

СЕКЦИЯ 2 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МОНИТОРИНГ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. Н. Агеева

*Белорусско-Российский университет,
г. Могилев, Республика Беларусь, ageeva.tam@yandex.by*

В результате аварии на ЧАЭС значительная часть территории Могилевской области остается в зоне радиоактивного загрязнения, где проживающее население подвергается хроническому облучению. В статье представлены данные мониторинговых исследований об изменении радиоэкологической ситуации в загрязненных населенных пунктах и дозах облучения населения.

Ключевые слова: мониторинг, зоны радиоактивного загрязнения, ^{137}Cs , население, дозы облучения.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС 35% территории Могилевской области (10,4 тыс. км²) оказалось в зоне радиоактивного загрязнения. Основной вклад в формирование долговременного загрязнения внес ^{137}Cs . На территории области, где плотность загрязнения почв ^{137}Cs составила 37,0 кБк/м² и выше, располагалось 1157 населенных пунктов (н. п.). Из них 170 н. п. в последующие годы были выселены и захоронены, в связи с создавшейся неблагоприятной радиоэкологической ситуацией, обусловленной высоким уровнем загрязнения (555–1480 кБк/м² и более). Проживая долгие годы на радиоактивно загрязненных территориях, население подвергается хроническому техногенному облучению.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» (от 12 ноября 1991 г.), территория радиоактивного загрязнения была разделена на пять зон: зона эвакуации (отчуждения), зона первоочередного отселения, зона последующего отселения, зона с правом на отселение, зона проживания с периодическим радиационным контролем. При зонировании территорий приняты следующие критерии: плотность загрязнения почв радионуклидами чернобыльского происхождения (^{137}Cs , ^{90}Sr и $^{238,239,240}\text{Pu}$) и величина средней годовой эффективной дозы облучения населения (*далее* – СГЭД-облучения) [1].

Поэтому на протяжении всего послеаварийного периода в зонах радиоактивного загрязнения проводится радиационный контроль и мониторинг, с целью уточнения меняющейся радиоэкологической ситуации, обусловленной естественным распадом радионуклидов, получения информации о дозах облучения населения и его критических групп для обоснования и осуществления комплекса мер радиационной защиты, обеспечения дозиметрической информацией населения и заинтересованных организаций, получения данных для верификации и уточнения параметров радиологических моделей. На основании полученных данных формируется также «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», который пересматривается, обновляется и утверждается Советом Министров Республики Беларусь через каждые пять лет в связи с изменением радиационной обстановки. Снижение уровней загрязнения территорий и СГЭД-облучения обуславливает изменение статуса населенных пунктов, перевод их из более «жестких» зон в менее «жесткие» или выход из зоны радиоактивного загрязнения.

Для уточнения радиационной обстановки в населенном пункте (в рамках радиационного контроля и мониторинга) проводится измерение мощности гамма-излучения на его территории и отбор проб почв для определения содержания радионуклидов в них и оценки уровня загрязнения населенного пункта.

Дозовый мониторинг складывается из мониторинга доз внешнего облучения и мониторинга доз внутреннего облучения и является важной составной частью системы обеспечения безопасного проживания и хозяйственной деятельности населения.

Внешнее облучение зависит от плотности поверхностного загрязнения почв, на той территории, где живет и работает человек. При мониторинге доз внешнего облучения жителей загрязненных территорий используют два основных вида измерений. Во-первых, это индивидуальный дозиметрический контроль, который позволяет наиболее точно учесть все факторы, влияющие на формирование внешнего облучения, и выявить критические группы населения, имеющие наибольшие дозы по роду занятий или особенностям поведения. Во-вторых, это измерение мощности амбиентной дозы (МАД) гамма-излучения в различных локациях населенного пункта и его ареала (жилые и общественные здания, приусадебные участки, улицы, а также прилегающие территории, на которых ведется хозяйственная деятельность или проводится свободное время). Результаты исследований позволяют оценить среднегодовую эффективную дозу внешнего облучения жителей населенного пункта, получаемую за счет чернобыльской компоненты.

Дозы внутреннего облучения формируются за счет поступления радионуклидов в организм человека с продуктами питания, в основном местного производства и произрастания. Поэтому пищевые привычки населения, его социальный статус и территориально-рекреационные особенности населенных пунктов могут существенно влиять на дозы внутреннего облучения [2, 3].

Мониторинг доз внутреннего облучения предусматривает инструментальные измерения содержания ^{137}Cs в организме человека с помощью спектрометра излучения человека (СИЧ-измерения) и измерения содержания ^{137}Cs в основных дозообразующих пищевых продуктах, потребляемых населением.

