

УДК 51-76+004.852:577.34:614.876

Д. Б. Куликович¹, Н. Г. Власова², Ю. В. Висенберг¹, Б. К. Кузнецов¹,
Д. В. Кракодеева³, А. Н. Матарас²

¹ Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»,

г. Гомель, Республика Беларусь

² Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Республика Беларусь

³ Учреждение образования

«Гомельский государственный машиностроительный колледж»,

г. Гомель, Республика Беларусь

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА РЕКОНСТРУКЦИИ ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННЫХ ДОЗ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Введение

Оценка эффектов радиационного воздействия на здоровье человека и популяции в целом после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) не может быть получена без знания индивидуальных доз облучения, поскольку наличие или отсутствие эффектов может быть доказано на основе проведенных радиационно-эпидемиологических исследований развития радиационно-индуцированных заболеваний. Точная оценка доз внешнего облучения может быть получена путем проведения индивидуального дозиметрического контроля (ИДК), однако достаточно сложно собрать эти данные за весь послеаварийный период после чернобыльской аварии. В связи с этим реконструкция индивидуализированных доз облучения осуществляется по соответствующим методикам, но в большинстве своем они не соответствуют задаче индивидуализации доз, и, как следствие, ошибки оцениваемых параметров достигают 300 % и более [1–2].

Разработка алгоритма реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения в условиях недостатка дозиметрических данных обусловлена необходимостью наполнения данными о дозах внешнего облучения субъектов, включенных в Государственный регистр лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате катастрофы на ЧАЭС и других радиационных аварий (Госрегистр), созданного в Республике Беларусь в 1993 г., поскольку данных, содержащихся в дозиметрической части Госрегистра, недостаточно для оценки индивидуальных накопленных с момента аварии доз внешнего облучения, необходимых для проведения радиационно-эпидемиологических исследований по установлению зависимости «доза – эффект» и оценки радиационных рисков. С другой стороны, применяемый в настоящее время в Республике Беларусь метод реконструкции доз в части доз внешнего облучения нуждается в пересмотре, поскольку не учитывает профессиональной занятости, которая непосредственно является ключевым фактором в дозоформировании наряду с гендерно-возрастными особенностями индивида [1].

Цель

Разработать алгоритм расчета индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории, что позволит восполнить недостающую часть об индивидуальных дозах внешнего облучения субъектов, включенных в Госрегистр.

Материал и методы исследования

При разработке метода реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории в результате аварии на ЧАЭС [3–4], были использованы данные индивидуального дозиметрического контроля жителей Гомельской области, полученные метрологически аттестованной методикой проведения ИДК (База данных индивидуального дозиметрического контроля жителей Гомельской области Беларуси, рег. свидетельство № 5871404082 от 10.06.2014; База данных плотности загрязнения территории населенных пунктов Республики Беларусь радионуклидами цезия, стронция и плутония по состоянию на 1986 год, рег. свидетельство № 58709000639 от 20.05.2009) [5].

Верификацию разработанного метода проводили по данным, не вошедшим в обучающую выборку, сформированную по представительности профессиональной занятости и гендерно-возрастных особенностей индивидов (для лиц молодого и среднего возраста), проживающих в НП Могилевской области (База данных накопленных эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь, рег. свидетельство № 5870900638 от 21.05.2009), реконструированные дозы имели сильную корреляционную связь с данными ИДК, а ошибка оценки не превысила 11 % [4].

Статистическую обработку данных при разработке и верификации метода проводили методами прикладной статистики с использованием программ MS Excel, MS Access и программного пакета для статистического анализа Statistica 12.0 (StatSoft, США).

Для апробации алгоритма расчета индивидуализированных накопленных доз внешнего облучения лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории, были использованы исходные личные данные из Госрегистра, места пребывания на территории, загрязненной радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС, о которых имеется информация о профессиональной занятости (более 40 000 человек), содержащейся в Базе данных СИЧ-измерений жителей Республики Беларусь за период 1987–2008 гг., рег. свидетельство № 5870900637 от 20.05.2009, базах данных СИЧ-измерений жителей Гомельской области Республики Беларусь за периоды 2009–2010 и 2014 гг., рег. свидетельства № 5761711515, 5761711516, 5761711517 от 12.04.2017, базах данных СИЧ-измерений жителей Гомельской области Республики Беларусь за периоды 2011–2013 гг., рег. свидетельства № 5761711247, 5761711248, 5761711249 от 23.02.2017.

