

УДК 502.55:621.039.7

И.Ю. Чернявский¹, к.т.н., доц.,**О.Ю. Чернявский¹**,**З.В. Билык¹**, к.т.н., доц.,**А.Н. Шаповал²**,**В.В. Тютюник³**, д.т.н., с.н.с¹Военный институт танковых войск НТУ «ХПИ», г. Харьков, Украина²Национальная академия Национальной гвардии Украины, г. Харьков, Украина³Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков, Украина

ОСНОВЫ ОЦЕНКИ НЕРАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ В СИСТЕМЕ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ВОЕННОГО ХАРАКТЕРА

В работе анализируются информационно-логические связи между параметрами ядерного взрыва, параметрами среды и критериями поражения нерадиационных факторов. Выявляются закономерности в методологии оценки избыточного давления и светового импульса для боеприпасов различного типа. Обосновывается возможность оперативной оценки радиусов зон поражения ударной волны и светового излучения ядерного взрыва на основе анализа спектральных характеристик нейтронной компоненты проникающей радиации.

Ключевые слова: нерадиационные факторы, система радиационного мониторинга, нейтронное излучение проникающей радиации, чрезвычайные ситуации военного характера

Постановка проблемы. Анализ последних исследований и публикаций

Глобальная обеспокоенность по поводу ядерного оружия находится на самом высоком уровне после окончания холодной войны. Снижение порога его применимости за счет тактических боеприпасов и отсутствия эффективной системы гражданской защиты в государстве делают вопросы оперативной и достоверной оценки поражения населения особо актуальными в данных условиях. К особенностям воздействия атомных бомбардировок японских городов в 1945 году в литературе относят:

– мгновенность реализации основной части энергии взрыва (на ударную волну пришлось 50%, на тепловое излучение – 35% и на ионизирующее излучение – 15%);

– наличие нейтронного излучения. По данным [1] в Хиросиме в радиусе 500 м от эпицентра взрыва доза мгновенного излучения составила 35 Гр от гамма-излучения и 6,04 Гр от нейтронов, а уже на расстоянии 2 км - 0,07 Гр и 0 Гр соответственно. Установлено, что из-за конструктивных особенностей ядерных боеприпасов нейтронный компонент в Хиросиме превышал таковой в Нагасаки. В результате умерших в первый день по данным [2] в Хиросиме составило 45 тыс. (70,3%), в Нагасаки – 22 тыс. (56,4%), умерших после первого дня – 19 тыс. (29,7%) и 17 тыс. (43,6%) соответственно;

– незнание пострадавших о ядерном характере взрыва.

Кроме того, доминирования того или иного поражающего фактора определяет особенности комбинированного поражения населения на заданном расстоянии от центра взрыва. При ядерном взрыве у людей могут возникать изолированные поражения, получаемые от одного фактора, и комбинированные, которые развиваются в результате одновременного или последовательного воздействия 2-3 различных поражающих факторов. Так, в результате атомных бомбардировок

японских городов [2, 3] из 100 тысяч оставшихся в живых к двухсотому дню пострадавших в 35% случаев наблюдались радиационно-механические или радиационно-термические травмы. В 5% – поражения, вызванные одновременно тремя факторами взрыва – световым излучением (СИ), ударной волной (УВ) и проникающей радиацией (ПР). В радиусе 1 км от эпицентра взрыва, где частота смертельных исходов превысила 90%, число пострадавших с комбинированным радиационным поражением составило почти 70%, а на расстоянии 2 км – около 50%.

В современных условиях, проблема комплексной оценки очага ядерного поражения также связана с отсутствием информации о типе ядерного боеприпаса, определяющая особенности перераспределения выделяемой энергии между поражающими факторами ядерного взрыва данной мощности и вида взрыва [4-9]. А отсутствие в настоящее время эффективных войсковых методов засечки взрывов малых и сверхмалых калибров нейтронных боеприпасов [10] делает вопросы корректной оценки воздействия поражающих факторов на население особо актуальными в современных условиях.

