

УДК 502.55:621.039.7

И.Ю. Чернявский, С.А. Писарев, В.Б. Матыкин

Факультет военной подготовки им. Верховного Совета Украины НТУ «ХПИ», Харьков

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА ВОЕННОГО ХАРАКТЕРА

Работа посвящена вопросам моделирования и оценки достоверности правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки в условиях воздействия радиационного фактора военного характера. Анализируются критерии оценки тяжести радиационного поражения населения, полнота и качество медицинской сортировки пострадавших в условиях неопределённости характера и особенностей воздействия гамма-нейтронного излучения проникающей радиации. Показано, что наличие регистратора параметров среды позволяет поддерживать достоверность правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки в заданных пределах.

Ключевые слова: достоверность правильного функционирования, регистратор параметров среды, гамма-нейтронный поток проникающей радиации.

Введение

Постановка проблемы. Для повышения эффективности способов защиты населения и территорий, действий сил гражданской защиты необходимо обеспечить повышение достоверности и оперативности системы мониторинга и прогнозирования угроз военного характера, в том числе, через систему наблюдения и лабораторного контроля. В условиях чрезвычайных ситуаций военного характера [1–2] существует острая необходимость постоянного мониторинга параметров внешней среды с целью своевременного выявления момента воздействия радиационного фактора, его характерных особенностей, оценки масштабов и границ очагов ядерного поражения.

Согласно медико-тактической классификации в зависимости от мощности и вида ядерного взрыва, типа ядерного боеприпаса различают: очаги термических поражений; очаги комбинированных травматических поражений; очаги комбинированных радиационных поражений (КРП); очаги радиационных поражений. Каждый из очагов ядерного поражения имеет как свои условия (особенности) возникновения, так и особенности поражения, значительно отличающиеся друг от друга не только по своей физической природе, но и по времени достижения той или иной степени (тяжести) поражения. В этих условиях [3–4; 6] медицинская сортировка пострадавших заключается в медико-тактическом разделении потока поражённых по степени тяжести поражения и определяется объемом, срочностью и последовательностью медицинской помощи на каждом этапе, а также показаниями к эвакуации, её очередностью и способом. Все перечисленные мероприятия медицины катастроф будут реализовываться на фоне полной неопределённости в классификации

очага ядерного поражения, в отсутствие всякой дозиметрической информации о радиационном факторе.

Отсутствие своевременной и полной информации о характере, особенностях воздействия радиационного фактора (гамма-нейтронного излучения проникающей радиации, наличия или отсутствия радиационного заражения местности и других нерадиационных факторов) приводит к недостоверной оценке ситуации, к принятию ошибочных управленческих решений, снижающих эффективность оказания медицинской помощи. К таким ошибкам целесообразно отнести:

– ошибки, связанные с группировкой радиационных поражений по прогнозу: от абсолютно благоприятного до неблагоприятного [4; 7]. Группа поражённых II–III степени тяжести требуют максимальных по времени и объёму затрат сил и средств медицинской службы, позволяющих снизить число погибших и потерявших дееспособность;

– ошибки в сортировке по срочности и объёму помощи на этапе эвакуации, которая предусматривает выделение групп поражённых: нуждающихся в неотложной помощи, помощь которым может быть отсрочена, не нуждающихся в медицинской помощи и способных выполнять свои служебные обязанности.

Повышения достоверности выявления и оценки ситуации возможно за счёт регистрации и анализа параметров воздействующего радиационного фактора с последующей оперативной оценкой степени радиационного поражения. В работе [14] анализируется методологический аппарат создания датчиков выявления боеспособности подразделений и частей в радиационном отношении, оценивается возможность оперативного прогнозирования степени радиационного поражения для реализации ситуацион-

ного управления в системе войсковой дозиметрии. В работе [15] анализируется роль и место радиационного мониторинга в системе выявления и оценки обстановки для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения при чрезвычайных ситуациях военного характера. Рассматриваются критерии для построения системы радиационного мониторинга, основанной на прогнозировании степени радиационного поражения населения, по данным регистратора параметров внешней среды.

Данная статья продолжает исследования в данном направлении и посвящена вопросам моделирования и оценки достоверности правильного функ-

ционирования системы выявления и оценки обстановки в условиях воздействия радиационного фактора военного характера.

Изложение основного материала

1. Анализ существующего подхода к оценке тяжести радиационного поражения

Принято считать [2–3; 5–6; 8], что время, прошедшее от момента внешнего облучения до возникновения симптомов первичной реакции, зависит от величины воздействующей дозы (табл. 1).