Индивидуализированную дозу внешнего облучения за каждый послеаварийный год оценивали с использованием разработанного программного обеспечения «rDose» [1].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проведенного исследования, учитывая статистически обоснованное социально обусловленное поведение индивида и особенности формирования индивидуальной дозы внешнего облучения [3–4], был разработан алгоритм расчета индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории в результате аварии на ЧАЭС.

Алгоритм расчета индивидуализированных доз внешнего облучения

1. Сбор информации

Для проведения реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения в первую очередь необходимо получить информацию об индивиде, поэтому, для лиц, включенных в Госрегистр, была собрана персонифицированная информация (по каждому индивиду) за весь послеаварийный период до момента выполнения расчета:

- год рождения;
- гендерная принадлежность;

Секция «Экологическая и профилактическая медицина»

– место проживания: область, район, НП, тип НП (если с момента аварии менялось место проживания или были длительные служебные командировки, то учитывали всю информацию о миграции индивида);

– профессиональная занятость (принадлежность к соответствующей группе профессиональной занятости, объединенной по типу занятости, на момент аварии и за весь послеаварийный период);

2. Реконструкция индивидуализированных годовых доз внешнего облучения проводится на основе полученной информации об индивиде за каждый послеаварийный год по уравнениям регрессии, представленных в [3]. Для автоматизации процесса применяется программный модуль программного обеспечения «rDose».

3. Реконструкция индивидуализированных накопленных доз внешнего облучения проводится путем суммирования индивидуальных доз внешнего облучения, а при отсутствии таковых – суммирование индивидуализированных годовых доз внешнего облучения, которые были получены на предыдущем этапе [1].

Выводы

1. Разработанный алгоритм в комплексе с программным обеспечением «rDose» будут использованы для реконструкции индивидуализированных годовых и индивидуализированных накопленных доз внешнего облучения лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории, за каждый послеаварийный год при условии наличия информации о миграции (местах проживания и/или нахождения их в тот или иной период времени) и профессиональной занятости индивида.

2. Реконструированные таким образом индивидуализированные накопленные за послеаварийный период дозы внешнего облучения будут внесены в дозиметрический блок базы данных Госрегистра и наряду с дозами внутреннего облучения будут использованы для проведения радиационно – эпидемиологических исследований по установлению зависимости «доза – эффект» и оценки развития радиационных рисков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликович, Д. Б. Апробация алгоритма расчета индивидуализированных накопленных доз внешнего облучения лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории / Д. Б. Куликович, Н. Г. Власова, Б. К. Кузнецов, Ю. В. Висенберг, Д. В. Кракодеева // *Здравоохранение (Минск)*. – 2025. – № 2 (935). – С. 53–60.

2. Working papers of the TC project RER/9/074 “Radiation monitoring of public exposure in the remote period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant”. – Vienna : International Atomic Energy Agency, 2007. – 59 p.

3. Метод реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на загрязненной радионуклидами территории вследствие аварии на ЧАЭС / Д. Б. Куликович, Н. Г. Власова, Ю. В. Висенберг, Б. К. Кузнецов // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. – 2024. – № 1. – С. 46–57.

4. Верификация метода реконструкции индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, проживающих на радиоактивно загрязненной территории / Д. Б. Куликович, Н. Г. Власова, Ю. В. Висенберг, Б. К. Кузнецов // *Журнал Белорусского государственного университета. Экология*. – 2024. – № 3. – С. 59–68.

5. Методика выполнения измерений индивидуальных доз с помощью термолюминесцентного дозиметрического комплекта на основе детекторов Al_2O_3 , для решения задач прикладного ИДК : метод. рекомендации. – М. : ИБФ МЗ СССР, 1991. – 28 с.