

ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНАХ  
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Введение.* В результате аварии на Чернобыльской АЭС почти третья часть территории Могилевской области (примерно 10,38 тыс. км<sup>2</sup>) подверглась радиоактивному загрязнению <sup>137</sup>Cs с плотностью от 37,0 до 1480 кБк/м<sup>2</sup> (от 1,0 до 40 Ки/км<sup>2</sup>) и выше. Загрязнение земель <sup>90</sup>Sr имело локальный характер (менее 2% территории) и по плотности, в основном, не превышало 18,5 кБк/м<sup>2</sup> (0,5 Ки/км<sup>2</sup>). С наиболее загрязненных территорий области было отселено 174 населенных пункта [1].

Одной из важных задач, решаемых в после аварийный период, является снижение хронического облучения населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения. Согласно закону Республики Беларусь «О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС» основным показателем оценки территорий, где условия проживания и трудовая деятельность населения не требуют каких-либо ограничений, установлена средняя годовая эффективная доза облучения, которая не должна превышать 1,0 мЗв над уровнем естественного и техногенного радиационного фона (2,4 мЗв). Если доза облучения населения превышает 1,0 мЗв, проводятся защитные мероприятия. Если она находится в интервале от 1,0 мЗв до 0,1 мЗв, то защитные мероприятия не отменяются, но их объем и характер регламентируется [1, 2].

В результате естественного распада радионуклидов, плотность загрязнения почв постоянно снижается. Меняется и статус населенных пунктов в зонах радиоактивного загрязнения; они переходят в зону с менее «жесткими» условиями или выходят из зоны радиоактивного загрязнения.

В настоящее время на территории радиоактивного загрязнения Могилевской области еще остается около 700 населенных пунктов, где проживает свыше 110 тысяч человек. Большая часть населенных пунктов (603 н. п.) расположена в зоне проживания с периодическим радиационным контролем (плотность загрязнения <sup>137</sup>Cs от 37,0 до 185,0 кБк/м<sup>2</sup>), 92 н. п. – в зоне с правом на отселение (<sup>137</sup>Cs - от 185,0 до 555,0 кБк/м<sup>2</sup>) и только несколько осталось в зоне последующего отселения (<sup>137</sup>Cs - от 555,0 до 1480,0 кБк/м<sup>2</sup>). Основными критериями при отнесении к зоне радиоактивного загрязнения являются: плотность загрязнения почв радионуклидами (<sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr и <sup>238,239,240</sup>Pu) и величина средней годовой эффективной дозы облучения населения.

Дозы облучения населения, проживающего на территории радиоактивного загрязнения, обусловлены, в основном, содержанием <sup>137</sup>Cs в объектах окружающей среды и его поступлением в организм человека с продуктами питания. Вклад в годовую дозу облучения <sup>90</sup>Sr чаще всего не превышает 5%, а радионуклидов плутония – 1% [1, 3].

Постоянно проводимые защитные мероприятия, позволили существенно снизить уровни загрязнения <sup>137</sup>Cs сельскохозяйственной продукции личных подсобных хозяйств, улучшить качество жизни населения загрязненной территории и значительно уменьшить их дозовые нагрузки [1]. Тем не менее, одной из главных проблем обеспечения радиационной безопасности человека является корректная оценка доз облучения населения в разных зонах радиоактивного загрязнения.

Доза облучения, которая может быть сформирована у человека, представляет собой сумму доз внешнего и внутреннего облучения. Важную роль в оценке суммарной дозы облучения человека играет доза внутреннего облучения, обусловленная поступлением

радионуклидов в организм человека с продуктами питания местного произрастания и производства. Как показывают результаты исследований, дозы внутреннего облучения, несмотря на их снижение в целом, варьируют еще в широких пределах, что может быть, как следствием разнообразия радиэкологических и социально-демографических условий проживания населения, так и внутренних закономерностей поведения конкретных жителей и их пищевых привычек [3, 4, 5].

*Целью работы* была оценка безопасности проживания населения в условиях радиоактивного загрязнения на территории Могилевской области путем изучения доз облучения населения, проживающего в разных зонах радиоактивного загрязнения.