В работах [11,12] предлагается система радиационного мониторинга на основе регистрации «необходимых и достаточных» параметров ядерного взрыва, параметров среды и объекта. Для построения таких систем пока не рассмотрены в достаточной мере информационно-логические связи между регистрируемыми параметрами ядерного взрыва данного типа, параметрами среды и критериями поражения нерадиационных факторов. Не проанализированы закономерности в методологии оценки избыточного давления ударной волны и светового импульса для боеприпасов различного типа, которые должны лечь в основу математических моделей создаваемых систем радиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций военного характера. Данные исследования приобретают особую важность и, с нашей точки зрения, требуют детальной проработки в интересах как штабов аварийно-спасательных бригад, так и в интересах медицины катастроф.

Постановка задачи

Целью данной работы является на основе декомпозиции известных в открытой литературе полуэмпирических зависимостей выявить информационно-логические связи между необходимыми для регистрации системой радиационного мониторинга параметрами ядерного взрыва, параметрами среды и характеристиками нерадиационных факторов, определяющих комбинированное радиационное поражение населения.

Изложение основного материала

Проведенный анализ открытой литературы [4-9,13,14] показывает, что параметры воздушной ударной волны ΔP_{ϕ} , кгс/см² на расстоянии R , м от центра взрыва мощностью q , т в однородной безграничной атмосфере с достаточной для практических расчетов точностью могут быть определены полиномом:

$$\Delta P_{\phi}(R) = 7 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{1/3} + 1,5 \cdot 10^2 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{2/3} + 3 \cdot 10^3 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{3/3} \quad (1)$$

Так как при наземном взрыве, энергия которого, в отличие от взрыва в однородной безграничной атмосфере, распространяется в полупространстве и часть энергии расходуется на образование воронки и сейсмозрывных волн в грунте (на испарение грунта), то выражение для избыточного давления целесообразно записать в виде:

$$\Delta P_{\phi}(R) = 8,8 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{1/3} + 2,4 \cdot 10^2 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{2/3} + 6 \cdot 10^3 \left(\frac{q}{R^3} \right)^{3/3} \quad (2)$$

Выражение (2) справедливо в диапазоне давлений от сотых долей атмосферы до сотен атмосфер. Параметры ударной волны при взрывах другой мощности определяют на основании закона подобия, изложенного в работах [4-9]. Кроме того, в литературе исследовано влияние на параметры воздушной ударной волны ядерного взрыва у поверхности Земли, оказывающие: метеорологические условия, рельеф местности, отдельные объекты, встречающиеся на пути ее распространения, и городская застройка. Приведенные выражения являются полумпирическими и не отражают особенностей вида и типа ядерного взрыва, которые позволили бы их использовать в математических моделях системы радиационного мониторинга. Универсальным выражением в оценке поражающего действия избыточным давлением во фронте ударной волны, позволяющее учитывать особенности выделения энергии и распространения ее в среде, является зависимость на основе обобщения большого экспериментального материала по обычным и ядерным взрывам академиком М.А. Садовским:

$$\Delta P_{\phi}(R) = 0,84 \left(\frac{q_{\text{ыв}}}{R} \right)^{1/3} \left(\frac{\rho_H}{\rho_0} \right)^{2/3} + 2,7 \left(\frac{q_{\text{ыв}}}{R^2} \right)^{2/3} \left(\frac{\rho_H}{\rho_0} \right)^{1/3} + 7 \frac{q_{\text{ыв}}}{R^3} \quad (3)$$

где ρ_0 и ρ_H – давления невозмущенного воздуха соответственно у поверхности Земли и на высоте взрыва H . Величина R в м характеризует расстояние от центра взрыва до точки пространства, в которой определяется избыточное давление в кг/см². Входящая в выражение (3) величина $q_{\text{ыв}}$ в кг (тротилевый эквивалент ядерного взрыва по ударной волне) зависит от мощности и высоты ЯВ. При взрыве в нижних слоях атмосферы $q_{\text{ыв}}=0,5q$. Это равенство отражает тот физический факт, что при взрыве тротила в приземных слоях воздуха на формирование ударной волны идет примерно 70% всей выделившейся энергии, а при взрыве ядерных зарядов лишь порядка 35%. Анализ показывает, что с увеличением высоты взрыва доля энергии, идущая на ударную волну, уменьшается, так как до отрыва ударной волны от огненного шара значительная часть энергии взрыва успевает уйти в пространство в форме светового излучения. В интервале высот $0 < H \leq 80$ км $q_{\text{ыв}}$ изменяется от $0,5q$ до $0,08q$. Для наземных взрывов ($\bar{H} \leq 3\text{ м/т}^{1/3}$) в выражении (3) будет более корректным, если принимать $q_{\text{ыв}}=0,5q$, так как вследствие малых потерь энергии взрыва на деформацию и выброс грунта и наличия полусферической формы волны плотность энергии в ней практически оказывается в 2 раза больше, чем в ударной волне воздушного взрыва той же мощности.

