХОВ).

В настоящее время в мирных целях широко применяются различные вещества, относящиеся к АХОВ: хлор, аммиак, фосген, синильная кислота, азотная кислота, окись углерода, сероводород и другие.

АХОВ можно квалифицировать по таким признакам поражения, которые для каждого конкретного вещества наиболее ярко выражены среди других эффектов поражающего воздействия этого вещества. Исходя из этого, все АХОВ можно разделить на семь групп: вещества с преимущественно удушающими действиями (хлор, фосген, хлорпикрин, хлориды фосфора и серы); вещества обще ядовитого действия (синильная кислота, окись углерода, цианиды, динитрофенол); вещества, обладающие удушающим и обще ядовитым действием (окислы азота, сернистый ангидрид); нейронные яды – вещества, действующие на генерацию, проведение и передачу нервного импульса (сероуглерод, фосфорорганические соединения); вещества, обладающие удушающими и нейтротропными действиями (аммиак, сероводород); метаболические яды (метилхлорид, дихлорэтан, окись этилена); вещества, нарушающие обмен веществ (диоксин, полихлорированные бензофураны).

Основное количество (запасы) АХОВ сосредоточено на промышленных объектах, являющихся химическими производствами, а также на транспорте, в резервуарных парках и на складах различного назначения, обслуживающих эти производства. К таким объектам относятся: заводы и комбинаты химических отраслей промышленности; нефте- и газоперерабатывающие заводы; производства других отраслей промышленности, использующие АХОВ (целлюлозно-бумажной, текстильной, металлургической, пищевой и др.); железнодорожные станции и порты химических продуктов; транспортные средства: контейнерные и наливные поезда, морские и речные танкеры, автоцистерны, трубопроводы [6].

Объекты со значительным количеством АХОВ относятся к химически опасным объектам (ХОО).

К основным показателям, характеризующим масштабы химического заражения при разрушении ХОО относятся: радиус и площадь района разрушения; глубины и площади зон распространения первичного и вторичного облаков АХОВ; глубина и площадь зоны, опасной для заражения местности; глубина и площадь зоны, в пределах которой вода в открытых источниках может быть заражена до опасных концентраций.

При этом основная масса АХОВ первичного облака оседает на местность, как правило, в радиусе 0,5-1 км, образуя так называемый район разрушения.

К показателям степени опасности химического заражения относятся: потери личного состава войск в районах разрушения (аварии) ХОО и зонах распространения АХОВ; количество зараженных объектов и техники.

Основными показателями, характеризующими продолжительность химического заражения, являются: продолжительность химического заражения в районе разрушения (аварии) ХОО. Определяется временем испарения АХОВ с поверхности земли (площади поддона, обваловки), в течение которого существует опасность поражения личного состава в случае отсутствия у него средств защиты; продолжительность химического заражения воздуха в зонах распространения АХОВ на различных удалениях от района аварии; время подхода облака АХОВ к заданному рубежу [7].

При разрушении оболочек резервуаров под давлением весь процесс испарения можно условно разделить на три периода:

первый период – бурное кратковременное (1-2 мин.) испарение за счет разности упругости насыщенных паров АХОВ в емкости и парциального давления в воздухе. Так образуется первичное облако паров АХОВ;

второй период – неустойчивое испарение, характеризующееся резким падением скорости испарения;

третий период – стационарное испарение. Его продолжительность в зависимости от типа АХОВ, его количества и внешних условий может составить часы, сутки и более.

Поражающими факторами, возникающими при разрушении (аварии) ХОО, являются зона разлива АХОВ и газовое облако.

При разрушении химически опасных объектов ингаляционное поражение личного состава может составить от 3-4 до 35-40 часов, для объектов с большим запасом АХОВ, имеющих малые скорости испарения – до 10 суток.

В связи с тем, что общевойсковые средства индивидуальной защиты органов дыхания не обеспечивают защиту от большинства АХОВ, то важной задачей командира и штаба является заблаговременное выявление всех объектов, находящихся в зоне ответственности (полосе действий) соединения и проведение через начальника службы радиационной, химической, биологической (РХБ) защиты прогноза возможных последствий их аварий и разрушений [9].

