

Оценка экологических рисков техногенных чрезвычайных ситуаций

© 2011. С. И. Ермаков, к.в.н., профессор, М. Н. Войтович, к.в.н., профессор, Академия гражданской защиты МЧС России, e-mail: agz@mchs.gov.ru

В статье рассмотрен методический подход к оценке экологических рисков при чрезвычайных ситуациях, связанных с ингредиентными загрязнениями окружающей среды.

The work considers methodological approach to assessment of ecological risks in technogenic emergency situations.

Ключевые слова: загрязнения окружающей среды, экологическая безопасность, экологические риски, экологический ущерб

Key words: environmental contamination, ecological safety, ecological risks, ecological damage

По происхождению все виды воздействия на окружающую среду (ОС) и человека являются природными и антропогенными. Формирующиеся при опасных природных явлениях, техногенных авариях и катастрофах факторы, оказывающие поражающее воздействие на ОС, довольно разнообразны по своей физической сущности, процессу или явлению, которые обуславливают их поражающий эффект. Вместе с тем большая часть поражающих факторов чрезвычайных ситуаций (ЧС) наносит значительный ущерб экологическим системам (ЭС), то есть носит экологический характер.

Перечень опасных факторов, негативно влияющих на экологическую обстановку при природных явлениях [1], представлен на рисунке 1. Негативно влияющие на экологическую обстановку опасные факторы техногенного характера, возникающие при авариях и катастрофах на взрыво-, пожаро-, радиационно-, химически опасных объектах и различного рода гидротехнических сооружениях, представлены на рисунке 2. Кроме того, при различных авариях могут образовываться, распространяться и оказывать отрицательные воздействия на человека и популяции других организмов электромагнитные и звуковые поля.

В результате негативных природных и антропогенных воздействий поражающих факторов ЧС на ОС возможно возникновение тяжёлых экологических последствий. Структура различных видов загрязнений представлена на рисунке 1.

В соответствии с современными нормативами, принятыми в РФ, экологическую обстановку по степени опасности подразделяют на удовлетворительную, угрожающую, критическую, экологическую ЧС, экологическое бедствие [2]. Краткая характеристика критериев обстановки при ингредиентном загрязнении представлена в таблице 1.

При нахождении населения и спасателей вне зоны заражения при ЧС с ингредиентными загрязнениями ОС имеется опасность санитарных потерь вследствие воздействия экологически неблагоприятных факторов. При наличии таких опасностей их необходимо прогнозировать [3].

В настоящее время в качестве одного из показателей опасности используются риски. Методический аппарат оценки экологических рисков при ЧС не определён. Однако прогнозирование экологической опасности можно проводить по известным методикам оценки риска любых опасностей [4].

В данной статье предложен методический подход к оценке экологических рисков при ЧС, связанных с ингредиентными загрязнениями окружающей среды.

Оценка экологического риска состоит в его количественном измерении, т. е. определении возможных последствий реализации экологических опасностей для спасателей, различных групп населения и ОС. Целью оценки является определение риска и выработка решений, направленных на его снижение. При этом оцениваются затраты и выигрыш от принимаемого решения. Применительно к экологической