Обследование населения проводят с помощью стационарных и мобильных СИЧ-установок (типа СКГ-АТ1316 и др.), которые позволяют получать статистически достоверную информацию о содержании ^{137}Cs в организме человека и уровне его внутреннего облучения. Стационарные установки располагаются в учреждениях здравоохранения наиболее загрязненных районов области. С их помощью обследуется в основном население, обращающееся за медицинской помощью в эти учреждения. Мобильные СИЧ-установки имелись в распоряжении ГУ «РНПЦ Радиационной медицины и экологии человека» и ряда организаций других ведомств (МЧС). Они позволяли проводить многоразовые углубленные обследования жителей конкретных населенных пунктов в разных зонах радиоактивного загрязнения. Полученные подробные данные особенно важны были для корректировки параметров дозиметрических моделей, используемых при оценке текущих и прогнозируемых доз облучения населения. Однако в последнее время использование мобильных СИЧ-установок свелось к минимуму.

Результаты всех СИЧ-измерений собираются в региональные (электронные) базы данных, которые затем передаются в ГУ «РНПЦ Радиационной медицины и экологии человека». На базе данного учреждения создан Государственный дозиметрический регистр. Сюда же поступают и результаты мониторинга пищевых продуктов, отбираемых ежегодно в населенных пунктах зоны радиоактивного загрязнения. Государственный дозиметрический регистр осуществляет верификацию данных, представленных регионами, оценку текущих и прогнозируемых доз внутреннего и внешнего облучения населения, формирует каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь и предоставляет обобщенную информацию по дозам облучения в государственные органы управления.

За прошедший после аварии период уровень загрязнения территорий ^{137}Cs снизился более, чем в два раза. Согласно последнего Перечня населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения (2021 г.), в зоне последующего отселения (плотность загрязнения почв ^{137}Cs от 555 до 1480 кБк/м²) Могилевской области осталось только в 2 населенных пунктах (н. п.), в которых жители на данный момент отсутствуют. В зоне с правом на отселение (уровень загрязнения от 185 до 555 кБк/м²) осталось 69 н. п., в зоне проживания с периодическим радиационным контролем (уровень – от 37 до 185 кБк/м²) еще находится 589 н. п. [4]. По сравнению с Перечнем 1991 года количество населенных пунктов в зоне радиоактивного загрязнения Могилевской области уменьшилось в 1,6 раза. В настоящее время численность населения в данной зоне составляет около 100 тыс. человек.

СГЭД-облучения жителей 351 н. п. области (или 33,7% их общего числа в зонах радиоактивного загрязнения), в соответствии с Каталогом доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь 1992 г., превышали 1,0 мЗв/год, а в некоторых и 5,0 мЗв/год [5]. Наряду с высокими дозами внешнего облучения, в 31 н. п. и дозы внутреннего облучения населения превышали 1,0 мЗв/год, что было связано с повышенным содержанием ^{137}Cs в значительной части сельскохозяйственной продукции. В последующие годы, в связи с проведенным отселением жителей населенных пунктов зон первоочередного и последующего отселения, осуществлением защитных мероприятий в сельском хозяйстве, естественным распадом радионуклидов, отмечалось многократное снижение средних годовых эффективных доз облучения населения. К 2015 г. в зоне радиоактивного загрязнения области осталось только восемь населенных пунктов, где СГЭД-облучения могла превысить 1,0 мЗв (согласно Каталогу доз, 2015 г.), пять из которых были нежилые. При этом максимальное значение СГЭД-облучения составляло 1,85 мЗв (в н. п., где жители отсутствуют) [6]. Сейчас их осталось только два. Последние годы в населенных пунктах зоны радиоактивного загрязнения дозы внутреннего облучения выше 1,0 мЗв/год не прогнозировалось. Это обусловлено значительным снижением содержанием ^{137}Cs в молоке, мясе, картофеле, овощах и другой сельскохозяйственной продукции, производимой как в общественном, так и частном секторе.

Однако в отдаленный после аварии период участились случаи использования населением в пищу лесных грибов и ягод, высокая активность которых еще сохраняется на всей территории радиоактивного загрязнения. Результаты мониторинга доз внутреннего облучения населения с использованием СИЧ-установок показывают, что на территории области продолжают регистрироваться единичные случаи, когда дозы внутреннего облучения превышают 1,0 мЗв, причем даже в населенных пунктах, где суммарная доза внешнего и внутреннего облучения (в соответствии с Каталогом) не должна превышать 1,0 мЗв/год. Это может быть обусловлено как разнообразием радиологических и социально-демографических условий проживания, так и внутренними закономерностями поведения конкретных жителей и их пищевыми привычками [2, 3, 7]. Неоднократно отмечено, что высокие дозы чаще регистрируются среди социально незащищенных и малообеспеченных категорий граждан (безработных, пенсионеров, сторожей, дворников и т. п.), а также работников леса и членов их семей, при этом значительный вклад в формирование доз внутреннего облучения вносит пищевая продукция леса (грибы, ягоды, мясо диких животных). Данные многолетних измерений также показывают, что в течение календарного года, в зависимости от сезона, содержания ^{137}Cs в организме человека может существенно изменяться. Разброс колебаний может достигать 25–70% от среднегодового содержания. Эти колебания обусловлены сезонными различиями содержания ^{137}Cs в пищевых продуктах, сезонными изменениями в структуре питания, а также особенностями метаболизма ^{137}Cs в организме человека. Таким образом, вклад внут-

