

*Сенчихин Ю.Н., канд. техн. наук, нач. фак., УГЗУ,  
Попов В.М., канд. техн. наук, проректор, УГЗУ,  
Ромин А.В., канд. техн. наук, зам. нач. фак., УГЗУ,  
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ МЕСТА И ПОВЕДЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНУЮ ДОЗУ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ ПРИ РАДИОАКТИВНОМ ЗАРАЖЕНИИ ТЕРРИТОРИИ**

(представлено д-ром техн. наук Туркиным И.Б.)

Проведены исследования влияния факторов места и поведения на эффективную дозу внешнего облучения работников лесного хозяйства и служащих сельской местности при восстановительной фазе аварии на атомной электростанции. Показаны некоторые пути снижения дозы облучения работников лесного хозяйства

**Постановка проблемы.** Для принятия обоснованных решений об уточнении комплекса мер, осуществляемых для возврата к условиям нормальной жизнедеятельности населения, на восстановительной фазе аварии на атомной электростанции осуществляется оценка эффективной дозы облучения населения за заданный промежуток времени [1-5]. При этом используются исходные данные, полученные в ходе радиационного мониторинга. Следует отметить, что, в отличие от открытой местности, при облучении населения в антропогенной среде (в статье речь пойдет о сельской местности) значительно меняются характеристики поля излучения. Учет этого при расчетах производится с помощью факторов места и поведения [5,6]. Факторы места  $L_j$  могут быть определены как отношение мощности дозы в точке  $j$  внутри населенного пункта (НП) или в его ареале, обусловленной техногенным гамма-излучением, к аналогичной величине над открытым целинным участком почвы. Фактор поведения зависит от времени года и представляет собой долю времени, в течение которого представители  $i$ -й группы населения находятся в  $j$ -й точке НП. В связи с тем, что вышеуказанные факторы подлежат учету при проведении

расчетов в условиях антропогенной среды, весьма актуальной представляется задача исследования их влияния на эффективную дозу внешнего облучения населения.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В ряде работ, посвященных рассматриваемым вопросам [1-5], как правило, используются усредненные оценки факторов поведения (без учета времени года), либо учет факторов места и поведения осуществляется путем введения так называемого обобщенного антропогенного фактора, что приводит к получению наиболее консервативных ожидаемых значений доз облучения рассматриваемой группы населения.

**Постановка задачи и ее решение.** Для проведения исследований базовую формулу расчета эффективной дозы внешнего облучения населения от подстилающей поверхности, предложенную в [6], запишем с учетом факторов места и поведения в следующем виде

$$E_{i,s} = K_i^E \cdot \sum_i L_j \cdot F_{ij} \cdot \sum_k \left( \frac{1}{\lambda_k} (1 - \exp(-\lambda_k \cdot T)) \right) \cdot e_s^k \cdot \sigma_s^k,$$

где  $K_{i,S}^E$  - коэффициент перехода от дозы в воздухе на высоте 1 м над подстилающей поверхностью к эффективной дозе для представителей  $i$  - ой группы населения, Зв/Гр;  $L_j$  - фактор места в  $i$  - й точке населенного пункта;  $F_{ij}$  - фактор поведения для  $i$  - й группы населения, находящейся в  $j$  - й точке НП;  $\lambda_k$  - постоянная радиоактивного распада  $k$ -го радионуклида,  $\text{ч}^{-1}$ ;  $T$  - интервал времени, для которого выполняется оценка, ч;  $e_s^k$  - дозовый коэффициент, определяемый как мощность поглощенной дозы  $k$ -го радионуклида на высоте 1 м от плоского изотермического источника, расположенного на границе воздух-земля, (Гр/ч)/(Бк/м<sup>2</sup>);  $\sigma_s^k$  - поверхностная активность  $k$  - го радионуклида на почве на момент измерений, Бк/м<sup>2</sup>.

В качестве групп населения рассмотрим работников лесного хозяйства (группа 1) и служащих (группа 2). Интервал рассматриваемого времени  $T = 2208$  часов (три летних месяца - июнь, июль, август). Основной дозообразующий радионуклид - Cs-137. Возможные места пребывания каждой группы населения и определенные для них факторы места и поведения следующие [6]: группа 1 -

одноэтажный кирпичный дом жилой зоны ( $L_1=0,4$ ;  $F_{11}=0,47$ ), дороги ( $L_2=0,75$ ;  $F_{12}=0,08$ ), участки вне помещений ( $L_3=0,80$ ;  $F_{13}=0,2$ ), одноэтажный деревянный дом рабочей зоны ( $L_4=0,2$ ;  $F_{14}=0,04$ ), лес ( $L_5=1$ ;  $F_{15}=0,21$ ); группа 2 - одноэтажный кирпичный дом жилой зоны ( $L_1=0,4$ ;  $F_{21}=0,42$ ), дороги ( $L_2=0,75$ ;  $F_{22}=0,04$ ), участки вне помещений ( $L_3=0,80$ ;  $F_{23}=0,20$ ); 1-й этаж трехэтажного административного здания рабочей зоны ( $L_6=0,2$ ;  $F_{26}=0,30$ ), рабочие дворы ( $L_7=0,75$ ;  $F_{27}=0,02$ ), зона отдыха (лес, луг) ( $L_8=1$ ;  $F_{28}=0,02$ ). Различия в факторах места и поведения для рассмотренных групп населения показаны в табл.1. Если фактор места или поведения характеризует ту или иную группу населения, то в столбике с ее названием ставится знак «+», в противном случае – «-».