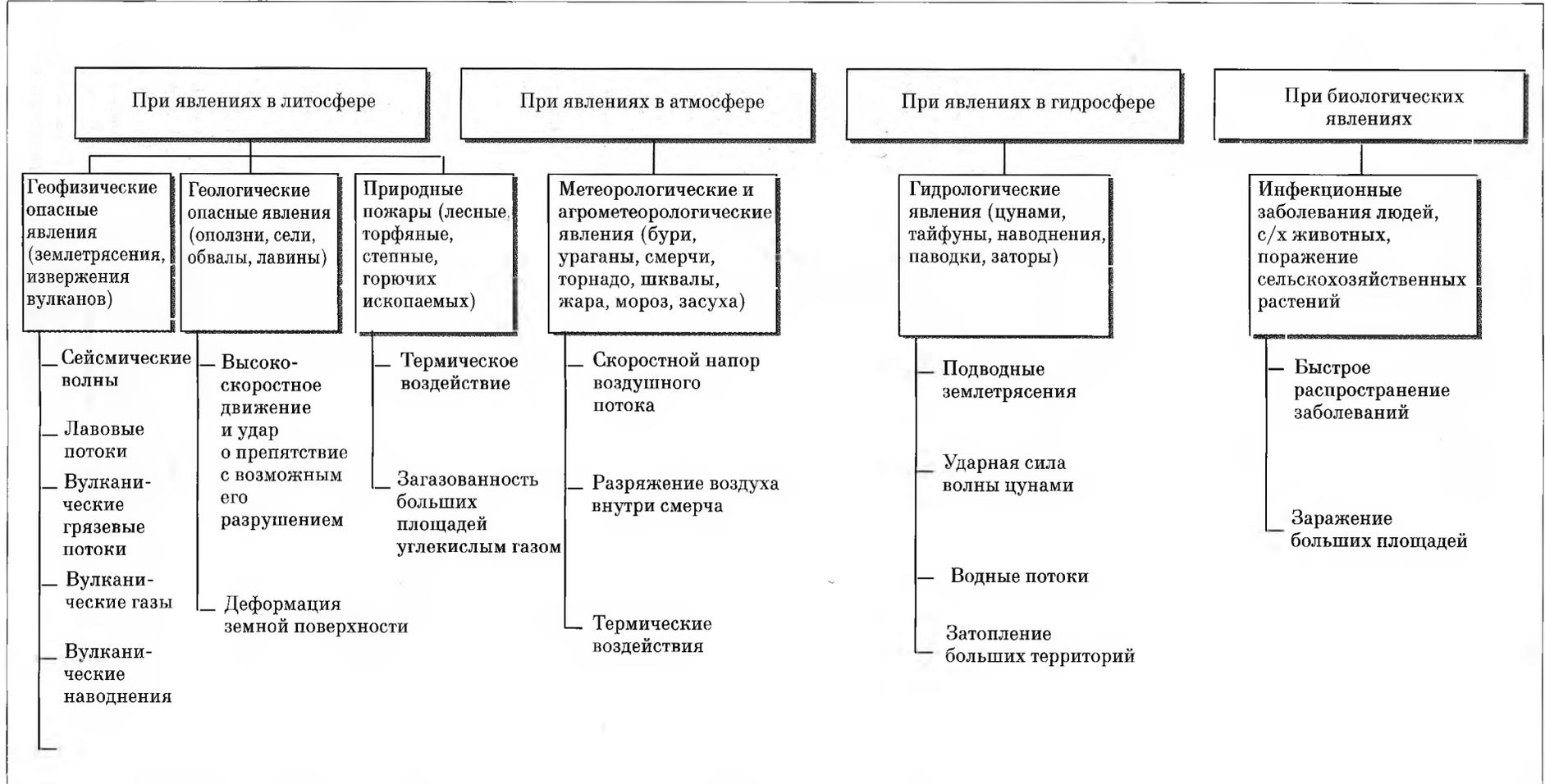


Рис. 1. Перечень опасных факторов, негативно влияющих на экологическую обстановку при природных явлениях