При авариях (разрушениях) на биологически опасных объектах глубина возможного заражения в большинстве случаев не превысит 1 км от границ объекта, однако потребует введения карантинных и обсервационных мероприятий с целью недопущения дальнейшего распространения опасных инфекционных заболеваний на срок от 7 до 30 суток.

Необходимо отметить, что масштабы и последствия аварий (разрушений) радиационно, химически и биологически опасных объектов оказывают существенное влияние на действия соединений и воинских частей, которое заключается в усложнении ранее известных, осуществляемых в интересах защиты войск, а также в возникновении новых задач, в том числе сопряженных при их выполнении с облучением и потерями личного состава, а также большим расходом материальных ресурсов.

Непосредственное влияние в этих условиях будет направлено на снижение боеспособности соединений и воинских частей, ухудшение их условий жизнедеятельности, а также на снижение возможностей по всестороннему обеспечению, особенно по РХБ защите, инженерному и материально-техническому обеспечению.

При разрушении РХБ опасных объектов и формировании РХБ обстановки её выявление, как правило, заключается в добывании, сборе, обработке фактических данных, осуществляемых подразделениями РХБ разведки, штабами, расчетно-аналитическими отделениями, группами и станциями, а также посредством РХБ контроля.

Химическое заражение, образующееся вследствие выброса (вылива) АХОВ, приводит к созданию условий, оказывающих воздействие на боевые действия и боеспособность соединений и воинских частей, то есть условий, которые принято называть химической обстановкой.

Для определения влияния возможной или фактической (сложившейся) химической обстановки на выполнение задач, поставленных соединениям и воинским частям, осуществляется её выявление и оценка.

Выявление химической обстановки заключается в определении масштабов разрушений (аварий) объектов, содержащих АХОВ, и в отображении зон заражения на карте (схеме) (рис. 2).

К основным показателям, характеризующим масштабы химического заражения, относятся:

радиус района разрушения (аварии) и его площадь;

глубина и площадь зоны, опасной для заражения местности;

глубина и площадь распространения первичного облака заражения;

глубина и площадь распространения вторичного облака заражения;

глубина и площадь зоны, в пределах которой вода в открытых водоисточниках может быть заражена до опасных концентраций.

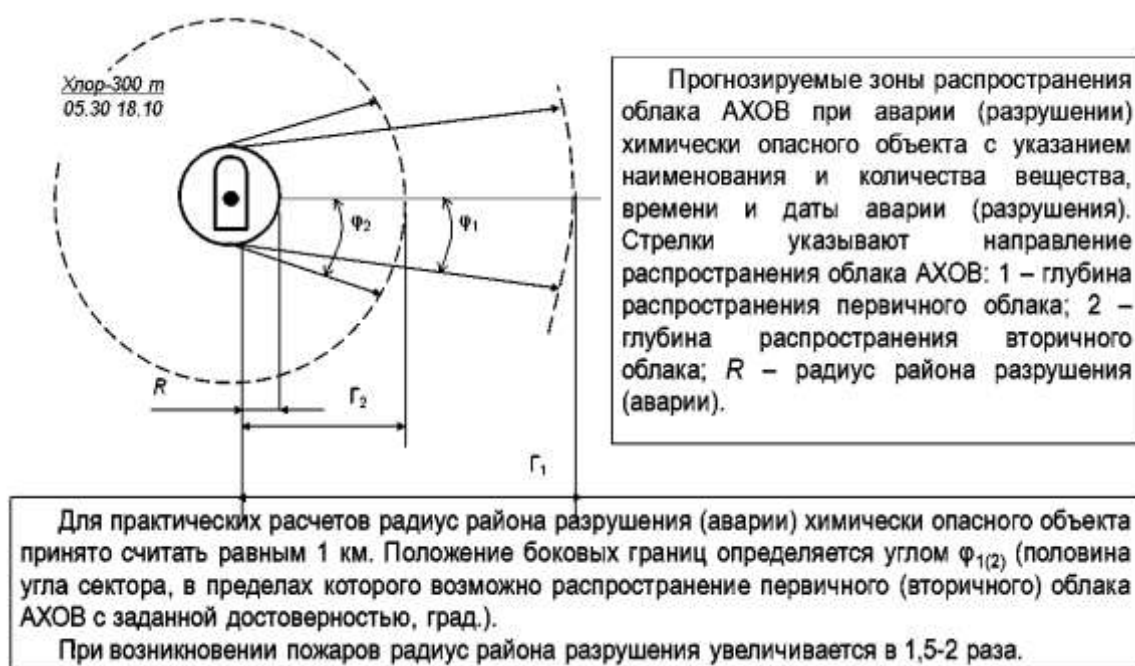


Рисунок 2 – Отображение на карте (схеме) химической обстановки при разрушении (аварии) ХОО

К показателям степени опасности химического заражения относятся:

потери личного состава войск и гражданского населения в районах разрушения (аварии) и зонах распространения АХОВ;
количество зараженных объектов, техники и т.п.

