

УДК 614.83

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ ВОЕННОМ ПОРАЖЕНИИ ТЕХНОГЕННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

¹Иванов А.В., ²Клепиков О.В., ¹Костылева Л.Н.

¹ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж;

²Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, e-mail: kostyleva12@yandex.ru

Проведен наукометрический анализ мирового массива научных публикаций по проблеме оценки и прогнозирования медико-биологических последствий при военном поражении техногенно опасных объектов по базам данным <http://www.scopus.com> и <http://www.elibrary.ru>. Выполнен анализ действующих утвержденных методик прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций на промышленных и энергетических объектах повышенного экологического риска. Сформулированы принципиальные отличия последствий аварийной ситуации на опасном экологическом объекте при поражении военными средствами от чрезвычайной ситуации мирного времени. Выявлен наиболее сложный момент при прогнозировании числа пострадавших, которым является вариабельность экспозиции (уровня воздействия), а именно вариабельность места нахождения (пространственная вариабельность); вариабельность во времени (временная вариабельность); вариабельность среди индивидов (межиндивидуальная вариабельность). Обоснован перечень показателей для прогнозирования медико-биологических и экологических последствий при поражении промышленных техногенно опасных объектов средствами вооруженных сил.

Ключевые слова: медико-биологические последствия, экологические последствия, военные конфликты, алгоритмы оценки, военная экология

REVIEW PREDICTION ALGORITHM BIOMEDICAL CONSEQUENCES AT MILITARY DEFEAT TECHNOLOGICAL HAZARDS OBJECTS

¹Ivanov A.V., ²Klepikov O.V., ¹Kostyleva L.N.

¹Air Force Academy Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin, Voronezh;

²Voronezh State University of Engineering Technology, Voronezh, e-mail: kostyleva12@yandex.ru

Scientometric analysis of the global array of publications on the problem of assessment and prediction of medical and biological consequences when military defeat technologically hazardous facilities is probably (databases <http://www.scopus.com>, <http://www.elibrary.ru>). The analysis of the approved methods of forecasting of emergency situations in industrial and energy facilities of high ecological risk. Formulated fundamental differences between the effects of an emergency at a hazardous ecological objects in the defeat by military means and in peacetime. The most difficult moment in predicting the number of victims is identified. This moment is connected with a variation of exposure (exposure): variability of the location (spatial variability); variability in time (temporal variability); variability among individuals (interindividual variability). Substantiated list of indicators for predicting medical and biological defeat impact on the environment at defeat of the industrial technogenic hazardous sites by means of the armed forces.

Keywords: biomedical consequences, the environmental consequences of the military conflict, estimation algorithms, the military environment

Концепцией национальной безопасности Российской Федерации предусмотрены меры, исключающие нанесение вреда здоровью населения в ходе военных действий [5]. Вместе с тем, напряженность политической ситуации во всем мире, к большому сожалению, все чаще приводит к возникновению локальных конфликтов с применением средств вооружения. Прямые последствия военных конфликтов – это человеческие жертвы, разрушение инфраструктуры, но поражение гражданских промышленных объектов, и, прежде всего, предприятий энергетики и промышленности приводит к опасному загрязнению окружающей среды химическими, биологическими, радиоактивными веществами, что обуславливает

негативные вторичные последствия, вплоть до формирования территории непригодной для жизнедеятельности на многие годы. Кроме того, в ходе военных действий могут иметь случаи преднамеренного и целенаправленного разрушения техногенно опасных объектов для обеспечения большего поражения населения и окружающей среды.

В этой связи, необходимо иметь инструменты для прогнозирования таких последствий для своевременного и опережающего формирования системы защитных мероприятий, обоснования первоочередных действий по локализации техногенных катастроф и последующей ликвидации их негативных последствий для объектов окружающей среды и населения.

Целью нашего исследования являлся обзор действующих утвержденных методик и предлагаемых алгоритмов прогнозирования медико-биологических последствий при военном поражении техногенно опасных объектов

Материалы и методы исследования

Для достижения цели использованы методы научно-систематического обзора и элементы метаанализа действующих методик и опубликованных научных публикаций, находящихся в открытом интернет доступе. Информационный поиск научных публикаций по рассматриваемой теме проведен в мировой реферативно-библиографической базе данных Scopus за 1993–2015 гг. (<http://www.scopus.com>), Научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>) за 2005–2015 гг., а официальных утвержденных методических документов на сайтах справочной правовой системы «Консультант Плюс» (www.konsultantplus.ru), МЧС России (www.mchs.gov.ru), Росприроднадзора (<http://rpn.gov.ru>) и Роспотребнадзора (www.rospotrebnadzor.ru).