Количество энергии светового излучения, падающее за все время излучения на единицу площади неподвижной и неэкранированной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению на взрыв, без учета отраженного излучения в литературе [4-9] принято оценивать световым импульсом U_c . Он зависит от мощности q и высоты взрыва H , расстояния от центра взрыва R и метеорологических условий (степени ослабления излучения в атмосфере k), а при наземных и низких воздушных взрывах также и от направления распространения излучения:

$$U_c(R) = 8 \cdot 10^{-3} k_q \frac{q}{R^2} C_e e^{-kR} \quad (4)$$

где k_q – энергетический коэффициент светового излучения, показывающий отношение энергии светового излучения к полной энергии взрыва. Для взрывов до 25 км можно принять $k_q=0,55q^{-0,05}$ (при наземных и воздушных взрывах мощностью от 1 кг до 1 Мт целесообразно принимать $k_q=0,35$). Рост k_q с высотой продолжается до высот порядка 30 км, далее он начинает уменьшаться. Это связано тем, что на больших высотах яркостная температура светящейся поверхности выше, а это приводит к увеличению относительной доли ультрафиолетового излучения, сильнее поглощается в воздухе;

k – коэффициент ослабления зависит от состояния атмосферы и высоты взрыва. Данный показатель определяется дальностью метеорологической видимости, то есть максимальное расстояние различимости темных предметов на фоне неба. В литературе [7] коэффициент ослабления оценивается: чистый воздух – 0,01-0,04; слабая дымка – 0,10-0,20; задымленный воздух – 0,3; туман – 2. С увеличением высоты взрыва k уменьшается пропорционально величине ρ_H/ρ_0 ;

C_z – геометрический коэффициент, учитывающий искажение формы светящейся области и экранирование ее пылевым облаком. Значения данного коэффициента для наземных взрывов, в зависимости от угла между горизонталью и направлением от эпицентра взрыва на объект, лежит в пределах от 0,3 до 1,3. При низких воздушных взрывах для объектов, расположенных на поверхности земли, $C_z=0,86$ (для других случаев $C_z=1$).

Степень ожога зависит не только от величины действующего на кожу светового импульса (кал/см²), но и от его длительности (мощности ЯВ). Анализ показывает, что для боеприпасов малого калибра 10³ т оценку термического поражения на расстояниях свыше 1,8 км проводить нецелесообразно. Для наземных взрывов световой импульс в зоне запыления целесообразно определять по выражению (4), умножая полученное значение на коэффициент пропускания светового излучения пылью D_n :

$$D_n = 0,16 + 0,014 \frac{R}{\sqrt[3]{q}} \quad (5)$$

Вне зоны запыления, а также при взрывах над сплошным снежным покровом или водной поверхностью, $D_n=1$.

Проведенный анализ соотношений (3-5), описывающих пространственное распределения нерадиационных факторов ЯВ, не выявил особенности учета типа ядерного боеприпаса (ЯБП). Несмотря на это, принято считать, что радиус зоны поражения ударной волной нейтронного боеприпаса меньше, чем при взрыве атомного боеприпаса той же мощности. В то же время, в [15] для определения расстояния от эпицентра взрыва нейтронного боеприпаса, соответствующего заданному значению избыточного давления ΔP_ϕ или ΔP_ϕ на заданном расстоянии от эпицентра взрыва, предлагается в качестве расчетной брать мощность взрыва $q_{yb}=0,75q_n$, где q_n – мощность взрыва нейтронного боеприпаса. Аналогичный подход предлагается при расчетах параметра светового излучения на различных расстояниях от центра взрыва нейтронного боеприпаса ($q=0,75q_n$). На наш взгляд, введенный ориентировочный коэффициент 0,75 отражает ожидаемое распределение выделяемой энергии, которое, в свою очередь, зависит от соотношения синтеза с делением в данном типе ядерного боеприпаса (табл.1).