К основным показателям, характеризующим продолжительность химического заражения, относятся:

продолжительность химического заражения в районе разрушения (аварии). Определяется временем испарения АХОВ с поверхности земли (площади поддона, обваловки), в течение которого существует опасность поражения людей в случае отсутствия у них средств защиты;

продолжительность химического заражения воздуха в зонах распространения АХОВ на различных удалениях от района аварии;

время подхода облака АХОВ к заданному рубежу.

Все указанные количественные показатели являются первичными информационными данными и подлежат обязательному определению при выявлении химической обстановки [8].

Алгоритм прогнозирования и оценки химической обстановки при разрушении ХОО представлен на рис. 3.

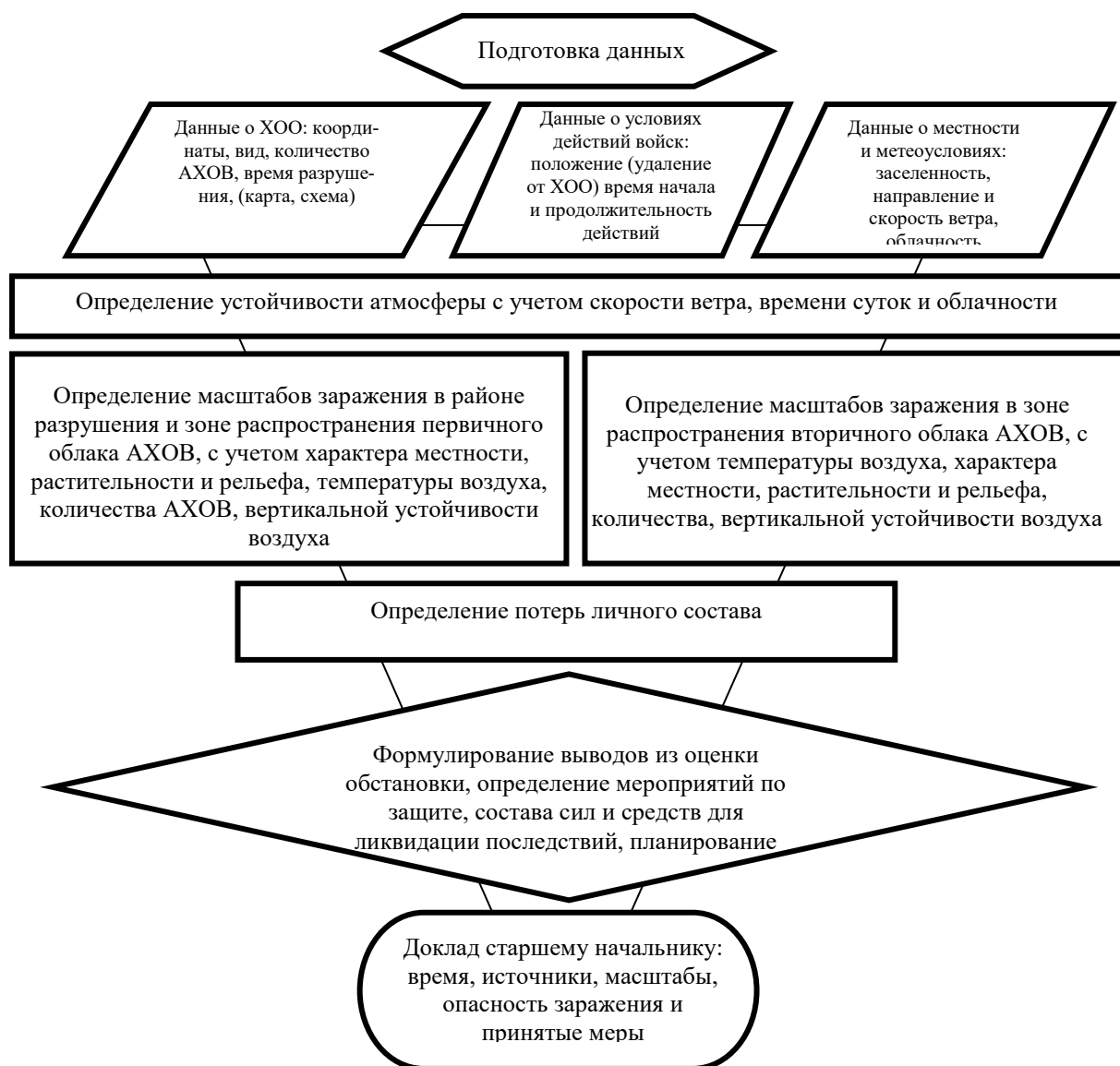


Рисунок 3 – Алгоритм прогнозирования и оценки химической обстановки при разрушении химически опасных объектов

Заключение

Таким образом, оценка обстановки при разрушении (аварии) на потенциально опасных объектах – это анализ факторов и условий, влияющих на последствия аварии, с учётом характера объекта, поражающих факторов и других элементов. Такая оценка может проводиться для разных видов аварий: радиационной, химической, биологической и других.

Прогнозирование и оценка радиационной и химической обстановки при разрушении (аварии) объектов критической инфраструктуры позволяет принять своевременно решение на ликвидацию последствий их разрушения.

Библиография

1. Воронов М.Н. Основы устойчивости функционирования объектов экономики и субъектов Федерации в чрезвычайных ситуациях. Курс лекций. – М.: Издание ВИУ, 2004. – 96 с.

2. Воробьев: пожар на Шатурской ГРЭС после атаки БПЛА ликвидирован. – RT на русском, 23.09.2025.
3. Выполнение задач гражданской обороны и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Вооруженных Силах: Учебник – М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2018. – 195 с.
4. Изразль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А. и др. Чернобыль: Радиоактивное загрязнение природных сред. М.: Гидрометеиздат, 1990 г. — 295 с.