Результаты исследования и их обсуждение

При поисковых словосочетаниях «biomedical effects», «armed conflict», «environmental consequences» и поиском режиме «Title – Abstract – Keywords» в базе данных Scopus были найдены 327 научных статей, рассматривающих медико-биологические и экологические последствия при вооруженных конфликтах.

Наукометрическая оценка отечественных публикаций по поисковым запросам «медико-биологические последствия, экологические последствия, военные конфликты, алгоритмы оценки» (база данных <http://www.elibrary.ru>) и позволила создать массив из 96 отечественных публикаций. Анализ публикаций по типу показал, что научные статьи в журналах составили 75,0%, обзоры – 4,2%, материалы конференций, съездов, симпозиумов – 2,1%. Большинство работ посвящено оценке медико-биологических и экологических последствий экстремальных радиационных и химических воздействий при чрезвычайных ситуациях на техногенно опасных объектах в мирное время, что совпадает с данными других авторов [2, 6]. При этом, лидирует рассмотрение последствий воздействия радиационного фактора (77,1% публикаций), большинство из которых посвящено аварии на Чернобыльской атомной электростанции (42 публикации или 43,7% от первично отобранных). Среди других встречающихся направлений – оценка воздействия химического фактора и последствий пожаров. Только одна работа была непосредственно

связана с оценкой последствий при военных действиях и была посвящена обоснованию системы показателей для прогнозирования медико-биологических и экологических последствий при поражении химически опасных промышленных объектов средствами вооруженных сил [1].

Естественно, мы понимаем, что формирование поискового запроса по теме не лишено субъективного фактора, что может сильно исказить полученные результаты. В этой связи, нами проведен поиск материала и по поисковому запросу «военная экология», который обнаружил 76 статей в электронной научной библиотеке. Вместе с тем, как справедливо отмечено в ряде публикаций, приоритетное рассмотрение в военной экологии отведено влиянию экологических последствий военной деятельности на личный состав войск (сил), а также влиянию мест дислокации вооруженных сил на окружающую среду и практически не рассматривает вторичные последствия для населения и окружающей среды территории, подвергшейся или которая потенциально может быть подвергнута воздействию средств поражения арсенала вооруженных сил [2, 4, 8, 9].

Вторым направлением исследований являлся анализ действующих административно-распорядительных, методических и нормативных документов, который показал, что решение задачи по идентификации объектов повышенной опасности может быть выполнено на основе данных типового паспорта безопасности опасного производственного объекта, форма которого утверждена Приказом МЧС России № 506 от 04.11.2004 г. «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта». Паспорт безопасности опасного производственного объекта – это документ, направленный на предупреждение чрезвычайных ситуаций, уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на объектах использующих, производящих, перерабатывающих, хранящих или транспортирующих радиоактивные, пожаровзрывоопасные, опасные химические и биологические вещества, гидротехнических сооружениях, повышение защищенности объектов экономики и населения страны от аварий и катастроф, а также террористических проявлений. Информация, содержащаяся в нём, может с достаточной степенью достоверности быть использована для последующей оценки и прогнозирования экологических последствий для окру-

жающей среды и населения при поражении химически опасных промышленных объектов в результате военных действий и применения современного оружия.

Анализ существующих утвержденных в Российской Федерации гражданских методик прогнозирования, относящихся к рассматриваемой предметной области, показал наличие достаточно обширной информационно-методической базы. Наиболее ранним и апробированным документом является РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (утв. Штабом ГО СССР, Госкомгидрометом СССР 23.03.1990), ориентированная на оценку воздействия химического фактора. Заслуживают внимания положения и алгоритмы, приведенные в Методических указаниях № 2000/218 «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» (утв. зам. министра Минздрава РФ 9.02.2001 г.), в соответствии с которыми определяются вероятное значение глубин и площадей зон поражения людей, число безвозвратных потерь, количество пораженных, и нуждающихся в оказании медицинской помощи как при гипотетических, так и при реальных химических авариях и химических чрезвычайных ситуациях, с учетом влияющих на них факторов.