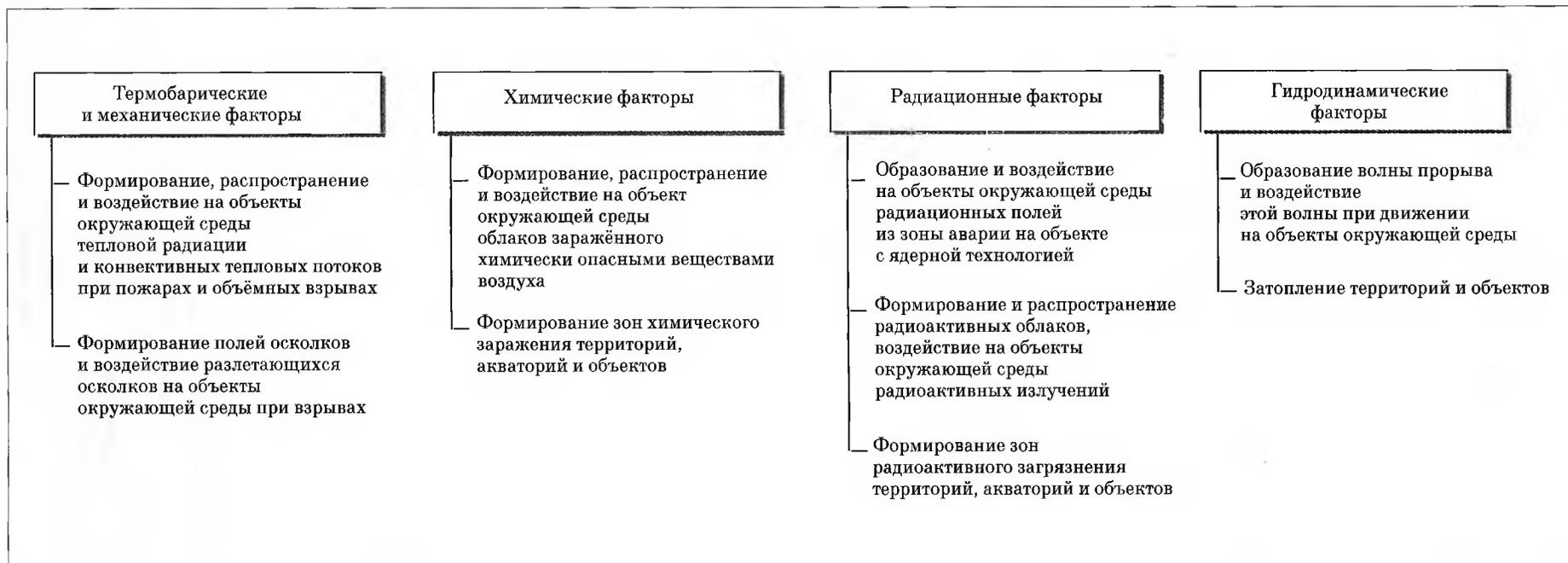


Рис. 2. Перечень опасных экологических факторов техногенного характера, негативно влияющих на экологическую обстановку

Критерии экологической обстановки для выявления степени экологической опасности

Экологическая обстановка	Критерии экологической обстановки
Удовлетворительная	Индекс концентрации вредных веществ не превышает ПДК, нагрузки на ОС незначительны
Угрожающая	Индекс концентрации вредных веществ в пределах 10 ПДК, средние нагрузки на ОС
Критическая	Индекс концентрации вредных веществ составляет 20–30 ПДК, значительные нагрузки на ОС
Экологическая чрезвычайная ситуация	Индекс концентрации вредных веществ составляет 30–50 ПДК. Устойчивые отрицательные изменения в ОС. Исчезновение отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда. Угроза здоровью людей. Необходимо обязательное принятие экстренных мер для устранения ЧС
Экологическое бедствие	Индекс концентрации вредных веществ более 50 ПДК. Глубокие необратимые изменения в ОС. Нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда. Существенное ухудшение здоровья людей

