



УДК 351.78
ГРНТИ 87.33.35

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ЗДОРОВЬЕ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ И НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТАХ

*О.В. КЛЕПИКОВ, доктор биологических наук, профессор
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)
Л.Н. КОСТЫЛЕВА, кандидат географических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)
О.Н. ФИЛИМОНОВА, доктор технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж)*

Проведена оценка воздействия опасного объекта на окружающую среду, здоровье военнослужащих и гражданского населения при чрезвычайной ситуации техногенного характера на основе известных методик прогноза последствий взрыва склада горючих и смазочных материалов военного аэродрома при вероятных диверсионных действиях. Определены наиболее значимые показатели для прогнозирования негативных последствий при поражении опасных объектов и показана возможность использования известных методик. Обоснован перечень наиболее значимых показателей прогнозирования техногенных последствий при поражении объектов службы горючего и смазочных материалов. Выявлены неопределенности, снижающие достоверность прогнозируемого результата.

Ключевые слова: опасные объекты, окружающая среда, военный аэродром, диверсия, прогнозирование, последствия.

EVALUATION OF THE TECHNOGENICALLY DANGEROUS OBJECTS IMPACT ON THE ENVIRONMENT, HEALTH OF THE MILITARY SERVICE AND POPULATION UNDER POTENTIAL ARMED CONFLICTS

*O.V. KLEPIKOV, Doctor of Biological Sciences, Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
L.N. KOSTYLEVA, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
O.N. FILIMONOVA, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The impact of a hazardous object on the environment, the health of servicemen and the civilian population in an emergency situation of anthropogenic nature was assessed on the basis of known methods for predicting the consequences of a combustible warehouse explosion and lubricating materials of a military airfield with probable diversionary actions. The most significant indicators for predicting the negative consequences in the defeat of hazardous objects were determined and the possibility of using known techniques was demonstrated. The list of the most significant indicators of the forecasting of man-caused consequences in the event of damage to objects of the service of fuel and lubricants is substantiated. Uncertainties that reduce the reliability of the predicted result are revealed.

Keywords: dangerous objects, the environment, military airfield, diversion, forecasting, consequences.



Введение. Поражение опасных промышленных объектов (ОПО) ведет не только к разрушению инфраструктуры и человеческим жертвам, то есть прямым последствиям боевых действий, но и к негативным косвенным (вторичным) эффектам. К ним относятся последствия разрушения химически опасных объектов, приводящее к негативному воздействию на окружающую среду – атмосферный воздух, водные ресурсы, почву, которое, в свою очередь, может сделать территорию непригодной для жизнедеятельности на многие годы. Возможность поражения опасных производственных объектов средствами вооруженных сил противника, диверсантами, террористами обуславливает необходимость разработки методик прогнозирования и оценки риска экологических последствий при их вероятном поражении (разрушении).

Актуальность. Взрыво- и химически опасные объекты имеются во всех крупных городах. При напряженной ситуации в Мире всегда существует опасность для населения и окружающей среды при вероятном повреждении таких объектов в случаях вооруженных конфликтов, террористических и диверсионных действиях.

В этих условиях необходим анализ информации об объектах повышенной экологической опасности и возможных последствиях их поражения, а также заблаговременная оценка возможных последствий на основе расчетных методов. Умение правильно действовать в таких условиях и ликвидировать последствия поражения техногенно опасных объектов – одно из необходимых условий обеспечения безопасности окружающей среды, военнослужащих и населения. В этой связи прогнозирование экологических последствий при поражении экологически опасных объектов в результате военных, диверсионных или террористических действий является актуальной задачей [1].

Следует отметить, что в настоящее время имеется достаточно обширная информационно-методическая база алгоритмов прогнозирования, относящихся к рассматриваемой предметной области [2].

Среди наиболее часто применяемых и уже признанных методик можно отметить «Методику прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (РД 52.04.253-90), «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации (МУ № 2000/218, утв. Минздравом РФ, 2001 г.), «Методика оценки последствий химических аварий» (Ростехнадзор, 2003 г.).