В связи с тем, что такое распределение высвобождающейся энергии зависит от конструктивных особенностей боеприпасов, в литературе указаны лишь ориентировочные значения. Данная неопределенность, возможно, и определяет погрешности в существующих оценках приведенных зон поражения различными факторами ядерного взрыва.

Таблица 1

Распределение энергии, высвобождающейся при взрыве атомного и нейтронного боеприпасов [цит. по 16]

тип боеприпаса	мощность	синтез/деление ядер, %	ударная волна, %	световое излучение, %	проникающая радиация, %	радиоактивное заражение, %
атомный	~1 кт	0:100	40-50	30-40	4-5	15
нейтронные: боеголовки ракеты «Lance» ближнего радиуса действия (W82 Mod 3)	<1 кт	40:60	40	25	30	5
	≥1 кт		-	-	-	-
боеголовки для 203-мм артиллерийского снаряда (W79 Mod 0)	<1 кт	50:50	-	-	-	-
	1 кт	70-75:25-30	≤ 40	≤ 25	40	≤ 5
	2 кт					
боеголовки для 155-мм артиллерийского снаряда (W82 Mod 0)	<1 кт	50:50	-	-	-	-
«чистое» термоядерное оружие (теоретически возможное)	<10 кт	100:0	-	~10	~90	-

Проведенная нами оценка радиусов зон поражения ударной волной и проникающей радиации открыто расположенного населения для нейтронного боеприпаса различной мощности (рис. 1) показывает, что при мощностях взрыва от 0,01 до 0,1 (боеприпасы сверхмалого калибра) поражающим действием избыточного давления ударной волны можно пренебречь (до 100 м от центра взрыва). При мощности взрыва нейтронного боеприпаса в 1 кт разница в зонах поражения может составить до 2,5 раз.

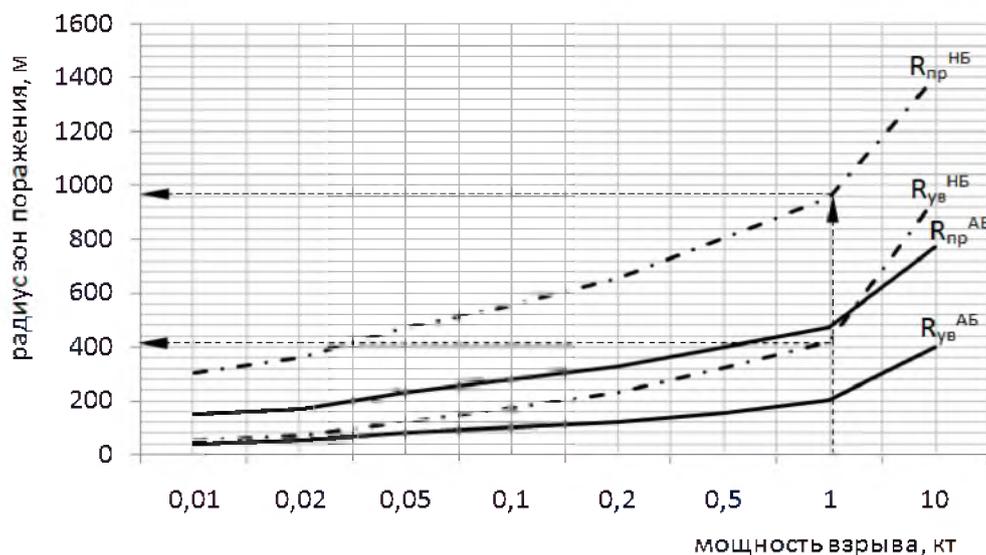


Рис. 1. Зависимость радиусов зон поражения проникающей радиации ($D=50$ Гр) и ударной волны ($\Delta P_{\phi}=0,5$ кг/см²) открыто расположенного населения боеприпасов различного типа (атомный – АБ; нейтронный – НБ) от мощности взрыва

На основании приведенных выше выражений, а также результатов работ, связанных с оценкой поглощенных доз гамма-нейтронного излучения проникающей радиации [13,14], нами был проведен сравнительный анализ (табл.2) действия радиационного и нерадиационного факторов ядерного взрыва для различных условий. Для летних условий, для метеорологической дальности видимости 2-4 км (очень слабая дымка), для высот 150, 450 и 3000 м были рассчитаны радиусы действия НБ мощностью 1 кт и АБ мощностью 1 и 10 кт. Для оценки действия проникающей радиации были выбраны дозы, используемые в сухопутных войсках США:

- 80 Гр – потеря дееспособности, наступающая в течение 5 минут, и смерть не позднее, чем через два дня;
- 30 Гр – потеря дееспособности, наступающая в течение 5 минут и продолжающаяся 35-40 минут. Несмотря на полный покой, наступают функциональные расстройства, которые не прекращаются до самой смерти, которая наступает через четыре-шесть дней;
- 6,5 Гр – функциональные расстройства, появляющиеся в течение двух часов. При соответствующей врачебной помощи часть пораженных может остаться в живых.

Пять величин избыточного давления во фронте ударной волны соответствуют четырем степеням поражения [4]: крайне тяжелые травмы (>1 кг/см²); тяжелые контузии и травмы (0,6-1 кг/см²); поражения средней тяжести (0,4-0,6 кг/см²); легкие поражения (0,2-0,4 кг/см²), а, также, поражение обломками зданий, осколками стекол (0,02 кг/см²). Четыре величины светового импульса соответствуют четырем степеням термического поражения открытых участков тела (по мере снижения степени ожогов) [4]. Анализ полученных данных подтверждает утверждение [4-9], что НБ мощностью 1 кт эквивалентен АБ мощностью 10 кт. Корреляция полученных данных с экспериментальными данными справочной литературы [15] говорит о приемлемой точности приведенных выражений для разработки на их основе математических моделей системы радиационного мониторинга. При «чистом» радиационном поражении от проникающей радиации НБ в дозах, приводящих к мгновенному выходу из строя (80 и 30 Гр) со 100% летальным исходом, оценка нерадиационных факторов нивелируется.

Таблиця 2

Сравнительный анализ значений радиусов приведенных зон (км) поражающего действия радиационного и нерадиационных факторов ядерного взрыва нейтронного (НБ) и атомного (АБ) боеприпасов

Тип ЯБП	H, м	Поглощенная доза гамма-нейтронного излучения ПР, Гр			Избыточное давление, кг/см ²					Световой импульс, кал/см ²			
		80	30	6,5	>1	0,6-1	0,4-0,6	0,2-0,4	0,02	>8- >12	8-12	4-9	2,4-4,8
НБ 1кг	150 м	0,76	0,91	1,22	0,14	0,21	0,27	0,39	0,97	0,15	0,36	0,42	0,63
АБ 1кг		0,39	0,48	0,76	0,19	0,28	0,37	0,53	1,3	0,21	0,48	0,57	0,84
АБ 10 кг		0,76	0,91	1,22	0,4	0,59	0,8	1,13	2,8	0,62	1,4	1,5	2,2
НБ 1кг	450 м	0,76	0,91	1,22	0,12	0,21	0,28	0,41	1,03	0,15	0,37	0,45	0,67
АБ 1кг		0	0,30	0,58	0,17	0,29	0,38	0,55	1,38	0,21	0,5	0,6	0,9
АБ 10 кг		0,76	0,91	1,22	0,37	0,61	0,82	1,17	2,97	0,64	1,4	1,6	2,3
НБ 1кг	3000 м	0,30	0,61	1,07	0,07	0,07	0,18	0,36	1,23	0	0,30	0,39	0,64
АБ 1кг		0	0	0	0,11	0,11	0,24	0,49	1,65	0	0,41	0,53	0,86
АБ 10 кг		0,30	0,61	1,07	0,24	0,23	0,52	1,06	3,55	0,12	1,3	1,6	2,3

Особую актуальность достоверной (медицинской) сортировки пострадавших приобретают районы с поглощенной дозой гамма-нейтронного излучения ниже 6,5 Гр, где исход поражения во многом зависит от особенностей нерадиационного поражения населения. Оценка комбинированного поражения с выявлением ведущего поражающего фактора ЯВ имеет смысл при всех возможных ситуациях, если учитывается тип ядерного боеприпаса.