Таблица 1

Показатели степени тяжести в фазе первичной острой реакции (цит. по [6])

Показатель	Степень тяжести ОЛБ			
	I(1-2 Гр)	II(2-4 Гр)	III(4-6 Гр)	IV(6-10 Гр)
Рвота	Через 2 ч и более, однократн.	Через 1-2 ч, повторная	Через 0,5-1ч, многократн.	Через 15-20 сек, неукротим.
Диарея	Нет	Нет	Чаше нет	Может быть
Головная боль	Кратковременная, небольшая	Небольшая	Выраженная	Сильная, сознание спутанное
Температура тела	Норма	Субфебрильная	Субфебрильная	38-39 ⁰ С
Состояние кожи	Норма	Слабая преходящая гиперемия	Умеренная Гиперемия	Выраженная гиперемия
Продолжит. первичной реакции	Несколько часов	1 сутки	2-3 суток	2-3 суток

Наибольшее значение имеет время возникновения, интенсивность и длительность тошноты и рвоты, при этом патогенез возникновения тошноты и рвоты – возбуждение рвотного центра в центральной нервной системе, – определяет особенности клинических проявлений и, соответственно, подход к лечению (табл. 2).

В то же время анализ табл. 2 показывает, что время появления рвоты связано также с присутстви-

ем нейтронной компоненты и мощностью дозы гамма-нейтронного излучения.

Другим важным звеном в решении вопроса количественной оценки комбинированного радиационного поражения (КРП) является оценка КРП с учётом ведущего поражения. Последствия такого поражения являются более тяжелыми, чем при изолированных поражениях, прежде всего, за счёт развития синдрома взаимоотягощения.

Таблица 2

Диагностика степени тяжести по интенсивности проявления первичной реакции (цит. по [7])

Интенсивность рвоты	Время появления рвоты от момента облучения		Степени тяжести прогнозируемой ОЛБ
	γ -облучение малой мощности <5-10 сГр/мин	γ - и γ -п ⁰ -облучение большой мощности >>5-10 сГр/мин	
Однократная	4-6 ч	2-4 ч	I
Повторная	2-4 ч	1-2 ч	II
Многократная	1-1,5 ч	30 мин-1 ч	III
Очень частая, неукротимая	30-40 мин	10-20 мин	IV

Как отмечается в работе [6], каждый компонент КРП отличается тяжестью поражения и своеобразием клинических признаков, так как в нём сохраня-

ются черты изолированных поражений и, вместе с тем, имеется картина их взаимодействия, вносящая существенные количественные и качественные осо-

бенности. Поэтому отсутствие информации о параметрах воздействующего радиационного фактора усложняет:

- определение критериев оценки тяжести поражения;
- характеристику взаимоотношения компонентов;
- выявление закономерностей развития заболевания, связанных с характером воздействия радиационного фактора [4].

В этих условиях получаемая информация медицинской службой о первичной реакции организма только в какой-то мере (но далеко не полностью) отражает действительное состояние тяжести КРП. В литературе [6] отмечается, что гибель поражённых при различных по характеру поражениях и в зависимости от объема оказания медицинской помощи может колебаться в пределах от 20–40 до 80–90 %. Если в случае изолированных радиационных поражений при использовании всех современных средств лечения верхняя граница диапазона доз, когда еще возможен благоприятный исход, находится около 6 Гр, то при комбинированных радиационных поражениях она снижается: при не лучевых травмах или ожогах легкой степени – до 5 Гр, средней степени тяжести – до 4 Гр и тяжелых – до 2 Гр.

С другой стороны, в действующих в настоящее время рекомендациях по оценке последствий воздействия поражающих факторов ЯВ [5] отмечается, что при КРП для оперативного определения выраженности проявлений ОЛБ по показаниям дозиметров:

- наличие лёгких нерадиационных поражений можно не учитывать;
- наличие средних и тяжёлых поражений учитывается умножением измеренной дозы ионизирующего излучения на коэффициент отягощения, равный 1,5 при механических травмах и 2 – при термических травмах средней и тяжелой степени.

Таким образом, можно утверждать, что оценку тяжести поражения населения, определяемую в настоящее время лишь по времени появления и по выраженности симптомов первичной реакции, целесообразно дополнить информацией о параметрах воздействующего радиационного фактора.

2. Построение модели основных информационных потоков

Процесс принятия решений включает в себя, как минимум, четыре элемента: поступление информации, систему для предсказания исхода какого-либо действия, которое может быть рекомендовано, систему для определения значений всех подобных исходов и систему критериев для выбора соответствующего действия (рис. 1).