Решение задачи прогнозирования последствий поражения опасных производственных объектов необходимо для формирования защитных мероприятий, направленных на снижение потерь среди личного состава Вооруженных Сил и гражданского населения, определение приоритетных действий по локализации техногенной катастрофы и минимизации последствий для окружающей среды [3-5].

Результаты и их обсуждение. Для решения задачи по оценке воздействия техногенно опасных объектов при их поражении на военнослужащих, население и окружающую среду необходима информация о типе объекта, о характере опасности, критериях приемлемого риска для человека и окружающей среды. Анализ нормативно-методических документов по данной проблеме показывал, что для определения показателей степени риска вероятных чрезвычайных ситуаций на таких объектах может использоваться информация из Паспорта безопасности опасного производственного объекта, который утвержден Приказом МЧС России от 04.11.2004 № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта» в соответствии с Решением совместного заседания Совета безопасности Российской Федерации и Президиума Государственного совета Российской Федерации «О мерах по обеспечению защищенности критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктуры и населения от угроз техногенного, природного характера и террористических проявлений» от 13.11.2003 г., протокол № 4) [6, 7].



Паспорт безопасности опасных промышленных объектов (ОПО) – это документ, в котором имеется необходимая информация для предотвращения и снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на опасных объектах, в частности о наличии и объемах радиоактивных, пожаро- и взрывоопасных веществ и материалов, опасных химических веществ и биологических агентов.

При этом, помимо информации Паспорта безопасности ОПО, необходимо принимать во внимание:

- географическое расположение предприятия;
- наличие и численность населения и личного состава в зоне вероятного поражения при разрушении объекта;
- токсикологические показатели вредных веществ;
- показатели состояния атмосферы, водоемов, почвы [8, 9].

Анализ имеющейся информации позволяет аргументировано предложить следующие приоритетные показатели для прогнозирования негативных последствий при поражении опасного производственного объекта:

- вероятное (эквивалентное) количество вещества по первичному и вторичному облаку (тонн);
- расчетные (моделируемые) концентрации вредных веществ в приземном слое воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$), воде открытых водоемов ($\text{мг}/\text{дм}^3$), поверхности почвы ($\text{мг}/\text{кг}$) на различных расстояниях от источника с последующим сравнением с действующими нормативами – предельно допустимыми концентрациями; вероятная максимальная доза поступления в организм человека техногенных химических веществ (ингаляционно, перорально) с учетом времени пребывания в зоне поражения ($\text{мг}/\text{кг}$) с последующим сравнением с допустимой среднесуточной дозой или летальной дозой;
- площадь зоны вероятного распространения химических веществ при первичном и вторичном облаке, км^2 ;
- вероятная численность поражаемого населения или личного состава по степеням тяжести, человек;
- время незащищенности населения или личного состава после поражения опасного объекта, дней.

В рамках исследования на примере конкретного техногенно опасного объекта – пункта заправки горюче-смазочных материалов (ГСМ) автотранспорта на военном аэродроме нами проведена апробация действующих алгоритмов двух методик: «Методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» и «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» [10, 11].

Пункт заправки ГСМ предназначен для снабжения топливом автотранспорта, обслуживающего военный аэродром. На территории пункта заправки осуществляется прием топлива из цистерн, хранение топлива в специальных резервуарах и заправка транспортных средств.

Для расчета приняты следующие исходные данные:

- метеорологические условия – наличие инверсии, скорость ветра 1 м/с;
- толщина слоя жидкости для сильно действующего ядовитого вещества разлившейся свободно на подстилающей поверхности – 0,05 м по всей площади разлива.
- скорость ветра – 2,6 м/с;
- опасное вещество – керосин ТС-1.
- площадь склада – 1 га;
- максимальная масса топлива одновременно имеющегося в резервуарах – 1 млн. тонн.