**Таблица 1 – Факторы места и поведения, характеризующие работников лесного хозяйства и служащих сельской местности и учитываемые при расчете эффективной дозы внешнего облучения**

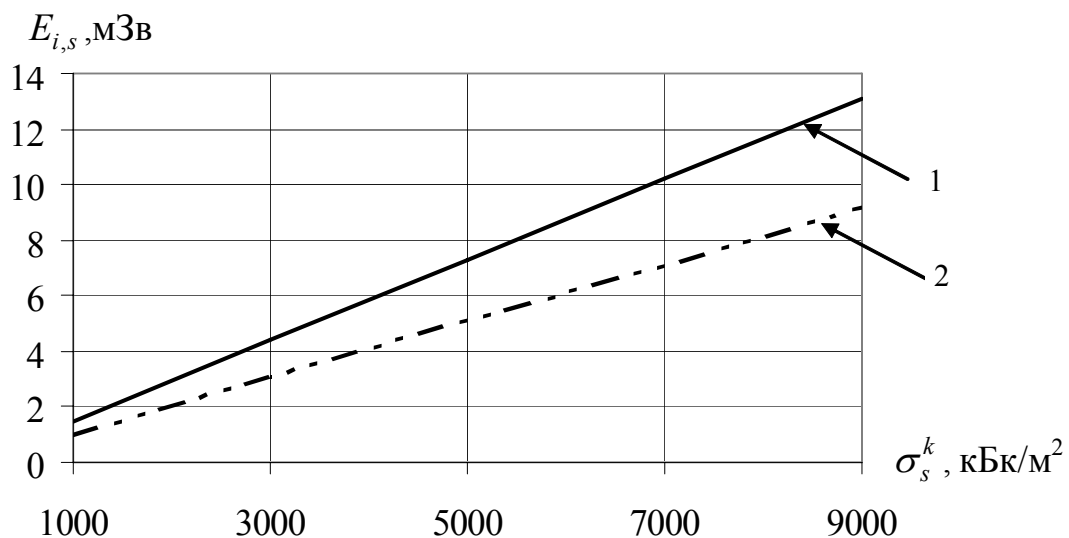
Факторы места	Работники лесного хозяйства	Служащие	Факторы поведения	Работники лесного хозяйства	Служащие
$L_1$	+	+	$F_{11}$	+	
$L_2$	+	+	$F_{12}$	+	
$L_3$	+	+	$F_{13}$	+	
$L_4$	+	+	$F_{14}$	+	
$L_5$	+	-	$F_{15}$	+	
$L_6$	-	+	$F_{21}$	-	+
$L_7$	-	+	$F_{22}$	-	+
$L_8$	-	+	$F_{23}$	-	+
			$F_{26}$	-	+
			$F_{27}$	-	+
			$F_{28}$	-	+

Из таблицы видно, что работники сельского хозяйства и служащие сельской местности характеризуются четырьмя общими факторами места ( $L_1, L_2, L_3, L_4$ ) и не имеют общих факторов по-

Исследование влияния факторов места и поведения на эффективную дозу внешнего облучения различных групп населения сельской местности при радиоактивном заражении территории

ведения. О том, как подобное различие в факторах сказывается на эффективной дозе внешнего облучения, можно судить по графикам, представленным на рис.1.

Из графиков видно, что на всем диапазоне изменения параметра  $\sigma_s^{Cs-137}$  работники лесного хозяйства получают большую дозу, чем служащие, причем с увеличением параметра  $\sigma_s^{Cs-137}$  различие в дозах между данными группами населения возрастает. Так, например, для рассмотренных исходных данных при  $\sigma_s^{Cs-137} = 1000$  кБк/м<sup>2</sup> работники лесного хозяйства получают дозу на 0,5 мЗв больше, чем служащие, а при  $\sigma_s^{Cs-137} = 9000$  кБк/м<sup>2</sup> – на 3,9 мЗв больше. Таким образом, ввиду меньшей защищенности от внешнего облучения, для работников лесного хозяйства целесообразно рассмотреть возможные пути снижения получаемой дозы облучения.



