

А. В. Сосновский

ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ЗА СЧЁТ SR-90 НА ТЕРРИТОРИИ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. А. Р. Аветисов,

Кафедра радиационной медицины и экологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. В статье представлены особенности настройки программы Resrad Onsite 7.2 для моделирования радиоэкологической ситуации на территории Республики Беларусь. Представлена информация о дозах облучения, формируемых Sr-90 на территории Гомельской области.

Ключевые слова: радиоэкологическое моделирование, дозы, стронций.

Resume. The article presents the features of setting up the Resrad Onsite 7.2 program for modeling the radioecological situation in the territory of the Republic of Belarus. Information on the irradiation doses formed by Sr-90 on the territory of the Gomel region is presented.

Keywords: radioecological modeling, doses, strontium.

Актуальность. Компьютерное моделирование – эффективный метод оперативной оценки и прогноза дозовых нагрузок, формирующихся за счёт радиоактивных выпадений. В Республике Беларусь, как в стране, наиболее пострадавшей от аварии на ЧАЭС происходит непрерывный мониторинг радиоэкологической ситуации. Корректное компьютерное моделирование таких данных позволит существенно снизить затраты времени и средств на расчеты и прогноз доз облучения населения.

Цель: обоснование возможности компьютерного моделирования радиоэкологической ситуации на примере данных загрязнения территории Гомельской области в разные временные периоды.

Материал и методы. Данные ГУ «ГИДРОМЕТ» о загрязнении 991 населенного пункта Гомельской области за 1994 и 2014 годы по Sr-90. Радиоэкологическое моделирование проведено с помощью программы Resrad-Onsite v.7.2 (США). Статистическая обработка данных проводилась с помощью программного пакета Statsoft Statistica v.10; картирование результатов сделано с помощью программы Golden Software Surfer v.13.

Результаты и их обсуждение. Предоставленные данные ГУ «Белгидромет» о загрязнении 991 населенного пункта Гомельской области Sr-90 за 1994 и 2014 годы были сгруппированы и был произведен расчет среднегодовых эффективных доз облучения, полученных населением.

С помощью программы Resrad был произведен расчет доз внешнего и внутреннего облучения по Sr-90 для жителей 991 населенного пункта Гомельской области. Для расчетов использовались следующие параметры: площадь сельского населенного пункта – 0,15 км², поселка городского типа – 2 км²; города – 15 км²; плотность почвы – 1,35 г/см³; масса потребляемых овощей – 163 кг/год; масса потребляемых молочных продуктов – 260 кг/год; масса потребляемого мяса – 91 кг/год [1]; глубина залегания нуклидов – 0,2 м. Расчет доз на 2015 год был сделан как по данным загрязнения территории по состоянию на 01.01.2015, так и по данным загрязнения территории по состоянию на 01.01.1994 год. Этот подход был применен с целью верификации прогнозных данных, которые рассчитываются с помощью

упомянутой выше программы, на основании данных за различные промежутки времени. При этом было замечено, что расчетные значения доз облучения могли отличаться в несколько раз.

Это означало, что было необходимо найти те параметры моделирования, которые могли адекватно отражать реальный процесс формирования доз облучения. В итоге был найден параметр, связанный с глубиной залегания Sr-90. Из литературных источников известно, что Sr-90 может обнаруживаться в почвах на глубине более 1 метра [2]. С учетом этого было произведен подбор параметра глубины залегания Sr-90 таким образом, чтобы результаты вычислений не зависели существенным образом от времени определения поверхностной активности. Расчеты были произведены для глубин залегания 1 м, 1,5 м и 2 м.

Результат этого расчёта для всех 991 населенных пунктов представлен в изображении ниже (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сравнение расчетных данных по данным 1994 и 2014 года при применении параметра глубины залегания 1 метр, 1,5 метра и 2 метра

Тест Колмогорова-Смирнова при расчетах по данным 1994 и 2014 годов показал, что распределение не являлось нормальным ($d=0,17$; $p<0,01$). Подобный результат объясним пятнистым характером загрязнения территории и значительным преобладанием населенных пунктов с низким уровнем загрязнения территории. Это хорошо заметно на графике, отражающем величину годовой эффективной дозы облучения населения.