В основу Методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте положены основные показатели прогнозирования последствий поражения опасных объектов [10]:

- вероятное (эквивалентное) количество вещества по первичному облаку $Q_{\text{з1}}$:

$$Q_{\text{з1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (1)$$

где K_1 – коэффициент зависит от условий хранения СДЯВ;

K_3 – коэффициент равняется отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого СДЯВ,

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха;

K_7 – коэффициент учитывает влияние температуры воздуха;

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии СДЯВ, т.;

• вероятное (эквивалентное) количество вещества по вторичному облаку $Q_{\text{з2}}$, рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{з2}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0 / (h \cdot d), \quad (2)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств СДЯВ;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии N ;

• расстояние переноса химических веществ Γ , км, обусловленное действием первичного и вторичного облака СДЯВ, определяется по формуле:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{макс}} + 0,5\Gamma_{\text{мин}}; \quad (3)$$

- полная (чрезвычайно опасная) глубина зоны поражения $\Gamma_{\text{п}}$, определяется по формуле:

$$\Gamma_{\text{п}} = N \cdot V, \quad (4)$$

где N – время от начала аварии, ч.;

V – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при данных скорости ветра и степени вертикальной устойчивости воздуха, км/ч.

В результате расчета наиболее значимых для прогнозирования техногенных последствий показателей по первой методике получены следующие данные:

• вероятное (эквивалентное) количество вещества по первичному облаку – 103 тонны, по вторичному – 16,7 тонны;

• расстояние переноса химических веществ – до 43,2 км;

• полная (чрезвычайно опасная) глубина зоны поражения – 18,2 км.

• продолжительность переноса облака химических веществ к объекту – 3,6 мин;

• продолжительность испарения с площади разлива химических веществ – 2,6 ч.

Вторая методика использована для оценки глубин и площадей зон поражения людей, определения вероятных безвозвратных потерь (числа летальных исходов), вероятного числа пораженных, нуждающихся в оказании неотложной медицинской помощи.

Для расчета приняты следующие исходные данные:

• метеоусловия постоянны в течение 4 часов;

• распространение техногенных химических веществ происходит только в приземном слое атмосферного воздуха;

• опасное вещество – керосин ТС-1;



- скорость ветра в приземном слое воздуха определяется на высоте 2 м;
- скорость ветра – 2,6 м/с;
- количество ГСМ – 1 млн. т.;
- толщина слоя жидкости для СДЯВ разлившейся свободно на подстилающей поверхности – 0,05 м по всей площади разлива;
- время выброса опасных химических веществ в первичное облако мало по сравнению с длительностью поражающего воздействия на человека.

Для определения безвозвратных потерь военнослужащих, обеспечивающих работу пункта заправки ГСМ и других военнослужащих, находящихся в зоне вероятного воздействия, использовался показатель средней плотности (численности военнослужащих, поделенных на площадь военной части, по аналогии с показателем плотности населения).

В основу методики «Прогнозирование медико-санитарных последствий химических аварий и определение потребности в силах и средствах для их ликвидации» положены следующие основные показатели прогнозирования последствий химических аварий [11]:

- приведенные суммарные глубины поражения облаком АХОВ в населенном пункте:

$$GUP_k = GU_k - RZ, \quad (5)$$

где GU_k – площадь поражения с учетом поправочного коэффициента, км²;
 RZ – размеры санитарно-защитной зоны, км²;

- общие приведенные площади поражения первичным и вторичным облаком:

$$SU_{\text{пор}} = SS_k \cdot (GUP_k / GU_k), \quad (6)$$

где SS_k – суммарные величины площадей поражения первичным и вторичным облаком км²;
 GUP_k – глубина поражения с учетом поправочного коэффициента, км²;
 GU_k – площадь поражения с учетом поправочного коэффициента, км²;

- количество пораженных людей рассчитывается по формуле:

$$NP_{\text{пор}} = N \cdot (SU_{\text{пор}} / ЦХ \cdot ЦУ), \quad (7)$$

где N – количество людей, чел,
 $SU_{\text{пор}}$ – приведенная площадь поражения, км²,
 $ЦХ \cdot ЦУ$ – площадь объекта, км²;

- время незащищенности населения от летального исхода после аварии TA , с, рассчитывается по формуле:

$$TA = TN \cdot TP(TW), \quad (8)$$

где TN – время оповещения об аварии 300 с,
 TP – время выхода людей из зараженной зоны 600 с.