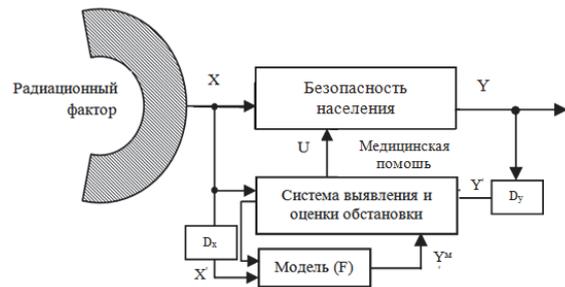


Рис. 1. Блок-схема системы выявления и оценки ситуации в условиях воздействия радиационного фактора военного характера

Сложившуюся ситуацию (S), характеризующуюся двумя факторами: состоянием среды (X), и состоянием организма (Y), – можно записать:

$$S = \langle X, Y \rangle. \quad (1)$$

Тогда степень тяжести радиационного поражения можно представить как преобразователь (F) состояния среды в состояние объекта:

$$Y = F(X), \quad (2)$$

где F – оператор связи входа X и выхода Y, характеризующий специфику воздействия радиационного фактора. Существующая система выявления и оценки обстановки (рис. 2) воспринимает окружающую среду как конечный или бесконечный набор ее параметров

$$S = (S_1, \dots, S_e), \quad (3)$$

каждый из которых интересует с позиции выживания населения после ядерного удара, что позволит свести к минимуму, во-первых, количество смертельных исходов, во-вторых, потребность в медицинской помощи. Иначе говоря, воспринимаемая ситуация всегда управляема

$$S(U) = (S_1(U), \dots, S_e(U)), \quad (4)$$

где U – управляющее воздействие (оказание квалифицированной медицинской помощи).

В предлагаемой модели, всю информацию, на основе которой оценивается ситуация и принимаются решения, целесообразно условно поделить на информацию от регистратора параметров среды $X' = D_X(X)$ и на информацию (о первичной реакции организма), которая оказывается в распоряжении медицинской службы после выявления обстановки $Y' = D_Y(Y)$. Очевидно, что $X' \neq X$ в силу:

- несовершенства технических средств;
- в силу того, что данные средства измеряют только те характеристики радиационного фактора, которые используются в процессе управления для выполнения поставленной задачи.

В этой связи нами на основе анализа особенностей поражающих факторов ядерного взрыва боеприпасов различного типа была разработана схема учёта необходимых параметров радиационного

фактора для оперативной оценки обстановки по данным регистратора параметров среды (рис.2). Алгоритм выявления радиационного поражения за данными регистратора параметров среды более подробно описан в работе [14]. В работе [15] проведена оценка эффективности прогнозирования степени радиационного поражения населения по данным регистрации параметров импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации.

Анализ предложенной схемы показывает, что тяжесть поражения человека или степень повреждения (разрушения) сооружений, инфраструктуры на заданном расстоянии от центра ядерного взрыва определяется: устойчивостью объектов к воздействию поражающих факторов взрыва; мощностью и видом взрыва, а при применении нейтронных боеприпасов малого и сверх малого калибров дополнительно должна определяться и типом ядерного боеприпаса.