ренного облучения в суммарную дозу облучения населения может варьировать в широких пределах и достигать в отдельных случаях 70–90%, что необходимо учитывать при корректировке параметров дозиметрических моделей.

Результаты измерений мощности гамма-излучения, проводимых последние десять лет, показали, что наиболее высокие средние по населенным пунктам значения МАД были характерны для зоны последующего отселения (от 0,21 до 0,24 мкЗв/ч), несколько ниже они были в зоне с правом на отселение (от 0,11 до 0,17 мкЗв/ч) и самые низкие в населенных пунктах зоны проживания с периодическим радиационным контролем (от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч), т. е. на уровне естественного радиационного фона, который был до аварии на ЧАЭС. Как видим, средние значения МАД в населенных пунктах коррелируют с плотностью загрязнения территорий.

Мониторинг индивидуальных доз внешнего облучения (методом ИДК) жителей населенных пунктов не выявил их существенных отличий у представителей различных профессиональных и социальных групп. Тем не менее, установлено, что дозовые нагрузки в группе механизаторов, полеводов, лесоводов, работающих на землях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 555–1480 кБк/м² были несколько выше (на 10–20%), чем в среднем по населенному пункту, где они проживали. Группы школьников, пенсионеров и служащих, находящихся большую часть времени в населённом пункте, где плотность загрязнения почв не превышала 370 кБк/м², характеризовались более низкими значениями доз внешнего облучения. Необходимо также отметить, что прямой метод ИДК сопряжен с большими расходами, а его результаты во многом зависят от соблюдения правил эксплуатации индивидуальных дозиметров населением, что увеличивает погрешность измерений. Поэтому в отдаленный после аварии период целесообразность его применения снижается. Достаточно осуществлять контроль доз внешнего облучения расчетным методом по мощности дозы гамма-излучения. И только для верификации расчетных данных осуществлять измерение индивидуальных доз у небольшой группы населения с применением более чувствительных дозиметров.

Таким образом, несмотря на улучшение радиэкологической ситуации на территории Могилевской области, в зоне радиоактивного загрязнения еще остаётся 660 н. п. Мониторинг уровня загрязнения почв радионуклидами чернобыльского происхождения и доз внешнего и внутреннего облучения населения позволяет оценить изменяющуюся радиэкологическую ситуацию в населенных пунктах и принять управленческие решения по согласованию переноса населенных пунктов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. Данные дозового мониторинга позволяют получать достоверную информацию о текущих дозах облучения и используются для верификации и уточнения параметров радиологических моделей, а также для прогноза изменения радиационной обстановки в результате естественных процессов и практической деятельности. Информация о дозах облучения населения и его критических групп необходима для обоснования мер радиационной защиты и осу-

ществления реабилитационных мероприятий на территории радиоактивного загрязнения.

Библиографический список

1. Сборник нормативных, методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности / Комитет по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров РБ, РНИУП «Институт радиологии». 4-е изд., перераб. и доп. Гомель, 2005. 331 с.

2. Роль радиозэкологических и социальных факторов в формировании доз внутреннего облучения сельских жителей территории радиоактивного загрязнения / Т. Н. Агеева, А. В. Щур, Т. И. Чегерова и др. // Экологический вестник. 2010. № 2 (12). С. 40–49.

3. Казаченок Н. Н., Агеева Т. Н. Радиозэкологические проблемы в зонах радиоактивного загрязнения : монография. Могилев : БРУ, 2020. 309 с.

4. Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зоне радиоактивного загрязнения (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 08.02.2021 г. № 75). Минск, 2021. 54 с.

5. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь. Минск, 1992. 94 с.

6. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь: утверждены Министром здравоохранения Республики Беларусь 27.03.2015. Гомель : ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», 2015. 76 с.

7. Влияние радиозэкологической ситуации в приселитебных лесных массивах на дозы внутреннего облучения сельских жителей / А. В. Щур, Д. В. Виноградов, Т. Н. Агеева и др. // Вестник ПГТУ. Сер. Лес. Экология. Природопользование. 2016. № 1 (29). С. 79–86.