В результате расчетов установлено, что:

- суммарная глубина летального поражения первичным облаком химически опасных веществ – 100 м, вторичным облаком с учетом заданного времени воздействия – 1574 м;
- общие площади поражения первичным облаком – 10,43 км², вторичным – 68,10 км²;
- количество пораженных военнослужащих первичным облаком 430 человек, вторичным – 100 человек;
- время незащищенности военнослужащих от летального исхода на площади летального поражения составляет 10 минут.



Следует отметить, что, как и любые алгоритмы прогнозирования, обе методики имеют допущения и неопределенности. Наиболее существенными из них являются:

- недоучет таких поражающих факторов взрыва ГСМ, как ударная волна, тепловое излучение пожара пролива и огненного шара;
- сильная вариабельность экспозиции (уровня воздействия) на поражаемой площади, зависящую от места нахождения военнослужащего (пространственная вариабельность);
- продолжительность вероятного воздействия поражающего фактора (временная вариабельность);
- индивидуальное состояния здоровья и действия военнослужащего при поражении (индивидуальная вариабельность).

Выводы. По результатам исследования определены наиболее значимые показатели для прогнозирования последствий поражения опасных объектов, к числу которых отнесены:

- вероятное (эквивалентное) количество вещества по первичному и вторичному облаку (тонн);
- расстояние переноса химических веществ, км;
- глубина зоны возможного заражения (км) и площадь поражения (км²) первичным и вторичным облаком;
- суммарная глубина летального поражения первичным и вторичным облаком химически опасных веществ, м;
- ориентировочное число пораженных военнослужащих первичным и вторичным облаком, чел.;
- время незащищенности от поражающего воздействия фактора и другие.

Несмотря на наличие алгоритмов прогнозирования, относящихся к рассматриваемой предметной области, ни одна из отдельных методик не может дать точного прогноза, поскольку в каждой из них имеются свои неопределенности и ограничен перечень расчетных оценочных показателей.

В этой связи, для снижения неопределенностей прогнозирования, предлагается синхронное использование имеющихся методик, что обеспечивает большую информативность для обоснования превентивных защитных мер по снижению негативного воздействия факторов, связанных с поражением техногенно опасного объекта, и ликвидации последствий его разрушения.

В целом же, апробация двух методик [10, 11] прогнозирования последствий при поражении типового опасного объекта – склада ГСМ военного аэродрома показала возможность их использования для прогнозирования негативного воздействия на личный состав и окружающую среду при возможных вооруженных конфликтах, диверсионных или террористических действиях с учетом допущений.

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. Иванов А. В., Клепиков О. В., Костылева Л. Н. Обзор алгоритмов прогнозирования медико-биологических последствий при военном поражении техногенно опасных объектов // Успехи современного естествознания. 2015. № 9. С. 417–421.
3. Воробьев В. В. Военная экология в структуре современной экологии (критический анализ) // Военная мысль. 2012. № 4. С. 55–63.
4. Миркин Б. М. Военная экология: первые шаги // Экология и жизнь. 2006. № 6. С. 37–39.



5. Ежов Ю. А. Экологическая безопасность и вооруженные силы Российской Федерации // Образование и право. 2013. № 3 (43). С. 24–35.
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. Иванов А. В., Клепиков О. В., Костылева Л. Н. Обоснование показателей для прогнозирования техногенных последствий при поражении химически опасных объектов средствами военно-воздушных сил // Актуальные проблемы вооруженной борьбы в воздушно-космической сфере. Проблемы повышения эффективности управления авиационными частями: соединениями ВВС. Сб. ст. по материалам Всероссийской ежегодной научно: конференции (9-10 апреля 2015 г.) в 5-ти ч.: Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. Ч. IV. С. 96–99.
8. Гуськова А. К. Основные итоги исследований медико-биологических последствий аварии 1957 г. (ВУРС), уроки на будущее // Вопросы радиационной безопасности. 2007. № 6. С. 13–19.
9. Курляндский Б.А. Общая токсикология / Под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова. М.: Медицина, 2002. 608 с.
10. РД 52.04.253–90 Методика прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. Штаб ГО СССР. М., 1991 г.
11. Методические указания № 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.).