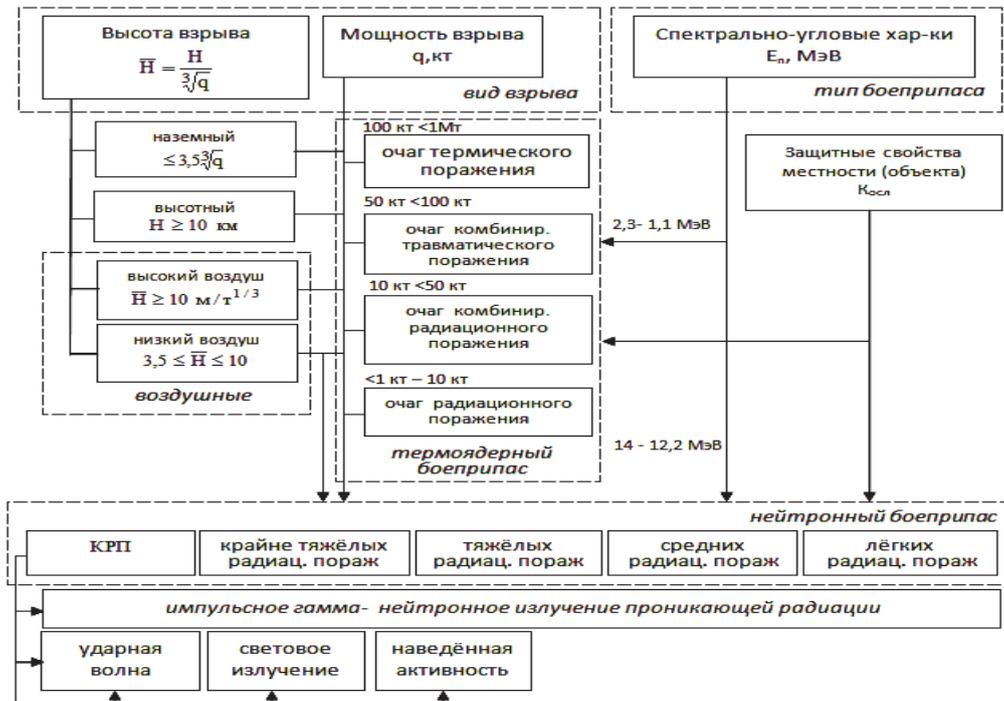


Рис. 2. Схема учёта необходимых параметров ядерного взрыва для достоверной оценки обстановки и эффективного оказания медицинской помощи населению

Характер возникающих комбинированных поражений зависит от мощности и вида ядерного взрыва. Например, даже при взрывах мощностью 10 кт радиусы поражающего действия ударной волны и светового излучения превосходят радиус поражений от проникающей радиации, что определяющим образом будет влиять на структуру санитарных потерь в очаге ядерного поражения. Так, в результате атомных бомбардировок японских городов Хиросимы и Нагасаки из 100 тысяч оставшихся в живых к двухсотому дню у пострадавших в 35 % случаев наблюдались радиационно-механические или радиационно-термические травмы, в 5 % – поражения, вызванные одновременно тремя факторами взрыва: световым излучением, ударной волной и проникающей радиацией [1]. В радиусе 1 км от эпицентра взрыва, где частота смертельных исходов превысила 90 %, число пострадавших с КРП составило почти 70 %, а на расстоянии 2 км – около 50 %.

В условиях вероятного применения тактического ядерного оружия происходит процентное перераспределение поражающих факторов в сторо-

ну преобладания импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации. Это приводит к существенному увеличению радиуса поражения проникающей радиации и уменьшению поражения за счёт других поражающих факторов (рис. 3).

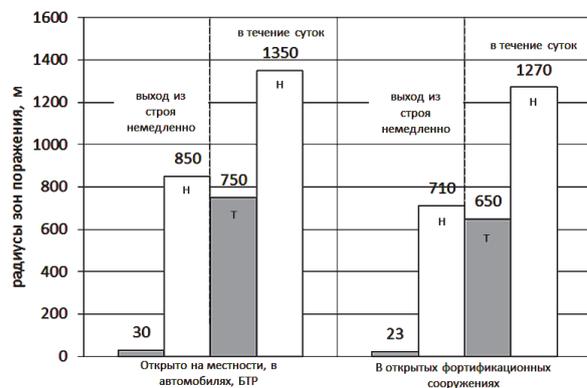


Рис. 3. Сравнительная оценка радиусов зон поражения (потеря дееспособности немедленно и в течении суток) при термоядерном (Т) и нейтронном (Н) взрыве мощностью 1 кт для различных условий расположений

На рис. 4. представлені спрогнозовані зони очага ядерного поразення від вибуху нейтронного боєприпасу потужністю 1 кт: 1 – дією ударної хвилі і світлового випромінювання руйнуються всі будинки, знищуються транспортні засоби і населення; 2 – миттєва втрата дієздатності людей (синдром РПН), навіть знаходячись в будинках міської забудови (с $K_{осл}=10-100$) з наступним летальним результатом через 1–24 години; 3 – променева хвороба з смертельним результатом в термін 30–60 днів; 4 – відбувається незначительне облучення населення.

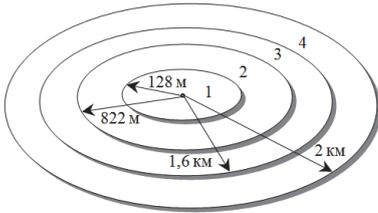


Рис. 4. Зони очага ядерного поразення від вибуху нейтронного боєприпасу потужністю 1 кт

Проведений аналіз показує, що в зонах 2 і 3 (переобладнання очагів радіаційного поразення в чистому вигляді) втрати серед населення за критерієм потреби в наданні медичної допомоги при відкритому його розміщенні і отриманні дози облучення 20 Гр можуть скласти через 5 хв. – 10 %, 10 хв. – 40 % і через 40 хв. – 100 %, а за критерієм втрати дієздатності для тих же параметрів облучення і часових інтервалів – відповідно до 5, 20 і 80 % [9–13].

