

**ВАРИАНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИКИ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАЗЕМНОЙ РАДИАЦИОННОЙ
ОБСТАНОВКИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ АВАРИЙНОЙ
СИТУАЦИИ НА АЭС**

Воробьёв Д. В.

*Институт пограничной службы Республики Беларусь, Минск,
Беларусь, wdwded@mail.ru*

Реферат. В настоящей статье представлен анализ основных прогнозных показателей аварий ситуации на АЭС, способных оказать влияние на оперативно-служебные (служебно-боевые) действия подразделений органов пограничной службы. Освещены вопросы оценки радиационной обстановки смоделированной аварийной ситуации на участке пограничной группы (пограничного отряда). Предложен ряд мероприятий по организации охраны государственной границы и обеспечению собственной радиационной безопасности военнослужащих и членов их семей в условиях радиологической чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: охрана государственной границы, радиологическая чрезвычайная ситуация, оценка радиационной обстановки, собственная радиационная безопасность.

Введение. На исходу прошлого века вместе с радиационными экспериментами, проводившимися в лабораториях и госпиталях, на испытательных полигонах начали исследовать воздействие поражающих факторов ядерных взрывов на большие контингенты военнослужащих.

Войсковые учения с применением ядерного оружия проводились в СССР дважды, а в США было проведено десять таких операций. По оценкам Министерства обороны США, в американских учениях было задействовано около 200 тысяч солдат и офицеров. В Советском Союзе в учениях участвовало более 40 тысяч военнослужащих.

На основании результатов исследований, которые были получены в ходе проведенных учений, для военных разрабатывались первые справочники по боевым свойствам и поражающему действию ядерного оружия.

Ранее в справочниках видов Вооруженных сил по оценке радиационной обстановки, выявлению радиационных потерь, описанию масштабов и степени заражения местности, следа движения радиоактивного облака, способов оценки и отображения наземной радиационной обстановки, как по данным прогноза, так и по данным радиационной разведки приводились расчеты лишь для ядерного оружия. Однако после катастрофы на Чернобыльской АЭС в методики начали включать вопросы выявления и оценки радиационной обстановки при разрушениях (авариях) ядерных реакторов на атомных электростанциях [6, 8].

Основная часть. К основным последствиям разрушений (аварий) на АЭС, которые могут оказать существенное влияние на оперативно-служебные (служебно-боевые) действия подразделений органов пограничной службы (далее – ОПС) следует отнести:

появление радиационных и психогенных потерь личного состава;

ограничение времени пребывания на загрязненной местности;

непроизвольные потери времени связанные с необходимостью укрытия личного состава на период прохождения радиоактивного облака;

увеличение времени подготовки вооружения и техники вследствие вынужденного использования личным составом средств индивидуальной и коллективной защиты.

Таким образом, в целях определения степени влияния радиоактивного загрязнения на действия подразделений ОПС, выбора и обоснования оптимальных режимов оперативно-служебной деятельности (далее – ОСД) ОПС на местности, загрязненной радиоактивными веществами, проводится оценка радиационной обстановки.

Под радиационной обстановкой в мирное время следует понимать условия, возникающие в результате аварий либо разрушений на радиационно опасных объектах, которые в свою очередь определяются масштабами и степенью радиоактивного заражения местности, воздушного пространства и различных объектов. Оценка радиационной обстановки проводится на основании прогнозирования, а также по данным радиационной разведки и дозиметрического контроля.

Для наиболее корректного проведения оценки радиационной обстановки рекомендуется использование следующих исходных данных:

донесений (докладов) о фактах аварий (разрушений) на радиационно опасных объектах;

характеристик энергетических установок АЭС (тип реактора, его энергетическая мощность, количество разрушенных реакторов, время аварии);

характеристик образовавшегося источника выброса (высота подъема радиоактивного облака, доля радиоактивных продуктов, поступивших в атмосферу, составляющая 3, 10, 30, 50 % от общей активности реактора на момент его останова или разрушения);

метеоданных в приземном слое воздуха на момент аварии либо разрушения (категории устойчивости атмосферы А – сильно неустойчивая (конвекция), Д – нейтральная (изотермия), F – очень устойчивая (инверсия), скорость ветра);

топографических особенностей местности, рельефа района аварии и трасс распространения радиоактивного облака (подстилающая поверхность);

информации об элементах общей обстановки (состав, положение, удаленность от объекта, характер оперативно-служебных действий подразделений);

информации о степени защищенности личного состава (обеспеченность средствами индивидуальной и коллективной защиты, обученность действиям в условиях радиоактивного загрязнения, ранее полученные личным составом дозы облучения).