Тип ядерного боеприпаса можно определять на основании анализа мощности ядерного взрыва и спектра нейтронов проникающей радиации. В работе [17] представлен спектр нейтронов, возникающих при взрыве термоядерного боеприпаса, действующего по принципу деление-синтез-деление, без учета замедления нейтронов внутри материала бомбы. Он состоит из трех основных компонентов: нейтронов деления с наиболее вероятной энергией около 800 кэВ, нейтронов, возникающих в результате неупругого рассеивания нейтронов с энергией 14 МэВ, с наиболее вероятной энергией – около 4 МэВ и нейтронов с энергией 14 МэВ. Соотношение между различными группами нейтронов может значительно изменяться в зависимости от доли мощности в энергетическом балансе взрыва, приходящееся на деление и на термо-ядерные реакции (табл. 1), а также конструкции ЯБП. На основании данных, приведенных в работах [17,18,19], для равновесных зон (т.е для расстояний от центра взрыва, где спектр излучения меняется незначительно) нами смоделированы (рис.2) гипотетические спектры нейтронного излучения проникающей радиации для различных типов ЯБП, необходимые для анализа в системе радиационного мониторинга.

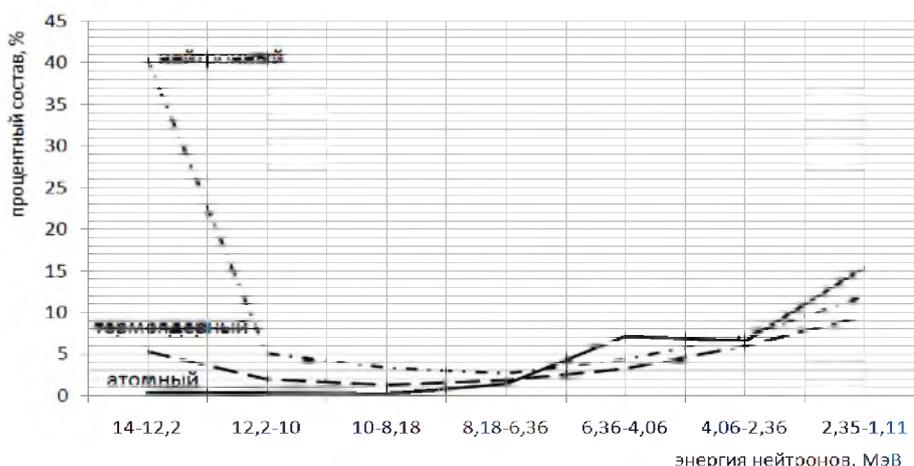


Рис. 2. Спектральное распределение нейтронного излучения

Анализ смоделированных спектров показывает, что даже с учетом «охлаждения» быстрых нейтронов при распространении в пространстве отличительным маркером нейтронных боеприпасов, действующих по принципу деления-синтез, является значительное преобладание нейтронов с энергией 14 МэВ. Применяя системно-информационный анализ, изложенный в работе [20], обобщая проанализированный выше материал по особенностям расчета как светового импульса, так и избыточного давления во фронте ударной волны на заданных расстояниях от центра взрыва различного вида (мощности) и параметров среды распространения, проведем декомпозицию задачи общей оценки параметров нерадиационных факторов ЯВ, характерных в очагах ядерного поражения (рис.3).