REFERENCES

1. Berezhnova T. A., Klepikov O. V., Kostyleva L. N. Obosnovanie sistemy pokazateley dlya prognozirovaniya mediko-biologicheskikh i ehkologicheskikh posledstviy pri porazhenii himicheskii opasnykh promyshlennykh ob"ektov sredstvami vooruzhennykh sil // Sistemnyy analiz i upravlenie v biomeditsinskikh sistemah. 2015. T. 14. № 1. P. 195–198. (in Russian).
2. Ivanov A. V., Klepikov O. V., Kostyleva L. N. Obzor algoritmov prognozirovaniya mediko-biologicheskikh posledstviy pri voennom porazhenie tekhnogenno opasnykh ob"ektov // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2015. № 9. S. 417–421. (in Russian).
3. Vorob'ev V. V. Voennaya ehkologiya v strukture sovremennoy ehkologii (kriticheskiy analiz) // Voennaya mysl'. 2012. № 4. P. 55–63. (in Russian).
4. Mirkin B. M. Voennaya ehkologiya: pervye shagi // EHkologiya i zhizn'. 2006. № 6. P. 37–39. (in Russian).
5. Ezhov YU. A. EHkologicheskaya bezopasnost' i vooruzhennyye sily Rossiyskoy Federatsii // Obrazovanie i pravo. 2013. № 3 (43). P. 24–35. (in Russian).
6. Zinkin V. N., Vasil'eva I. N. Pokazatel' mediko-biologicheskoy opasnosti blizhayshih i otdalennykh posledstviy tekhnogennykh chrezvychaynykh situatsiy // Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy. 2013. № 6. P. 92–97. (in Russian).
7. Ivanov A. V., Klepikov O. V., Kostyleva L. N. Obosnovanie pokazateley dlya prognozirovaniya tekhnogennykh posledstviy pri porazhenii himicheskii opasnykh ob"ektov sredstvami voenno-vozdushnykh sil // Aktual'nye problemy vooruzhennoy bor'by v vozdushno-kosmicheskoy sfere. Problemy povysheniya ehffektivnosti upravleniya aviatsionnymi chastyami: soedineniyami VVS. Sb. st. po materialam Vserossiyskoy ezhegodnoy nauchno: konferentsii (9-10 aprelya 2015 g.) v 5-ti ch.: Voronezh: VUNTS VVS «VVA», 2015. CH. IV. P. 96–99. (in Russian).
8. Gus'kova A. K. Osnovnye itogi issledovaniy mediko-biologicheskikh posledstviy avarii 1957 g. (VURS), uroki na budushhee // Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti. 2007. № 6. P. 13–19. (in Russian).



9. Kurlyandskiy B.A. Obshhaya toksikologiya / Pod red. B.A. Kurlyandskogo, V.A. Filova. M.: Meditsina, 2002. 608 p. (in Russian).

10. RD 52.04.253–90 Metodika prognozirovaniya masshtabov zarazheniya SDYAV pri avariyah (razrusheniyah) na himicheski opasnyh ob"ektah i transporte. Shtab GO SSSR. M., 1991 g. (in Russian).

11. Metodicheskie ukazaniya № 2000/218 «Prognozirovaniye mediko-sanitarnykh posledstviy himicheskikh avariy i opredeleniye potrebnosti v silah i sredstvakh dlya ih likvidatsii» (utv. zam. ministra Minzdrava RF 9.02.2001 g.). (in Russian).

© Клепиков О.В., Костылева Л.Н., Филимонова О.Н., 2018

Клепиков Олег Владимирович, доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник 21 отдела научно-исследовательского 2 научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, klepa1967@rambler.ru.

Костылева Людмила Николаевна, кандидат географических наук, доцент, преподаватель 11 кафедры теоретической гидрометеорологии, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, kostyleva12@yandex.ru.

Филимонова Ольга Николаевна, доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник 22 отдела научно-исследовательского 2 научно-исследовательского управления научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, olga270757@rambler.ru.