Примером исходных данных для оценки последствий возможной аварии на АЭС применительно к подразделениям ТОПС могут быть:

1. Информация об АЭС:

тип ЯЭР – ВВЭР-1200;

суммарная электрическая мощность ЯЭР (W, МВт) – 1100 МВт;

количество разрушенных (аварийных) ЯЭР (n) – 2;

координаты АЭС (X° ш., Y° д.);

время разрушения (аварий) астрономическое ($T_{\text{разр}}$, ч, сут) – 6.00.

доля выброшенных РВ из ЯЭР (η , %) – 70 %;

2. Метеорологические характеристики:

Категория устойчивости атмосферы – сильно неустойчивая (конвекция).

скорость ветра на высоте 10 м (V_{10} , м/с) – 2 м/с;

направление ветра на высоте 10 м (град) – 20 град;

облачность – отсутствует.

3. Характер боевой деятельности подразделений, защищенность личного состава:

координаты расположения подразделения (X° ш., Y° д.);

время начала работы ($T_{\text{нач}}$, ч, сут) – 0,5 ч;

продолжительность пребывания личного состава в районе расположения (тпр, ч, сут) – п ч в зависимости от видов пограничных нарядов, характера служебной деятельности [1, 2].

Для расчетной модели выберем подразделения на направлении погк «N» ТОПС. Отклонение от оси следа подразделений: пуп – до 4 км, погз – до 3 км, международный ппр – до 10 км, другие подразделения – на оси следа.

Таблица 1 – Размеры прогнозируемых зон загрязнения местности (Lx, Ly) на следе облака при разрушении (аварии) АЭС, км

Категор. устойч. атмосфер. Уср, м/с	Тип реактора	Выход активности, %	Зоны загрязнения (длина-ширина)				
			М	А	Б	В	Г
А 2	ВВЭР-1000	50 и более	438– 111	123– 24,6	20,4– 3,73	8,87– 1,07	–

Дальнейшее моделирование проводится исходя из того, что разрушения защиты реактора будет очень сильным и процент выброса ядерного топлива в атмосферу $\geq 50\%$.

Расчет попадания подразделений под действия облака распространения продуктов распада ядерного топлива:

погк – зона Б; погз – зона А; пуп – зона А; ппр на ж/д станции – зона Б; международный ппр - зона М.

По табл. П 3.4 [6, 8, 10] определяется время начала формирования (t_{ϕ}) радиоактивного следа после аварии.

погк – 1,8 ч; погз – 2 ч; погз, погк для л/с непосредственно на государственной границе – 3 ч; ппр – 2,5; ппр на ж/д станции – 1,8 ч; международный ппр – 1,8 ч.

Далее определяем среднее значение коэффициента ослабления излучений Косл по формуле (1) [7] за все время пребывания личного состава с учетом того, что служба пограничных нарядов организована в абсолютном большинстве на открытом пространстве без использования средств защиты.

$$K_{осл}^{cp} = \frac{t_{np}}{\frac{t_1}{K_{осл\ 1}} + \frac{t_2}{K_{осл\ 2}} + \dots + \frac{t_i}{K_{осл\ i}}} \quad (1)$$

Расчет предлагается вести для военнослужащих вновь заступивших на охрану государственной границы тпр – 13 ч, для ппр на ж/д станции – 13 ч для автодорожных пуп, международного ппр – 13 ч. [10].

$K_{осл}^{cp}$: для л/с в здании погк, погз – 20; для л/с на государственной границе – 1; для л/с несущих службу ппр на ж/д станции – 10; для л/с несущих службу в автодорожных пуп, международном ппр – 1.

Далее по формуле (2) рассчитываем дозу облучения ($D_{мест, рад}$) от загрязненной местности для соответствующей зоны загрязнения:

$$D_{мест} = \frac{1}{K_{осл}^{cp}} D_{зоны} \cdot K_{зоны} \cdot K_{у.} \cdot K_{w}, \quad (2)$$

где $K_{зоны}$ – коэффициент, учитывающий неоднородность загрязнения местности в пределах зоны [6, 7];

K_w – коэффициент, учитывающий электрическую мощность ЯЭР (W), количество разрушенных реакторов (n) и долю РВ, выброшенных из ЯЭР (η) определяем по формуле 3 [6, 7, 10]:

$$K_w = 10^{-4} \cdot \eta \cdot n \cdot W \quad (3)$$

$K_{зоны}$ для л/с в здании погк, для л/с в ппр на ж/д станции – 1/1.7; для л/с в здании погз, на государственной границе назначаемых от погз, для л/с несущих службу в автодорожных пуп, международном ппр – 1/3.2.