5. Чернобыль: Катастрофа. Подвиг. Уроки и выводы. Научно-публицистическая монография. — М.: Воениздат, 1996 г. — 784 с.
6. Теория и практика экономики гражданской защиты на страже безопасности жизнедеятельности современного общества : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 26 декабря 2023 года. – Москва: Объединенная редакция, 2024. – 415 с. – EDN WSLXV.
7. Безопасность жизнедеятельности : Учебник. Ч. 1 / А. И. Овсяник, П. П. Годлевский, С. М. Григорьев [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2022. – 614 с. – ISBN 978-5-406-10481-1. – EDN IWAWLZ.
8. Технологическая безопасность, устойчивость экономики и территорий. Экологический императив технологического развития / С. П. Вишнякова, Я. Д. Вишняков, Л. В. Маколова [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2025. – 144 с. – ISBN 978-5-406-14034-5. – EDN HIMOLF.
9. Теория и практика экономики гражданской защиты на страже безопасности жизнедеятельности современного общества : Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Москва, 25 декабря 2024 года. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2025. – 528 с. – ISBN 978-5-93970-322-2. – EDN PQIANG.

Поступила в редакцию: 11.11.25

Принята к публикации: 04.12.25

FEATURES OF ASSESSING THE SITUATION IN CASE OF DESTRUCTION (ACCIDENTS) CRITICAL INFRASTRUCTURE FACILITIES

Nikolaev I.N., Mazanov D.A.

Military Training and Research Center of the Ground Forces "Combined Arms Order of Zhukov
Academy of the Armed Forces Of the Russian Federation"

Abstract

The article is devoted to the disclosure of the features of assessing the situation during the destruction (accidents) of critical infrastructure facilities; the assessment of the radiation and chemical situation in the accident zone is disclosed; the procedure for applying radiation, chemical and biological assessment of the situation is shown; algorithms for predicting and assessing the radiation and chemical situation during the destruction of potentially dangerous facilities are presented.

Keywords

destruction, accidents, critical infrastructure facilities, nuclear power plant, radiation situation assessment, chemical situation assessment, situation forecasting