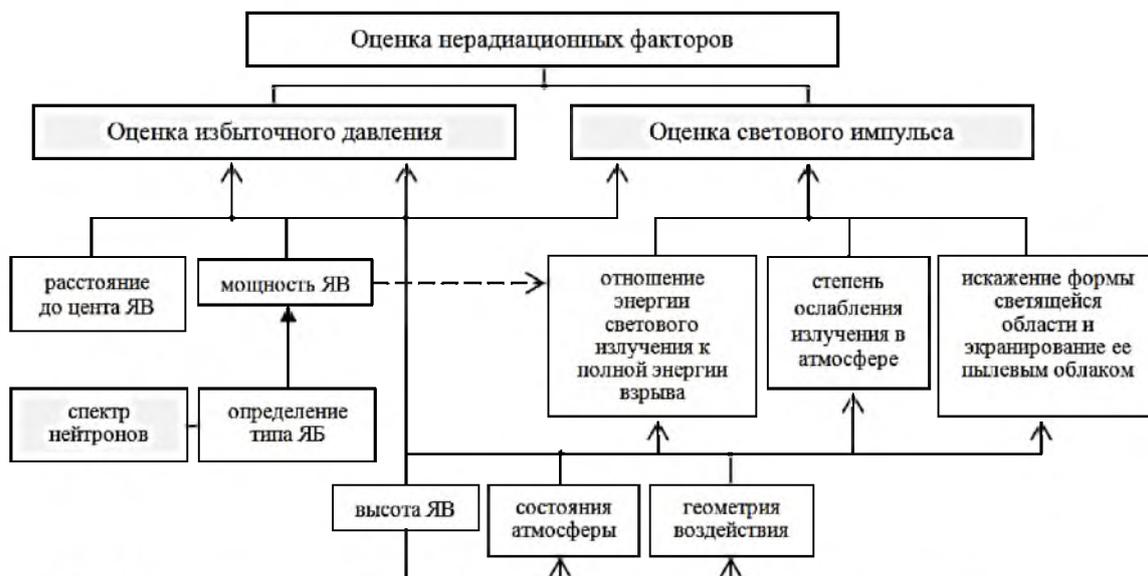


Рис. 3. Декомпозиция задачи учёта необходимых и достаточных параметров оценки нерадиационных факторов ЯВ

В проведенной декомпозиции определение такого параметра как высота ЯВ обеспечивает при оценках нерадиационных факторов учет не только метеорологических характеристик атмосферы (состояние атмосферы), но вида ядерного взрыва.

Таким образом, обоснованы необходимые и достаточные параметры для оценки нерадиационных факторов ЯВ в системе радиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций военного времени. Основным функциональным узлом, определяющим точность производимых оценок в системе радиационного мониторинга, целесообразно считать узел, регистрирующий спектр нейтронного излучения проникающей радиации.

Выводы

1. Проведен анализ полуэмпирических выражений, описывающих пространственное распределение нерадиационных факторов поражения ядерных взрывов различного вида, мощности и типа ядерного боеприпаса. Погрешности в существующих оценках приведенных зон поражения связаны с особенностями распределения высвобождающейся энергии ядерного взрыва и зависят от конструктивных особенностей ядерного боеприпаса.

2. Оценка радиусов зон поражения ударной волной и проникающей радиации открыто расположенного населения для нейтронного боеприпаса различной мощности показывает, что для боеприпасов сверхмалого калибра поражающим действием светового излучения и избыточного давления ударной волны можно пренебречь. При мощности взрыва нейтронного боеприпаса в 1 кт разница в зонах поражения проникающей радиации и ударной волны может составить до 2,5 раз. При «чистом» радиационном поражении от проникающей радиации нейтронного боеприпаса в дозах, приводящих к мгновенному выходу из строя со 100% летальным исходом, оценка нерадиационных факторов нивелируется.

3. Особую актуальность достоверной сортировки пострадавших приобретают районы с поглощенной дозой гамма-нейтронного излучения ниже 6,5 Гр, где исход поражения во многом зависит от особенностей нерадиационного поражения населения и своевременности оказания медицинской помощи. Установлено, что точная оценка приведенных зон комбинированного поражения возможна лишь на основе идентификации типа ядерного боеприпаса, анализируя мощность взрыва и спектральные характеристики нейтронной компоненты проникающей радиации.

4. Полученные информационно-логические связи между параметрами ядерного взрыва, параметрами среды и критериями поражения нерадиационных факторов позволяют определить корректную методологию построения системы радиационного мониторинга чрезвычайных ситуаций военного характера.

Список использованной литературы:

1. *A-Bomb Radiation Effects Digest*. - Токио: Bibcoch Co., Ltd, 1993.
2. Чазов Е.И., Ильин Л.А., Гуськова А.К. *Опасность ядерной войны: Точка зрения советских ученых-медиков/Издательство Агентства печати Новости*. –М.: 1982. – 61 с.
3. Хоруженко А.Ф. *Комбинированные радиационные поражения при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. Выпуск №1. Том 4., 2014 г. С. 310-323.*
4. *Защита от оружия массового поражения / Под.ред. В.В. Мясникова. — 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Воениздат, 1989. — 389 с.*
5. *Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник / Под редакцией Г.П. Демиденко. 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Вицашк. Головное изд-во, 1989. —287 с.*
6. *Действие ядерного взрыва/ Сборник переводов под редакцией С.С. Григоряна и Г. С. Шапиро. — М.: Изд «Мир», 1971. — 680 с.*
7. *Действие ядерного оружия: Пер. с англ. — М.: Воениздат, 1965. — 683 с.*
8. Иванов А.И., Рыбкин Г.И. *Поражающее действие ядерного взрыва. —М.: Военное издательство МО Союза ССР, 1960. — 378 с.*
9. Иванов А.И., Науменко И.А., Павлов М.П. *Ракетно-ядерное оружие и его поражающее действие. —М., Воениздат, 1971. —224с.*
10. Чернявский И.Ю., Григорьев А.Н., Билык З.В., Матыкин В.Б. *Применение кремниевых рп детекторов для регистрации параметров ядерного взрыва. Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. —Х Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. — №4(48). — С. 61–68*
11. 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: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. — №1(45). — С. 125-133.*
12. Чернявский И.Ю., Тютюник В.В., Калугин В.Д. *Анализ условий для создания системы выявления и оценки уровня радиационной безопасности жизнедеятельности населения при чрезвычайных ситуациях военного характера. Збірка наукових праць. Проблеми надзвичайних ситуацій. — Харків: НУЦЗУ, 2016. — Вип. 23. — С. 168-185.*
13. *Физика ядерного взрыва: Том 1. Развитие взрыва/ Министерство обороны Российской Федерации. Центральный физико-технический институт. —М.: Наука. Физматлит, 1997. —528 с.*
14. *Физика ядерного взрыва: Том 2. Действие взрыва/ Министерство обороны Российской Федерации. Центральный физико-технический институт. —М.: Наука. Физматлит, 1997. —256 с.*
15. *Справочник по поражающему действию ядерного оружия. Часть 1. Поражающее действие ядерных взрывов и оценка эффективности ядерных ударов. —М.: Военное издательство, 1986. — 608 с.*

16. Schmidt D., Stein V. *Wissenschaft und Fortschritt*, ГДР, 1983, №2, с.55-57.

17. Кухтевич В.И. и др. *Защита от проникающей радиации ядерного взрыва*. – М.: Атомиздат, – 1970. – 192 с.

18. Тарасенко Ю. Н. *Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения* – М.: Техносфера, 2013. – 264 с.

19. *Распространение ионизирующих излучений в воздухе* / Климанов В.А., Коновалов С.А., Кочанов В.А. и др. Под ред. В.И. Кухтевича и В.П. Машковича. – М.: Атомиздат, 1979 – 216 с.

20. Горский Ю.М. *Системно-информационный анализ процессов управления* / Ю.М. Горский. – М., 1988. – 322 с.

ОСНОВИ ОЦІНКИ НЕРАДІАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ У СИСТЕМІ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ

І.Ю. Чернявський, О.Ю. Чернявський, З.В. Білик, А.М. Шаповал, В.В. Тютюник

У роботі аналізуються інформаційно-логічні зв'язки між параметрами ядерного вибуху, параметрами середовища та критеріями ураження нерадіаційних факторів. Виявляються закономірності у методології оцінки надмірного тиску і світлового імпульсу для боєприпасів різного типу. Обґрунтовується можливість оперативної оцінки радіусів зон ураження ударної хвилі та світлового випромінювання ядерного вибуху на основі аналізу спектральних характеристик нейтронної компоненти проникаючої радіації.

Ключові слова: нерадіаційні фактори, система радіаційного моніторингу, нейтронне випромінювання проникаючої радіації, надзвичайні ситуації воєнного характеру.

BASES OF ASSESSMENT OF NONRADIATION FACTORS IN THE SYSTEM OF RADIATION MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS OF MILITARY NATURE

I. Cherniavskiy, O. Cherniavskiy, Z. Bilyk, A. Shapoval, V. Tyutyunyk

The work analyzes information-logical links between the parameters of a nuclear explosion, the parameters of the environment and the criteria for damaging nonradiative factors. Regularities in the methodology for estimating excess pressure and light pulse for munitions of various types are revealed. The possibility of an operative estimation of radius of shock-wave zones and light radiation of a nuclear explosion based on an analysis of the spectral characteristics of the neutron component of penetrating radiation is substantiated.

Keywords: nonradiative factors, radiation monitoring system, neutron radiation of penetrating radiation, emergencies of military nature