1. Оцінка ефективності функціонування системи виявлення і оцінки обстановки в умовах впливу радіаційного фактора воєнного характеру

Ефективність функціонування таких систем оцінюється кількісно з допомогою показувальників ефективності, які вказують на ступінь відповідності системи своєму призначенню. Наприклад, для системи виявлення і оцінки обстановки основним показувальником ефективності є величина математичного очікування передбачених втрат серед мирного населення в умовах впливу радіаційного фактора [15]. Як частинний показувальник, який характеризує ефективність системи, доцільно використовувати ймовірність виявлення і оцінки обстановки за допустимий час $P_{вияв} = P(T_{вияв} < T_{кр})$.

З іншої сторони, виявлення і оцінка обстановки в цих умовах повинні здійснюватися не тільки своєчасно (за обмежений час), але і як би вище зазначено, з заданою точністю. Виконання цього вимоги безпосередньо пов'язано з забезпеченням високої достовірності виявлення і оцінки обстановки.

Під достовірністю функціонування в спеціальній літературі прийнято розуміти властивість, що характеризує можливість отримання правильних результатів обчислень. Достовірність функціонування характеризує безпомилковість обробки інформації і може кількісно представляти ступінь впевненості в правильності отриманих результатів обчислень.

Для визначення показувальників достовірності системи виявлення і оцінки обстановки розглянемо стаціонарний режим ($t \rightarrow \infty$) її функціонування. Процес функціонування системи може приймати кінцеве число станів, а перехід з одного стану в інший можливий в будь-який момент часу. Після певного моменту часу t поведінка системи не залежить від історії процесу, що відбувається до моменту часу t . Зміна станів системи в умовах впливу імпульсного гамма-нейтронного випромінювання проникливої радіації задамо графом станів. Причому, вершини графа відображають стани системи, а дуги – потоки впливу, виявлення і оцінки обстановки, а також надання медичної допомоги. Для систем виявлення і оцінки обстановки, які мають для виявлення впливу гамма-нейтронного випромінювання засоби реєстрації параметрів середовища D_x (рис. 1), граф зображено на рис. 4.

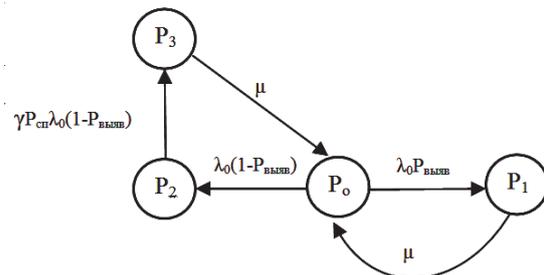


Рис. 5. Граф станів системи виявлення і оцінки обстановки в умовах впливу радіаційного фактора воєнного характеру (імпульсне гамма-нейтронне випромінювання)

На графі P_0 – ймовірність знаходження системи в стані безпомилкового функціонування; P_1 – ймовірність знаходження системи в стані виявлення і оцінки обстановки за даними радіаційної, інженерної і медичної розвідки; P_2 – ймовірність знаходження системи в стані пропуску впливу гамма-нейтронного випромінювання; P_3 – ймовірність знаходження системи в стані виявлення і оцінки обстановки на основі реєстрації параметрів середовища.

Припустимо, що виявлення і оцінка впливу на основі реєстрації параметрів середовища відбувається практично миттєво в момент виникнення появи імпульсу гамма-нейтронного випромінювання проникливої радіації.

Будем полагать, что поток воздействия излучения его выявления и оценки обстановки, а также поток оказания медицинской помощи являются простейшими. Введем следующие обозначения: λ_0 – интенсивность воздействия радиационного фактора (в том числе, импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации); γ – интенсивность выявления и оценки импульсного гамма-нейтронного воздействия проникающей радиации регистратором параметров среды; μ – интенсивность оказания медицинской помощи; $P_{\text{выяв}}$ – вероятность выявления обстановки по данным радиационной, инженерной и медицинской разведки и оценки тяжести радиационного поражения по данным о первичной реакции организма; $P_{\text{сп}}$ – вероятность выявления и оценки импульсного гамма-нейтронного излучения регистратором параметров среды.