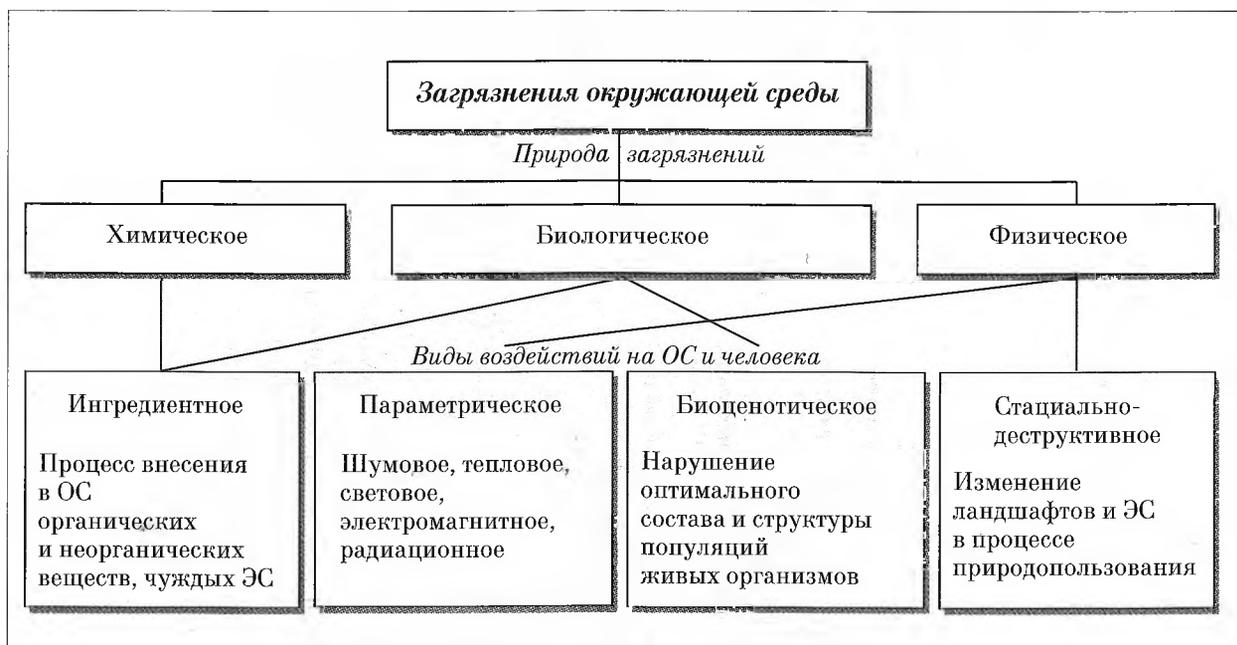


Рис. 3. Структура загрязнений окружающей среды

безопасности реализация опасностей может привести к прямому или косвенному экологическому ущербу.

Последствия крупных аварий могут значительно отличаться от последствий не столь интенсивных, пусть даже постоянных воздействий, что не позволяет обоснованно использовать накопленную медицинскую статистику и результаты экологического мониторинга. Большинство существующих методик оценки ущерба от аварий рассматривают одномоментные последствия, хотя для социально-экономических и экологических систем (биоценозов) возможны долговременные, т. е. отдалённые последствия.

Выбор метода оценки экологического ущерба в ЧС зависит от вида воздействий и степени их изученности. При наличии необходимых исходных данных используется метод прямого учёта затрат на восстановление контрольного объекта и сил ликвидации ЧС до исходного состояния. При наличии большого числа реализаций (длительные наблюдения, частые события) применяют методы, основанные на статистическом анализе информации о размерах воздействий и их последствий.

Исходя из того, что риск – это комплексная величина, характеризующая вероятность возникновения ЧС, случайные характеристики ущерба и функцию неопределённости пер-

вого и второго показателей, используя применяемое на практике в настоящее время упрощенное значение, экологические риски могут быть выражены следующей зависимостью [5]:

$$R_{\Sigma} = \lambda \cdot W_{\text{ср}} \quad (1),$$

где λ – частота возникновения событий, приводящих к опасному экологическому ущербу;

$W_{\text{ср}}$ – средний ущерб от экологических нагрузок.

Для оценки и прогноза повторяемости или частоты возникновения событий используются методы, основанные на анализе статистики ЧС за предшествующие годы. При объёме статистических данных N больше 100 используется статистический метод оценки и прогноза частоты ЧС, при котором несмещённая оценка частоты определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{N}{T} \quad (2),$$

где N – количество ЧС за интервал времени T .

При этом относительная погрешность оценки частоты ЧС по статистическим данным определяется по формуле:

$$\delta_{\lambda} = \frac{\Delta_{\lambda}}{\lambda} \quad (3),$$

где $\Delta_{\lambda} = \sqrt{\Delta_{\lambda, \text{стат}}^2 + \Delta_{\lambda, \text{чс}}^2}$

При объёме статистических данных N от 1 до 100 используется вероятностно статистический метод, при котором оценка частоты ЧС j -го класса по степени тяжести определяется по формуле:

$$\lambda_j = q_j \cdot \lambda \quad (4),$$

где q_j – вероятность частоты наступления ЧС j -го класса тяжести.

При этом погрешность будет определяться по формуле:

$$\delta_{\lambda_j} = \delta_q + \delta_{\lambda} \quad (5),$$

где $\delta_{\lambda} = \frac{\Delta_{\lambda}}{\lambda}$.

Для оценки редких ЧС, с объёмом статистических данных N меньше 1, существует теоретико-статистический метод, но его рассмотрение не целесообразно в связи с редкостью возникновения событий.