Далее был применен парный t-критерий Стьюдента, который показал отсутствие статистически значимых отличий между значениями годовых эффективных доз облучения на 2015 год, рассчитанных по данным поверхностной активности по состоянию на 01.01.1994 и 01.01.2015 годы ($t=-0,33$; $p=0,735$). Возможность использования данного критерия на больших выборках с ненормальным распределением определяется так называемой центральной предельной теоремой, которая допускает использование параметрических тестов при условии наличия больших выборок со сходными дисперсиями.

Для подтверждения высокой согласованности результатов расчетов дозовых нагрузок по данным измерений поверхностной активности Sr-90 за 1994 и 2015 годы был проведен анализ по методу Бленда-Альтмана. Оказалось, что, смещение

значений средних величин ГЭД невелико и составляет лишь 0,0005 мЗв/год, что говорит об отсутствии систематического расхождения в результатах дозиметрии, проведенной по данным загрязнения территории в разные периоды, но по одной математической модели. Схожая ситуация наблюдается с величинами стандартного отклонения и стандартной ошибки.

Моделирование компонентов дозовой нагрузки с помощью программы Resrad показало, что суммарная доза облучения более чем на 99% определяется внутренним облучением. Доминирующая роль внутренней дозы была весьма предсказуема, т.к. Sr-90 путем β -распада превращается в Y-90, а тот, в свою очередь, тем же способом в Zr-90. Следовательно, при распаде Sr-90 нет гамма-излучения, которое способно формировать внешнюю дозу облучения, но есть β -частицы, формирующие внутреннюю дозу.

В структуре внутреннего облучения ингаляционным компонентом можно пренебречь, а в облучении за счет продуктов питания преобладает растительная компонента (58%), вклад мясной продукции составляет 34%, молочных продуктов – 8%. Учитывая незначительный вклад внешнего облучения, результаты картирования суммарной ГЭД (рисунок 12) и дозы внутреннего облучения (рисунок 13) визуально неотличимы.

Заключение. Использование рекомендуемых в данном исследовании параметров настройки программного моделирования позволяет делать достаточно точные расчеты дозовых нагрузок за счет облучения радионуклидом Sr-90.

Компьютерное моделирование доз облучения населения при использовании данных загрязнения территории на достаточно удаленном друг от друга периоде времени (1994 и 2015 годы) дает схожие результаты, что позволяет составлять прогноз по любым данным и за любой промежуток времени.

Структура доз облучения по Sr-90 более чем на 99% определяется внутренним облучением. Вкладом ингаляционного поступления в структуру внутреннего облучения населения можно пренебречь, а за счет продуктов питания преобладает растительная компонента (58%), вклад мясной продукции составляет 34%, молочных продуктов – 8%.

Информация о внедрении результатов исследования. По результатам настоящего исследования опубликовано 2 статьи в сборниках материалов, 4 тезисов докладов, 1 статья в журнале, получено 4 акта внедрения в образовательный процесс кафедр общественного здоровья и здравоохранения, общей гигиены, гигиены детей и подростков, радиационной медицины и экологии БГМУ, опубликовано учебно-методическое пособие на кафедре радиационной медицины и экологии БГМУ.

A. V. Sosnovskiy

ESTIMATION OF IRRADIATION DOSE BY Sr-90 ON THE TERRITORY OF GOMEL REGION

Литература

1. Ильина, З. М. Таможенный союз: безопасность в сфере продовольствия (методические и практические аспекты) / З. М. Ильина, С. Б. Бубен, Г. А. Баран // Аграрная экономика. – 2013. – №10. – С. 2–18.

2. Лукин, С. В. Результаты радиоэкологического мониторинга агроэкосистем Белгородской области / С. В. Лукин, Р. М. Хижняк // Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. – 2012. – № 21(140). – С. 154–159

Репозиторий БГМУ