Рассмотрим смену состояний системы выявления и оценки обстановки как случайный процесс $w(t)$, непрерывный во времени, но дискретный в пространстве. В силу принятых допущений о характере потоков воздействия его выявления и оценки обстановки, а также оказания медицинской помощи можно утверждать, что этот процесс является Марковским. Введём следующие вероятности нахождения системы в состояниях P_0, P_1, P_2, P_3 для произвольного момента времени t :

$$P_i(t) = w(t) = P_i, \quad i = 0, 1, 2, 3.$$

$$P_2 = \frac{1}{1 + \frac{(\gamma P_{\text{сп}} - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}}))}{\mu} + \frac{\gamma P_{\text{сп}} P_{\text{выяв}} - \lambda_0 P_{\text{выяв}}(1 - P_{\text{сп}})}{\mu(1 - P_{\text{выяв}})} + \frac{\lambda_0(1 - P_{\text{сп}})}{\lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}};$$

$$P_3 = \frac{1}{1 + \frac{\mu}{\gamma P_{\text{сп}} - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}})} + \frac{P_{\text{выяв}}}{(1 - P_{\text{выяв}})} + \frac{\mu}{\lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}}.$$

$$D'_{\text{пф}} = \frac{P_0}{P_0 + P_2 + P_3} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}{P_{\text{сп}} - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}})} + T_{\text{мед}} \lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}, \quad (6)$$

где $T_{\text{мед}}$ – время, затрачиваемое системой на оказание медицинской помощи; $T_{\text{выяв}}$ – время, затрачиваемое системой на выявление гамма-нейтронного излучения и оценку его воздействия. Из (6) видно, что при отсутствии воздействия радиационного фактора $P_{\text{выяв}}=1$, поэтому и $D'_{\text{пф}}=1$. При воздействии импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации вероятность $P_{\text{выяв}}$ своевременного выявления и оценки степени тяжести радиационного поражения по данным первичной реакции организма стремится к нулю, а $T_{\text{выяв}}$ возрастает до критического времени $T_{\text{кр}}$, по прошествии которого информация о параметрах радиационного фактора обесценивается и не приведет к сни-

Из графа переходов вытекает следующая система дифференциальных уравнений для введённых вероятностей:

$$\begin{cases} \frac{dP_0}{dt} = \mu P_1 + \mu P_3 - \lambda_0 P_{\text{выяв}} P_0 - \lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})P_0; \\ \frac{dP_1}{dt} = \lambda_0 P_{\text{выяв}} P_0 - \mu P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})P_0 - \gamma P_2 P_{\text{сп}} + \lambda_0 P_2(1 - P_{\text{сп}}); \\ \frac{dP_3}{dt} = \gamma P_{\text{сп}} P_2 - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}})P_2 - \mu P_3; \\ P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1. \end{cases} \quad (5)$$

Для стационарного режима функционирования системы можно записать $P_i = \lim_{t \rightarrow \infty} P_i(t)$, $i = 0, 1, 2, 3$, а, следовательно, $dP_i(t)/dt=0$. Тогда, решая систему уравнений Колмогорова (2) относительно P_0, P_2, P_3 , получим:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0 P_{\text{выяв}}}{\mu} + \frac{\lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}{\gamma P_{\text{сп}} - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}})} + \frac{\lambda_0(1 - P_{\text{выяв}})}{\mu}};$$

$$P_1 = \frac{1}{\frac{\lambda_0}{\mu P_{\text{выяв}}} + 1 + \frac{\mu(1 - P_{\text{выяв}})}{P_{\text{выяв}}(\gamma P_{\text{сп}} - \lambda_0(1 - P_{\text{сп}}))} + (1 - P_{\text{выяв}})};$$

Отсюда можно определить достоверность правильного функционирования $D'_{\text{пф}}$. Принимая во внимание, что $\gamma=1/T_{\text{выяв}}$; $\mu=1/T_{\text{мед}}$, получим:

жению потерь в ходе проведения мероприятий по радиационной защите населения (рис. 6).