Если оценка производится на федеральном, межрегиональном, региональном и меж-

муниципальном уровнях, то целесообразно использовать статистический метод. При исследовании ЧС муниципального и локального уровней целесообразно использовать вероятностно-статистический метод.

При ингредиентном загрязнении ОС частоту появления такой ситуации, как неблагоприятное воздействие на спасателей и население экологических факторов, можно принять такой же, как частоту возникновения экологически неблагоприятных ЧС. В этом случае частота экологически неблагоприятных последствий для спасателей и населения экологически неблагоприятными факторами (в условиях, исключающих их нахождение в зоне заражения) будет равна частоте (повторяемости) ЧС:

$$\lambda_{\text{эн}} = \lambda_{\text{чс}} \quad (6).$$

Различными будут только масштабы зон экологических нагрузок, зависящие от характеристик источника загрязнения и условий распространения загрязняющих веществ.

В настоящее время методики оценок экологического ущерба являются существенно приближёнными. Содержание экономического ущерба может быть представлено следующими зависимостями [6]:

Прямой экономический ущерб равен:

$$W_{\text{д.п.}} = W_p + W_{\text{с.х.}} + W_{\text{в.и.}} + W_k + W_a \quad (7),$$

где W_p – ущерб от разрушения производственных объектов, потери сырья и топлива;

$W_{\text{с.х.}}$ – ущерб сельскому и лесному хозяйству в зоне ЧС;

$W_{\text{в.и.}}$ – ущерб водным источникам и сооружениям;

W_k – ущерб жилищному, коммунальному и бытовому хозяйствам;

W_a – ущерб от потери продукции из-за повышенной заболеваемости и потерь населения.

Косвенный экономический ущерб равен

$$W_{\text{д.к.}} = W_{\text{и.с.}} + W_{\text{д.п.}} + W_{\text{о.р.}} + W_n \quad (8),$$

где $W_{\text{и.с.}}$ – ущерб из-за разрушения сложившейся инфраструктуры объектов экономики и системы хозяйственных связей в регионе;

$W_{\text{д.п.}}$ – затраты на проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) и ликвидацию ЧС;

$W_{\text{о.р.}}$ – затраты на ограничение развития ЧС;

W_n – потери личного состава, техники, материальных средств при проведении АСДНР в зоне ЧС.

Ущерб в социальной сфере также может быть представлен в виде следующих зависимостей.

Прямой социальный ущерб равен:

$$W_{с.п.} = W_{с.ком.} + W_{ж.д.} + W_m + W_э \quad (9),$$

где $W_{с.ком.}$ – ущерб за счёт выплат социальных компенсаций при гибели, потере здоровья и имущества населения;

$W_{ж.д.}$ – ущерб на поддержание жизнедеятельности населения;

W_m – ущерб за счёт оказания медицинской помощи, выплат по бюллетеням пострадавшим;

$W_э$ – ущерб за счёт эвакуации и отселения населения

Косвенный социальный ущерб равен:

$$W_{с.к.} = W_{доп.} + W_{ком.} \quad (10),$$

где $W_{доп.}$ – дополнительные выплаты спасателям; $W_{ком.}$ – компенсационные выплаты спасателям и пострадавшим при ликвидации ЧС.

При наличии соответствующих социологических или экономических данных можно определить экологические риски ЧС, связанные с ингредиентным загрязнением.

Другим подходом может быть методика определения величины ущерба по выбросам загрязняющих веществ [7].

Величина ущерба, причиняемого объектом выбросом в атмосферу, может быть оценена по зависимости:

$$W_A = v_A \cdot \sigma_A \cdot f \cdot M_A, \text{ руб./год} \quad (11),$$

где v_A – нормативная ставка платы за условную тонну выбрасываемых вредных веществ в атмосферу в течение года, руб./усл. т;

σ_A – показатель относительной опасности загрязнения воздуха над различной территорией;

f – поправка, учитывающая характер рассеивания вредных веществ в воздухе, зависящая от источника и способа выброса;

M_A – приведённая масса годового выброса объекта загрязнения, усл. т/год.

По сходной зависимости может оцениваться ущерб от сбросов вредных веществ в водные объекты:

$$W_B = v_B \cdot \sigma_K \cdot M_B, \text{ руб./год} \quad (12),$$

где v_B – нормативная ставка платы за условную тонну выбрасываемых вредных веществ в атмосферу в течение года, руб./усл. т;

σ_K – показатель относительной опасности загрязнения воды в водных объектах различного назначения;

M_B – приведённая масса годового выброса объекта загрязнения, усл. т/год.