Информация о дозах облучения населения необходима для обоснования мер радиационной защиты и осуществления реабилитационных мероприятий на территории радиоактивного загрязнения, а также для прогноза изменения радиационной обстановки в результате естественных процессов и практической деятельности.

*Объекты и методы исследований.* Объектами исследований являлись жители населенных пунктов, расположенных в разных зонах радиоактивного загрязнения Могилевской области.

Наиболее точным способом оценки доз внутреннего облучения является обследование населения на спектрометрах излучения человека (СИЧ). Мониторинговые исследования проводились в 2007-2012 годах, используя мобильный СИЧ типа СКГ-АТ1316, который предназначен для измерения активности инкорпорированных гамма-излучающих радионуклидов во всем теле человека. Спектрометр обеспечивает точность измерения содержания  $^{137}\text{Cs}$  в организме до 5 Бк/кг (погрешность измерений – не превышает 30%).

Одним из методов оценки доз внешнего облучения населения является измерение мощности дозы гамма-излучения в различных локациях населенного пункта [6]. Он позволяет получить детальную информацию о пространственных характеристиках поля гамма-излучения в населенном пункте и его ареале. Измерение мощности ambientной дозы (МАД) гамма-излучения на территории населенного пункта проводилось в жилых домах и в локациях, прилегающих к жилым домам (улица, хоздвор, приусадебный участок), с использованием дозиметров МКС – АТ6130А и МКС – АТ6130 в соответствии с методикой. Минимальное достоверное значение диапазона измерения 0,1 мкЗв/ч.

*Результаты исследований и их обсуждение.* Как показали результаты СИЧ-измерений, средние дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем (от 37 до 185 кБк/м<sup>2</sup>), существенно колебались и находились в пределах от 0,004 до 0,204 мЗв. В большинстве обследованных населенных пунктах средние дозы не превышали 0,1 мЗв и только в отдельных (12 %) были выше.

Населенные пункты, где средние дозы внутреннего облучения были выше 0,1 мЗв, в основном небольшие, удаленные от райцентров и прилегающие к крупным лесным массивам, плотность загрязнения которых была зачастую выше, чем плотность загрязнения в населенных пунктах. В мелких населенных пунктах менее развита инфраструктура, более выражена степень натурализации ведения хозяйства, население больше употребляет продукты, выращенные на собственном огороде, и зачастую «дары леса», такие как грибы, ягоду, дичь. Как показывают данные контроля радиоактивного загрязнения пищевых продуктов по Могилевской области, удельное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в исследованных пробах грибов нередко превышает допустимый уровень (370 Бк/кг), и по-прежнему регистрируются случаи с высокой удельной активностью (1000-10000 Бк/кг и выше). Высокоактивные пробы регистрируются и среди лесных ягод и дичи. Все это способствует накоплению более высоких доз внутреннего облучения.

Усредненная доза внутреннего облучения всего обследованного населения в зоне проживания с периодическим радиационным контролем была невысокой – 0,042 мЗв (таблица). Доля лиц с дозой выше 0,1 мЗв составила только 10,3%. Встречались единичные случаи, когда доза внутреннего облучения превышала 0,5 и 1,0 мЗв. Такие дозы чаще всего регистрировались среди безработных, пенсионеров, лесников и членов их семей.

Населенные пункты, расположенные в зоне с правом на отселение, в зависимости от плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ , были разбиты на две группы: с плотностью от 185,0 до 370,0 кБк/м<sup>2</sup> и от 370 до 555,0 кБк/м<sup>2</sup>.

В населенных пунктах, где плотность загрязнения была от 185,0 до 370,0 кБк/м<sup>2</sup>, средние дозы внутреннего облучения колебались от 0,010 до 0,256 мЗв. В значительной части населенных пунктов (38 %) они превысили 0,1 мЗв. В основном это также небольшие населенные пункты, прилегающие к крупным лесным массивам, или населенные пункты, граничащие с зоной отселения. Усредненная доза внутреннего облучения всего обследованного населения данной группы составила – 0,076 мЗв. Доля лиц с дозой выше 0,1 мЗв составила 23,0 %.

Таблица 1.