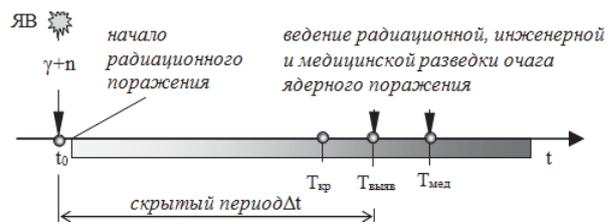


Рис. 6. Временная диаграмма выявления радиационной ситуации и оказания медицинской помощи на фоне динамики радиационного поражения населения

Когда варианты ядерных ударов противника не заданы директивно, наиболее удобным для использования является описание сложившейся ситуации в виде совокупности вероятностных характеристик и законов распределения. Если принять, что функция распределения воздействия гамма-нейтронного излучения описывается логарифмически – нормальным законом распределения:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{-\frac{(\bar{x} - \lg x^2)^2}{2\sigma^2} \frac{d \lg x}{dx}}, \quad (7)$$

где x – среднее значение случайной величины, – то можно оценить вероятность выявления регистратором параметров среды превышения флюенса нейтронного излучения проникающей радиации ядерного взрыва $P_{\text{сп}} = P(F_n \geq F_{\text{пор}})$ порогового значения потока нейтронов:

$$P_{\text{сп}} = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \cdot K \int_{F_n}^{\infty} e^{-0,5(\ln(K \cdot F_n))^2} dF_n, \quad (8)$$

где K – является постоянным коэффициентом, характеризующим особенности детектирования нейтронной компоненты гамма-нейтронного излучения проникающей радиации. При простейшем потоке сбоев, при условии, что регистратор параметров среды выдал сигнал прерывания на интервале T о воздействии нейтронной компоненты, время, затрачиваемое на выявление и оценку ситуации, можно оценить по формуле:

$$T_{\text{выяв}} = T \int_0^T \lambda_0 t \cdot e^{-\lambda_0 t} dt. \quad (9)$$

Ниже приведены зависимости достоверности правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки без регистратора параметров среды ($D_{\text{пф}}^0$) и с регистратором параметров среды ($D_{\text{пф}}^1$) от интенсивности воздействия гамма-нейтронного излучения проникающей радиации рис. 7.

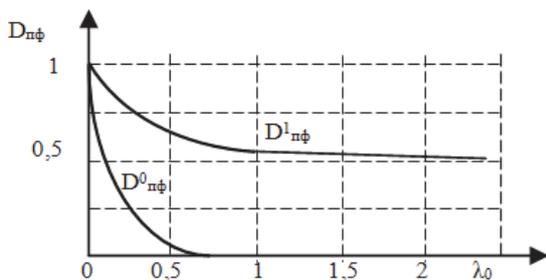


Рис. 7. Зависимость достоверности правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки от интенсивности воздействия импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации

Анализ данных зависимостей показывает, что за счёт регистрации параметров нейтронной компо-

ненты проникающей радиации можно значительно увеличить значение $D_{\text{пф}}^1$. Из рис. 7 видно, что достоверность правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки с регистрацией параметров среды с ростом интенсивности воздействия гамма-нейтронного излучения проникающей радиации падает более полого по сравнению с характером спада достоверности правильного функционирования системы без регистрации параметров среды. Обеспечить достоверность правильного функционирования системы при интенсивности воздействия гамма-нейтронного излучения проникающей радиации выше 0,5 имп/с невозможно.

Выводы

1. Проведённый анализ показал, что значительные радиационные потери населения могут быть обусловлены несвоевременно принятыми мерами по обеспечению радиационной безопасности, недостоверной (неполной) оценкой обстановки медицинскими органами в следствии несвоевременного выявления, а порой отсутствием всякой информации о моменте и характере воздействия импульсного гамма-нейтронного излучения проникающей радиации.

2. Разработана схема учёта необходимых параметров радиационного фактора для оперативной оценки обстановки по данным регистратора параметров среды, а также математическая модель функционирования системы выявления и оценки обстановки населения в условиях воздействия радиационного фактора военного характера.

3. Наличие регистратора параметров среды позволяет поддерживать достоверность правильного функционирования системы выявления и оценки обстановки в заданных пределах. Ожидаемый выигрыш от применения регистраторов параметров среды при интенсивности гамма-нейтронного излучения проникающей радиации $\lambda_0=0,1-0,5$, составляющих условия к прогнозированию боевых действий, может составить до 70%.

Список литературы

1. Воздействие ионизирующей радиации в чрезвычайных обстоятельствах. Рекомендации Национального комитета США по радиационной защите: пер. с англ. под ред. А.А. Моисеева. – М.: Государственное издательство литературы по атомной науке и технике Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР, 1963. – 90 с.
2. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита: учебн. / С.А. Куценко, Н.В. Бутомо, А.Н. Гребенюк и др.; под ред. С.А. Куценко. – СПб: ФОЛИАНТ, 2004. – 528 с.
3. Guidance for establishing crisis standards of care for use in disaster situations: A letter report”, Institute of Medicine, National Academies of Science, Washington, D.C., 2009.
4. Хоруженко А.Ф. Комбинированные радиационные поражения при чрезвычайных ситуациях мирного и

военного времени / А.Ф. Хоруженко // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2014. – Т. 4. – Вып. № 1. – С. 310-323.