Значения σ_A и σ_K устанавливаются органами Министерства природных ресурсов и экологии РФ и органами исполнительной власти субъектов РФ. Величины поправки f для оценки ущерба при загрязнении атмосферы рассчитываются по следующим формулам:

для газов

$$f = \frac{100}{100 + \frac{H}{1} + \frac{\Delta T}{75}} \cdot \frac{4}{1 + u} \quad (13),$$

где H – высота источника выброса, м;

ΔT – разность температур у устья трубы и окружающего воздуха, С°;

u – среднегодовое значение скорости приземного ветра, м/с;

для твёрдых частиц

$$f = \left(\frac{100}{100 + \frac{H}{1} + \frac{\Delta T}{75}} \right)^2 \cdot \frac{4}{1 + u} \quad (14),$$

Третьим подходом оценки ущерба может быть определение платы за загрязнение ОС и причинённый экологический ущерб [4].

Расчёт вышеуказанных плат производится по следующим зависимостям:

$$P_\Sigma = \sum_{i=1}^n P_i \quad (15),$$

где P_Σ – суммарная плата за годовой выброс (сброс), хранение отходов, параметрическое загрязнение, руб./год;

P_i – плата за годовой выброс i -го вредного вещества или другого вида воздействия, руб./год;

n – количество вредных веществ или воздействий при загрязнении ОС.

$$P_i = P_{Hi} \cdot Q_{ПДВi} + P_{Hi} \cdot K_L (Q_{ВСВi} - Q_{ПДВi}) + P_{Hi} \cdot K_L \cdot K_{П.Л} (Q_i - Q_{ВСВi}), \text{ руб./год} \quad (16),$$

где P_{Hi} – базовая нормативная ставка платы за одну тонну или другую единицу загряз-

няющего i -го вещества или другого воздействия, руб./т;

$Q_{ПДВ_i}$ – годовой (или другой расчётный объём) предельно допустимый выброс i -го вещества (воздействия), т;

$Q_{ВСВ_i}$ – годовой временно согласованный выброс (сброс, объём) i -го вещества (воздействия), т;

Q_i – годовой выброс i -го вещества (воздействия), т;

$K_{Л}$ – лимитный коэффициент повышения нормативных ставок за выбросы (сбросы, воздействия), превышающие предельно допустимые, но менее временно согласованных выбросов;

$K_{П.Л}$ – коэффициент повышения нормативных ставок платы за выбросы (сбросы, воздействия), превышающие лимитные, т. е. временно согласованные выбросы.

Во втором и третьем подходах для определения ожидаемого ущерба необходимо знать величину выбросов соответствующих веществ Q , которые приведут к возникновению экологической опасности, нормированной превышением ПДК.

Для определения этой величины необходимо воспользоваться зависимостью:

$$C_i = \frac{Q}{K_{рсс}} \quad (17),$$

где C_i – нормативная концентрация загрязняющих веществ, для выявления степени экологической опасности, мг/м³;

Q – количество вредного вещества, выбрасываемого из источника, г/м³с;

$K_{рсс}$ – среднесуточный коэффициент метеорологического разбавления вредных веществ в атмосфере, м³/с.

Зная количество выбрасываемого вредного вещества на участке аварии и его ПДК, можно определить расстояния, на которых экологические нагрузки будут соответствовать различным степеням экологической опасности по показателям превышения ПДК, и соответственно необходимость проведения защитных мероприятий на любом удалении от очага аварии.

В случае нахождения спасателей или населения в зоне заражения проводится целый комплекс защитных мероприятий [8], однако при нахождении людей вне зоны заражения зоны экологических нагрузок не учитываются. Личный состав не поражается в зоне заражения, а поражается при нахождении в зоне экологических нагрузок. Величины или про-

центы отложенных потерь находятся в прямой зависимости от степени экологических нагрузок на той или иной территории. В соответствии с этим, учитывая, что зона экологических нагрузок в результате ЧС, связанных с ингредиентным загрязнением, может быть гораздо большей, чем зона заражения, возникает необходимость расширения зоны проведения защитных мероприятий с учётом возможных экологических ущербов в результате экологических нагрузок [9].