Остальные методики носят частный характер, в их числе РД 03-409-01 «Методика оценки аварийных взрывов топливно-воздушных смесей», «Методика расчета участвующей во взрыве массы вещества и радиусов зон разрушения» (приложение 2 к ПБ 09-540-03 «Общие правила взрывобезопасности для взрыво-пожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств»), МУ 1.1.791-99. «Гигиена, токсикология, санитария. Организация мониторинга химического загрязнения объектов окружающей среды при техногенных авариях. Методические указания» (утв. Минздравом России 07.11.1999) и ряд других.

В 90-е годы прошлого столетия активно разрабатываются и утверждаются методики оценки последствий воздействия радиационного фактора. Своеобразный «импульс» развитию этого направления дала известная крупная авария на Чернобыльской атомной электростанции, ужасающие последствия которой всем известны.

Среди них Методика выявления и оценки радиационной обстановки в начальный период после аварии на АЭС (М.: МО СССР, 1990 г.), «Методика прогнозирования радиационной обстановки в случае аварии или разрушения АЭС (М.: В/ч 52609, НИИ «Атомэнергоспроект», 1991)», ПНАЭ Г-05-035-94 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасных объектах» и ряд других, которые ориентированы на оценку воздействия радиационного фактора.

Естественно в решении задачи прогнозирования последствий поражения техногенно опасных объектов имеют место значительные неопределенности, снижающие достоверность прогнозируемого результата. При этом, на наш взгляд, возможные неопределенности можно подразделить на три категории:

- 1) обусловленные неполнотой или полным отсутствием информации, необходимой для корректного определения последствий поражения техногенно опасного объекта;
- 2) связанные с параметрами, используемыми для оценки экспозиции и расчета степени тяжести поражения (неопределенность параметров);
- 3) обусловленные пробелами в научной теории, необходимой для предсказания на основе причинных связей (неопределенности модели).

Наиболее сложным моментом при прогнозировании числа пострадавших является вариабельность экспозиции (уровня воздействия). Выделяют три типа вариабельности при оценке экспозиции:

- 1) вариабельность места нахождения (пространственная вариабельность);
- 2) вариабельность во времени (временная вариабельность);
- 3) вариабельность среди индивидов (межиндивидуальная вариабельность).

В этой связи, при обосновании оценочных показателей и алгоритмов прогнозирования необходимо выявлять наиболее критические области, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее достоверной оценке и, тем самым, обеспечит наилучшие способы снижения последствий поражения.

Анализ рассмотренных методик показал, что основными источниками неопределенности этапа идентификации опасности являются неполные или неточные сведения об качественных и количественных харак-

теристик эмиссий химических веществ в объекты окружающей среды при разрушении химически опасных объектов, ошибки в прогнозе судьбы и транспорта химических или радиоактивных веществ в окружающей среде; недостаточная степень полноты, достоверности и репрезентативности аналитических данных, отсутствие данных о выраженности вредных эффектов у человека при воздействии доз и концентраций, значительно превышающих предельно допустимые.

Возникает также принципиальное отличие последствий аварийной ситуации на опасном экологическом объекте в мирное время и при поражении военными средствами. Эти отличия связаны с тем, что при взрыве возникают процессы горения (для горючих веществ), термического окисления и разложения с вероятным образованием более токсичных компонентов, чем исходное вещество, сам взрыв при использовании боеприпасов значительно увеличивает зону распространения химических или радиоактивных веществ, что также вносит свои неопределенности в модель прогнозирования.

Разработка методики прогнозирования последствий поражения химически опасных объектов включает критический обзор каждого отдельного результата и всей базы данных, имеющих отношение к токсичности анализируемого вещества. Следует отметить, что в свободном интернет доступе имеется база данных Федерального регистра потенциально опасных химических веществ, прошедших государственную регистрацию в соответствии с соглашением Таможенного союза (<http://www.grohv.ru> – ФБУЗ «Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Роспотребнадзора»). По каждому из веществ указанная база данных содержит общую информацию, клиническую картину острого отравления, поражаемые органы и системы, первую помощь при отравлении, меры безопасности при производстве и применении.