5. Рекомендации по оценке последствий воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на личный состав войск, сил флота, формирований гражданской обороны и населения. – М.: Приказ МО СССР № 310. – 1983. – 43 с.

6. Инструкция по диагностике, медицинской сортировке и лечению острых радиационных поражений. – М.: Минздрав СССР, 1977. – 29 с.

7. Клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи пострадавшим от воздействия ионизирующего излучения в чрезвычайных ситуациях. – М.: МЗ РФ. – 2013. – 72 с.

8. Основы радиобиологии и радиационной медицины: учеб. пособ. / А.Н. Гребенюк, О.Ю. Стрелова, В.И. Лезега, Е.Н. Степанова. – СПб.: ФОЛИАНТ, 2012. – 232 с.

9. Василенко И.Я. Ядерное оружие нового поколения и его радиационно-гигиенические аспекты / И.Я. Василенко, О.И. Василенко // Бюллетень по атомной энергии. – 2004. – № 1. – С. 60-62.

10. Левшин В.И. О применении ядерного оружия для дезэскалации военных действий / В.И. Левшин, А.В. Неделин, М.Е. Сосновский // Военная мысль. – 1999. – №3 (5-6). – С. 34-37.

11. Белоус В. Тактическое оружие в новых геополитических условиях / В. Белоус // Ядерный контроль. – 1996. – № 14. – С. 2-7.

12. Нейтронное оружие и характер его воздействия. Гражданская оборона. – 1977. – Вып. 6. – 98 с.

13. Соков Н. Тактическое ядерное оружие: новые геополитические реальности или старые ошибки / Н. Соков // Ядерный Контроль – 1997. – № 26.

14. Чернявский И.Ю. Оценка степени радиационного поражения путём прогнозирования дозовых нагрузок за данными датчика боеспособности / И.Ю. Чернявский, В.В. Маруценко, А.В. Матыкин // Системи озброєння і військова техніка: науково-технічний журнал. – Х.: ХУПС, 2016. – №1(45). – С. 125-133.

15. Чернявский И.Ю. Анализ условий для создания системы выявления и оценки уровня радиационной безопасности жизнедеятельности населения при чрезвычайных ситуациях военного характера / И.Ю. Чернявский, В.В. Тютюник, В.Д. Калугин // Збірка наукових праць. – Х.: НУЦЗУ, 2016. – Вип. 23. – С. 168-185.

16. Чернявский И.Ю. Войсковая дозиметрия как система выявления и оценки радиационной обстановки / И.Ю. Чернявский // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХУПС. – 2015. – №4 (21). – С. 126-133.

Поступила в редколлегию 4.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф., О.В. Стаховский, Факультет военной подготовки НТУ «ХПИ», Харьков.

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ ОБСТАНОВКИ В УМОВАХ ВПЛИВУ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРУ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ

І.Ю. Чернявський, С.А. Писарєв, В.Б. Матикін

Робота присвячена питанням моделювання та оцінки достовірності вірного функціонування системи виявлення та оцінки обстановки в умовах впливу радіаційного фактору воєнного характеру. Аналізується критерії оцінки важкості радіаційного ураження населення, повнота та якість медичного сортування постраждалих в умовах невизначеності характеру та особливостей впливу гамма-нейтронного випромінювання проникаючої радіації. Показано, що наявність реєстратору параметрів середі дозволяє підтримувати достовірність вірного функціонування системи виявлення та оцінки обстановки у заданих межах.

Ключові слова: радіаційний фактор, реєстратор параметрів середі, достовірність вірного функціонування.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE SYSTEM FOR DETECTING AND ASSESSING THE SITUATION UNDER THE INFLUENCE OF A MILITARY RADIATION FACTOR

I. Cherniavskiy, S. Pysarev, V. Matykin

The work is devoted to the issues of modeling and evaluation of the reliability of the correct functioning of the system for identifying and assessing the situation under the influence of a military radiation factor. In this article is analyzed the criteria for assessing the severity of radiation damage to the population, the completeness and quality of medical sorting of victims under conditions of uncertainty in the nature and characteristics of the effects of gamma-neutron radiation from penetrating radiation. It is shown that the presence of the environmental parameters registrar allows to maintain the reliability of the correct functioning of the system for identifying and assessing the situation within the specified limits.

Keywords: Reliability of correct functioning, environmental parameters registrar, gamma-neutron flux of penetrating radiation.