Дозы внутреннего облучения обследованного населения, проживающего в разных зонах радиоактивного загрязнения

Зоны проживания (плотность загрязнения территории $^{137}\text{Cs}$ )	Кол-во обследованных	Усредненная доза, мЗв	Доля лиц с дозой выше 0,1 мЗв, (%)	в том числе:			
				с дозой от 0,1 до 0,3 мЗв, (%)	с дозой от 0,3 до 0,5 мЗв, (%)	с дозой от 0,5 до 1,0 мЗв, (%)	с дозой выше 1,0 мЗв, (%)
Зона проживания с периодическим радиационным контролем (от 37 до 185 кБк/м <sup>2</sup> )	4851	0,042	10,3	9,4	0,7	0,2	0,1
Зона с правом на отселение (от 185 до 370 кБк/м <sup>2</sup> )	8240	0,076	23,0	20,5	1,8	0,6	0,1
Зона с правом на отселение (от 370 до 555,0 кБк/м <sup>2</sup> )	1118	0,101	31,4	27,4	2,2	1,0	0,8
Зона последующего отселения (выше 555,0 кБк/м <sup>2</sup> ).	109	0,183	48,6	30,7	10,1	5,1	2,7

Средние дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территории с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  от 370 до 555,0 кБк/м<sup>2</sup> находились в пределах от 0,019 до 0,730 мЗв. В половине населенных пунктов (50%) этой группы они превысили 0,1 мЗв. Наиболее высокая средняя доза внутреннего облучения была в небольшом н.п. Какойск, прилегающем к зоне отселения. Здесь 100% жителей имели дозы выше 0,1 мЗв и 24% выше

1,0 мЗв. Усредненная доза внутреннего облучения всех обследованных жителей данной группы составила 0,101 мЗв. Доля лиц с дозой выше 0,1 мЗв составила 31,4 %.

В населенных пунктах, расположенных в зоне последующего отселения (выше 555,0 кБк/м<sup>2</sup>), средние дозы внутреннего облучения колебались от 0,05 до 0,325 мЗв. Это три небольших населенных пункта (с числом жителей до 50 человек), в которых остались жители после проведенного отселения. Усредненная доза внутреннего облучения обследованных жителей этой зоны составила 0,183 мЗв. Доля лиц с дозой выше 0,1 мЗв составила 48,6 %, с дозой выше 1,0 мЗв – 2,7%.

Следовательно, прослеживается зависимость – чем выше плотность радиоактивного загрязнения, тем выше доза внутреннего облучения и тем выше доля лиц с дозами более 0,1 мЗв, более 0,5 мЗв и более 1,0 мЗв. Установленная зависимость уровня доз внутреннего облучения от плотности загрязнения территории населенного пункта оказалась статистически значимой ( $r=-0,528$ ,  $p<0,0001$ ).

Результаты СИЧ-измерений также показали, что в населенных пунктах, расположенных в непосредственной близости к лесам, чаще регистрируются лица с высокими дозами внутреннего облучения. Было выявлена статистически достоверная зависимость величины дозы внутреннего облучения жителей населенных пунктов от близости расположения крупных лесных массивов и плотности их загрязнения <sup>137</sup>Cs. Кроме этого отмечено, что во всех зонах радиоактивного загрязнения средние дозы внутреннего облучения жителей мелких населенных пунктов были выше, чем дозы жителей крупных населенных пунктов.

Внешнее облучение населения происходит как за счет облучения от природных источников, так и за счет радиоактивного загрязнения местности. Для оценки доз внешнего облучения населения проводилось измерение мощности дозы гамма-излучения в различных локациях населенного пункта. Результаты исследований показали, во всех зонах радиоактивного загрязнения значения МАД в жилых домах были ниже значения контрольного уровня радиоактивного загрязнения для жилых домов (0,25 мкЗв/ч) [2, стр. 238-239]. Максимальное значение МАД составило 0,21 мкЗв/ч и было в доме населенного пункта, расположенного в зоне последующего отселения. В зоне с правом на отселение значения МАД в жилых домах в основном не превышали 0,15 мкЗв/ч, в зоне проживания с периодическим радиационным контролем – 0,12 мкЗв/ч.