С позиции научного подхода при прогнозировании последствий разрушения техногенно опасных промышленных объектов наиболее адекватным для оценки последствий воздействия химического фактора является использование таких общепринятых в токсикологии показателей как летальная доза (ЛД) и летальная доза-50 (ЛД₅₀). При этом, следует учитывать три основных пути поступления токсикантов в организм: ингаляционный, пероральный и надкожный [7].

Выводы

1. Научометрический анализ мирового массива научных публикаций показывает возрастание интереса к проблеме военной экологии. Вместе с тем, практически отсутствуют публикации, рассматривающие алгоритмы прогнозирования медико-биологических и экологических последствий при военном поражении техногенно опасных объектов. Большинство действующих методик рассматривают алгоритмы оценки последствий чрезвычайных ситуаций в мирное время.

2. Принципиальные отличия последствий аварийной ситуации на опасном экологическом объекте при поражении военными средствами от чрезвычайной ситуации мирного времени связаны с неизбежным возникновением процессов горения, термического окисления и разложения с вероятным образованием более токсичных компонентов, чем исходное вещество, значительном увеличении зоны распространения химических или радиоактивных веществ при использовании боеприпасов, что вносит неопределенности в модель прогнозирования.

3. К числу принципиально значимых показателей для прогнозирования техногенных последствий при поражении техногенно опасных объектов военными средствами следует отнести эквивалентное количество вещества по первичному облаку (в тоннах); эквивалентное количество вещества по вторичному облаку (в тоннах); вероятную концентрацию химических веществ в приземном слое воздуха (мг/м³), воде водоемов (мг/дм³), поверхности почвы (мг/кг); вероятную дозу поступления химических веществ в организм человека различными путями с учетом времени пребывания в зоне поражения (мг/кг); площадь зоны возможного заражения первичным (вторичным) облаком химического вещества, км²; ориентировочное число поражаемых людей (человек); количество поражаемых с учетом распределения поражения по степеням тяжести (человек); вероятную площадь поражения с заданной степенью тяжести (км²); время «незащищенности» населения после поражения техногенно опасного объекта (дней).

Данная система показателей может быть использована при разработке методики прогнозирования медико-биологических последствий для населения и экологических последствий для окружающей среды и при поражении химически опасных промышленных объектов в результате военных дей-

ствий и последствий террористических акций, перспективными задачами выполнения научно-исследовательской работы являются разработка алгоритма методики прогнозирования экологических последствий при поражении техногенно опасных объектов средствами вооруженных сил для последующего обоснования системы превентивных мероприятий по обеспечению медико-биологической и экологической безопасности в зоне вероятного поражения.

Список литературы

1. Бережнова Т.А., Клепиков О.В., Костылева Л.Н. Обоснование системы показателей для прогнозирования медико-биологических и экологических последствий при поражении химически опасных промышленных объектов средствами вооруженных сил // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2015. – Т. 14, № 1. – С. 195–198.
2. Воробьева В.В. Военная экология в структуре современной экологии (критический анализ) Военная мысль. – 2012. – № 4. – С. 55–63.
3. Гуськова А.К. Основные итоги исследований медико-биологических последствий аварии 1957 г. (ВУРС). уроки на будущее // Вопросы радиационной безопасности. – 2007. – № 6. – С. 13–19.
4. Ежов Ю.А. Экологическая безопасность и вооруженные силы Российской Федерации // Образование и право. – 2013. – № 3 (43). – С. 24–35.
5. Зволинская И.А. Экологическая политика Российской Федерации и оборонная сфера // Научно-информационный журнал Армия и общество. – 2011. – № 4 (28). – С. 180–184.
6. Зинкин В.Н., Васильева И.Н. Показатель медико-биологической опасности ближайших и отдаленных последствий техногенных чрезвычайных ситуаций // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2013. – № 6. – С. 92–97.
7. Курляндский Б.А. Общая токсикология [Текст] / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова – М.: Медицина, 2002. – 608 с.
8. Миркин Б.М. «Военная экология»: первые шаги // Экология и жизнь. – 2006. – № 6. – С. 37–39.
9. Халепа С.Л., Зяблицев Е.В., Панихидников С.А. Инновационные подходы в решении задач обеспечения экологической безопасности военной деятельности // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании II Международная научно-техническая и научно-методическая конференция. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 950–955.