Значения $D_{зоны}$ при условии открытого расположения личного состава в середине зоны для л/с несущих службу в автодорожных пуп, международном ппр, в ппр на ж/д станции, в здании погк, в здании погз, непосредственно на государственной границе на участке погз [6, 7, 10]:

Учитываем отклонения размещения подразделений от условной оси следа: погз – 3 км, ппр – 4 км, ппр – 15 км. Для погк, ппр на ж/д станции коэффициент отклонения – 1, так как подразделения находятся на оси следа.

$K_{у.}$ для личного состава несущего службу непосредственно на государственной границе определяем в границах следа до 10 км от оси. Далее, согласно расчетов, от оси следа $K_{у.}$ не учитывается.

Для расчета комплексного коэффициента, учитывающего электрическую мощность ЯЭР (W), количество разрушенных реакторов (n) и долю РВ, выброшенных из ЯЭР (η) используем расчетную формулу (3) [6, 7].

$$K_w = 10^{-4} \cdot \eta \cdot n \cdot W. \quad (3)$$

Итоговые значения имеют вид:

	Международный ппр	Ппр на ж/д станции	Погк	Погз	Непосредственно на государственной границе	Пуп
$D_{\text{месг, рад}}$	0,53	3,75	3,70	3,15	2,39	2,32
$K_{\text{сроел}}$	1	10^{-1}	20^{-1}	20^{-1}	1,2	1,1
$K_{\text{зоны}}$	3,2	$1,7^{-1}$	$1,7^{-1}$	3,3	3,2	3,3
K_y	1	0,58	1,1	0,85	0,57	0,54
$D_{\text{мест}}$	32,2	4,1	2,1	8,5	77	79,5

Определяем радиационные возможные потери личного состава [6, 7].

Заклучение. Таким образом выход из строя личного состава, членов их семей ввиду загрязнения воздуха, воды, поверхности земли согласно расчетов для группы подразделений, находящихся в непосредственной близости от АЭС не отмечается. Однако ввиду возможного проявления стохастических эффектов, не имеющих дозового порога возникновения, тяжесть проявления которых не зависит от дозы, исключать поражение личного состава, членов их семей продуктами распада ядерного топлива без выполнения требований собственной радиационной безопасности полностью нельзя [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10.04.2001 № 495 «О Государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций».
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.03.2018 № 211 «Об утверждении плана защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции (внешнего аварийного плана)».

3. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 02.10.2018 № 52 «Об утверждении норм и правил по обеспечению ядерной и радиационной безопасности».

4. Методика подготовки к реагированию на ядерные или радиационные аварии.: IAEA-TECDOC-953 / – Вена, Международное агентство по атомной энергии, 1998. – 37 с.

5. Общие инструкции оценки и реагирования на радиологические аварийные ситуации.: IAEA-TECDOC-1162/ – Вена: Международное агентство по атомной энергии, 2000. – 43 с.

6. Руководство по радиационной защите при авариях ядерных реакторов.: IAEA-TECDOC-955/ – Вена,: Международное агентство по атомной энергии, 1998. – 43 с.

7. Бугай, А. Н. Радиационная, химическая и биологическая защита. Методика оценки радиационной и химической обстановки : пособие / А. Н. Бугай. – Минск : ГУО «ИПС РБ», 2016. – 131 с.

8. Крупные радиационные аварии : последствия и защитные меры: монография / Р. М. Алексахин [и др.]; под общ. ред. Л.А. Ильина и В. А. Губанова. – М. : ИздАт, 2001. – 752 с.

9. О радиационной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 18 июня 2019 г., № 198-З // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

10. Воробьёв, Д. В. Прогнозирование радиационной обстановки на участке территориального органа пограничной службы // Д. В. Воробьёв // Актуальные аспекты совершенствования пограничной безопасности : материалы Межд. науч.-практ. конф., Алматы, 24 сент. 2021 г. / Пограничная академия КНБ Республики Казахстан; редкол.: Р. М. Алтынбеков [и др.]. – Алматы: РГУ «ПА КНБРК», 2021. – С. 67–74.