На территории личных подворий (хоздвор и огород) значения МАД в большинстве случаев не превышали значения контрольного уровня для личных подворий (0,40 мкЗв/ч). Тем не менее, в зоне последующего отселения встречались единичные случаи, когда МАД на приусадебных участках колебалось от 0,4 до 0,51 мкЗв/ч, а в среднем было от 0,19 до 0,31 мкЗв/ч, что характерно для данной территории. В зоне с правом на отселение максимальное значение МАД на территории личных подворий составило 0,32 мкЗв/ч, а в большинстве случаев не превышало 0,17 мкЗв/ч, в зоне проживания с периодическим радиационным контролем – соответственно 0,22 мкЗв/ч и 0,13 мкЗв/ч.

На улицах в населенных пунктах, где дороги не имели специального покрытия (в виде асфальта, гравия, песка), значения МАД были примерно теми же, что и на территории личных подворий. При асфальтном покрытии дорог значения МАД были несколько ниже.

В целом по населенным пунктам наиболее высокие средние значения МАД были характерны для зоны последующего отселения (от 0,21 до 0,24 мкЗв/ч), несколько ниже для зоны с правом на отселение (от 0,11 до 0,17 мкЗв/ч) и самые низкие для зоны проживания с периодическим радиационным контролем (от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч) – на уровне естественного радиационного фона.

Таким образом, значения МАД во всех зонах радиоактивного загрязнения, в основном, не превышают значений контрольных уровней характерных для жилых домов и

личных подворий. Средние значения МАД в населенных пунктах коррелируют с плотностью загрязнения территорий. В большинстве населенных пунктов зоны проживания с периодическим радиационным контролем и зоны с правом на отселение значения МАД соответствуют естественному радиационному фону.

*Заключение.* Резюмируя, следует отметить, что комплекс защитных мероприятий, постоянно проводимых на территории радиоактивного загрязнения, и естественный распад радионуклидов способствовали снижению дозовых нагрузок на население в отдаленный после аварии период.

В населенных пунктах, расположенных в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, суммарные дозы облучения (внешние и внутренние) не превышают 1,0 мЗв/год [7]. Однако еще встречаются отдельные категории граждан, у которых индивидуальные дозы превышают 1,0 мЗв. Они связаны в основном с их пищевыми привычками (потреблением лесных грибов, ягод и дичи) и социальным неблагополучием.

Среди населенных пунктов зоны с правом на отселение, в ряде случаев встречаются такие, где суммарные дозы облучения превышают 1,0 мЗв/год. В населенных пунктах зоны последующего отселения они достигают 2,0 мЗв/год. Это обусловлено зачастую, как более высокими дозами внешнего облучения, связанного с плотностью радиоактивного загрязнения территорий, так и более высокими дозами внутреннего облучения.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. 30 лет чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2016. – 90 стр.
2. Сборник нормативных, методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности: 4-е изд., перераб. и доп. /Комитет по проблемам последствий катастрофы на ЧАЭС при Совете Министров РБ, РНИУП «Институт радиологии»; сост. Г.В. Анципов [и др.]. – Гомель, 2005. – 331 с.
3. Кенигсберг, Я.Э. Ионизирующая радиация и риск для здоровья / Я.Э. Кенигсберг, Ю.Е. Крюк – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2005. – 70 с.
4. Власова, Н.Г. Сельские населенные пункты: социальные и экологические факторы дозоформирования / Н.Г. Власова, Ю.В. Висенберг //Преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС: состояние и перспективы: сб. науч. трудов II междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26-27 апреля 2004 г./ под ред. В.Е.Шевчука [и др.].– Гомель, 2004.- С. 21-24.
5. Агеева, Т.Н. Роль радиэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения / Т.Н. Агеева, Т.И. Чегерова, А.В. Щур, Т.П. Шапшеева // Экологический вестник. – 2010. №2 (12) – С. 40
6. Радиационный мониторинг облучения населения в отдалённый период после аварии на Чернобыльской АЭС: рабочие материалы, ТС проект RER/9/074 «Стратегия долгосрочных мер защиты и мониторинг облучения населения сельских территорий подвергшихся воздействию Чернобыльской аварии»; сост. МАГАТЭ. – Вена, Австрия, 2007. -102 с.
7. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь /ГУ «Республиканский науч.-практ. центр радиационной медицины и экологии человека»; сост. Н.Г. Власова [и др.]. – Гомель, 2010. – 31 с.