Таким образом, с помощью данных расчётов можно определить экологические риски для личного состава, находящегося в любой зоне неблагоприятной экологической обстановки, что в свою очередь повлияет на планирование действий сил по ликвидации ЧС и проведение защитных мероприятий на существенно больших от зоны заражения расстояниях. Для повышения достоверности оценки экологических рисков одной из задач органов управления является сбор и оценка статистических данных об экологических последствиях ЧС как от подчиненных подразделений, так и от взаимодействующих структур на всех уровнях единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Литература

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2003: Р 32 // Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2003. 895 с.
2. Критерии оценки экологической обстановки. М.: Министерство охраны окружающей среды, 1992. С. 24–25.
3. Измалков В.И. Экологическая безопасность деятельности ВС. М.: Академия Генерального штаба, 1998. 228 с.
4. Шулежко В.Ф. Военная экология: Учебное пособие. М.: Военная академия имени Ф. Э. Дзержинского, 1996. С. 157–158.
5. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах: Учебное пособие в системе образования МЧС России и РСЧС. М.: Деловой экспресс, 2004. С. 352.
6. Ермаков С.И. Оценка экологических рисков техногенных ЧС // Молодые учёные: Гражданская оборона и защита в чрезвычайных ситуациях: Доклады XII научно-практической конференции АГЗ МЧС России. Новогорск: Академия гражданской защиты МЧС России, 2005.
7. Измалков В.И., Измалков А.В. Анализ рисков при управлении гражданской безопасностью и защитой социально-экономических систем и оценка его эффективности // Управление рисками чрезвычайных си-

туаций: Шестая Всероссийская научно-практическая конференция. М.: КРУК, 2001. С. 46.

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2003 г. № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».

9. Федоренко В.Н., Шулежко В.Ф., Организация и ведение гражданской защиты. Выпуск 1. Разделы № 2, 3. Теоретические основы комплексной гражданской защиты. Новогорск: Академия гражданской защиты МЧС России, 2001. С. 84.

УДК 623.459.8 + 577.4

Экологические аспекты уничтожения химического оружия

© 2011. Ф. П. Соколов¹, к.т.н., ген. директор, И. Н. Сизых¹, главный инженер, И. М. Мильготин¹, зам. главного инженера – главный технолог, В. А. Самсонов¹, главный инженер проекта,

Т. Н. Швецова-Шиловская², д.т.н., нач. отделения, А. А. Гулин³, начальник,

¹Институт по проектированию производств органического синтеза органической химии и технологии ООО «Гипросинтез»,

²Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии,

³Научно-исследовательский центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,

e-mail: info@giprosinter.ru

В статье рассмотрены требования по обеспечению экологической безопасности при проектировании и эксплуатации объектов по уничтожению химического оружия. Показано, что проектирование этих объектов на основе глубоких проектных исследований, с использованием современных информационных технологий, позволяет обеспечить необходимый уровень безопасности и создать экологически безопасные производства.

The article reviews the requirements to ensuring environmental safety while designing and operating chemical weapon destruction facilities. It is indicated that the design of such facilities that is based upon deep project studies with the use of up-to-date information technologies allows ensuring the required level of safety and delivering environmentally sound productions.

Ключевые слова: уничтожение химического оружия, экологическая безопасность, охрана окружающей среды

Key words: chemical weapons decommission, ecological safety, environmental protection

Ратифицировав Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении, Российская Федерация тем самым приняла на себя обязательства уделить первостепенное внимание обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды в ходе хранения и уничтожения химического оружия (ХО).

С целью реализации конвенционных обязательств приняты Закон «Об уничтожении химического оружия» и Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федера-

ции» (далее Программа). Данные документы устанавливают правовые основы проведения комплекса работ по уничтожению ХО, хранящегося на территории Российской Федерации, и по обеспечению безопасности граждан и защиты окружающей среды при проведении работ.

Отдельным пунктом в Программе подчёркнуто, что важнейшим программным мероприятием является обеспечение экологической безопасности на объектах по уничтожению ХО, которое достигается решением ряда сложных задач, в первую очередь, на этапе проектирования.