**Рис. 1 – График зависимости эффективной дозы внешнего облучения населения сельской местности от поверхностной активности радионуклида Cs-137 при радиоактивном заражении местности: 1 – работники лесного хозяйства; 2 – служащие**

Исходя из мест их пребывания в течение суток, можно заключить, что одним из путей снижения дозы облучения для этой категории населения может быть увеличение времени нахождения (увеличение значения фактора поведения) в местах с лучшей защитой от облучения (с меньшим значением фактора места). В качестве такого места можно выбрать одноэтажный дом рабочей

зоны. О том, насколько возможно уменьшить дозу облучения  $E_{i,s}$  за счет увеличения времени пребывания в указанном месте для различных значений параметра  $\sigma_s^{Cs-137}$  можно судить по графикам, приведенным на рис.2. Так, например, при увеличении времени нахождения в одноэтажном доме рабочей зоны  $t_{одрз}$  с 2-х часов до 5-ти при  $\sigma_s^{Cs-137} = 5000$  кБк/м<sup>2</sup> доза облучения уменьшается с 7,3 мЗв до 5,5 мЗв. При  $\sigma_s^{Cs-137} = 3000$  кБк/м<sup>2</sup> и  $\sigma_s^{Cs-137} = 1000$  кБк/м<sup>2</sup> данное уменьшение происходит соответственно с 4,4 мЗв до 3,3 мЗв и с 1,5 мЗв до 1,1 мЗв.

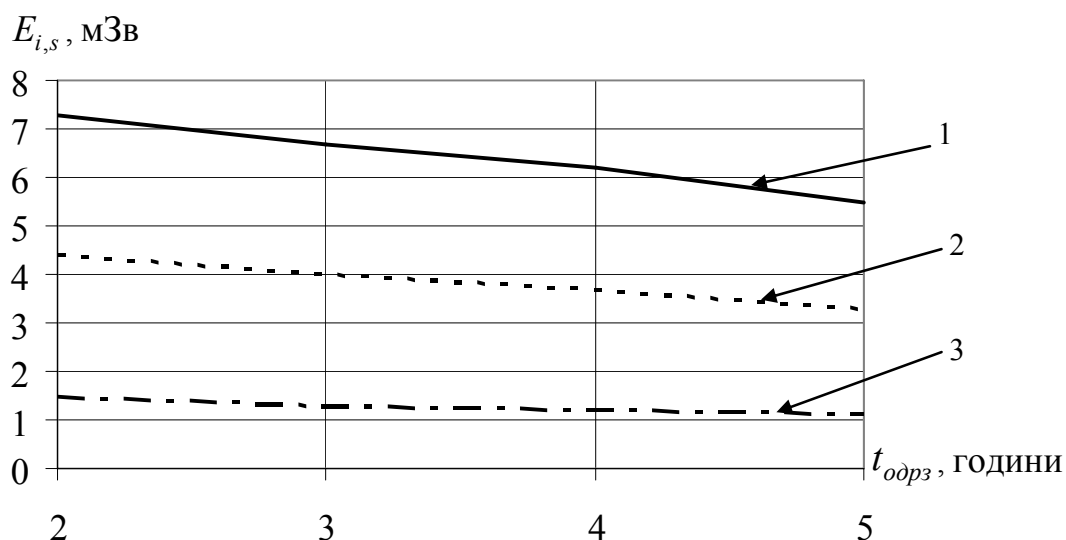


Рис. 2 – График зависимости эффективной дозы внешнего облучения работников лесного хозяйства сельской местности от времени нахождения в одноэтажном деревянном доме рабочей зоны для случая 6-ти часового рабочего дня: 1 - при  $\sigma_s^{Cs-137} = 5000$  кБк/м<sup>2</sup>; 2 -  $\sigma_s^{Cs-137} = 3000$  кБк/м<sup>2</sup>; 3 -  $\sigma_s^{Cs-137} = 1000$  кБк/м<sup>2</sup>

**Выводы.** Рассмотрено влияния факторов места и поведения на эффективную дозу внешнего облучения работников лесного хозяйства и служащих сельской местности при восстановительной фазе аварии на атомной электростанции. Показано, насколько возможно снизить данную дозу облучения для работников лесного хозяйства за счет увеличения времени их нахождения в одноэтажном деревянном доме рабочей зоны при 6-ти часовом рабочем

дне и различных значениях поверхностной активности дозообразующего радионуклида Cs-137.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К., 2003. – 135 с.
2. Інструктивно-методичні вказівки «Радіаційно-дозиметрична паспортизація населених пунктів території України, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС, включаючи тиреодозиметричну паспортизацію» (Методика-96). – К., 1996. – 74 с.
3. Инструктивно-методические указания «Реконструкция и прогноз доз облучения населения, проживающего на территориях Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС» (Методика-97). – К., 1998. - 79 с.
4. Загальнодозиметрична паспортизація населених пунктів України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії. Узагальнені дані за 2001-2004 рр. (Збірка 10). – К.: МНС України, НЦРМ України, ІРЗ АТН України, 2005. – 62 с.
5. Методические указания «Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС» (МУ 2.6.1.2003-05). – М., 2005. – 20 с.
6. Методические указания «Оперативная оценка доз облучения населения при радиоактивном загрязнении территории воздушным путем» (МУ 2.6.1.2153-06). – С-Пб.: ФГУН СПбНИИРГ, 2007. – 56 с.