

**ПРОГНОЗ ТЕКУЩИХ И НАКОПЛЕННЫХ ДОЗ
ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Дроздов Д. Н., Чунихин Л. А.

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»**

**Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

Введение

На территории, загрязненной радиоактивными выпадениями в результате аварии на ЧАЭС, проживало несколько миллионов человек, подвергшихся радиоактивному воздействию в различной степени. Основой для реконструкции являются оценки средних доз жителей населенных пунктов (НП), наименее отличающиеся от измеренных значений, полученных инструментальными методами. Реконструкция дозы опирается, в основном, на расчетные методы, подкрепляемые результатами инструментальных измерений [1]. Доза внешнего облучения монотонно снижается вследствие распада радионуклидов, заглупления их по профилю почвы, контрмер; закономерности изменения дозы внутреннего облучения являются более сложными, менее прогнозируемыми, вследствие нерегулярности изменения и зависят от большого числа факторов, в том числе и от эффективности контрмер.

Цель

Разработка математической модели для оценки и прогноза текущих и накопленных доз внутреннего облучения населения по результатам СИЧ-измерений с 1987 г.

Материалы и методы исследования

Материалами для проведения сравнительных оценок являлись средние эффективные накопленные дозы облучения жителей НП Республики Беларусь. Данные СИЧ-измерений были взяты из банка данных дозиметрического регистра РНПЦРМиЭ за период 1987–2010 гг. Информация по плотности загрязнения ^{137}Cs была предоставлена Департаментом по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. Реконструкция средних эффективных накопленных доз внутреннего облучения жителей НП была проведена в русле развития методологических подходов оценки дозы [2]. Было показано, что основными факторами, влияющими на формирование дозы внутреннего облучения жителей НП, расположенных на загрязненных черномыльскими радионуклидами территориях, является потребление молока и пищевых продуктов леса, особенно грибов. При этом молочный компонент дозы уменьшается вследствие проведенных контрмер и радиационного улучшения пастбищного хозяйства; в то время как уровень загрязнения даров леса практически не меняется. Потребление даров леса жителями сельских НП в значительной степени варьирует в зависимости от урожайности грибов и лесных ягод. В течение послеаварийного периода менялось отношение людей к существующим запретам на потребление загрязненных пищевых продуктов, особенно даров лес». Выделены основные факторы формирования дозы внутреннего облучения: коэффициенты перехода из почвы в молоко, кислотность почв, удельная площадь леса в ареале НП. Используя обоснованный в работе [2] методический подход, было получено изменение доз внутреннего облучения взрослых жителей загрязненных черномыльскими радионуклидами НП во времени по результатам СИЧ-измерений, для трех регионов, отличающихся по условиям формирования дозы. На рисунке 1 приведены средние по годам значения дозы внутреннего облучения жителей НП, отнесенные к плотности загрязнения территории проживания, для трех регионов: Полесье (регион 1), Центр (регион 2) и Северо-Восток (регион 3).

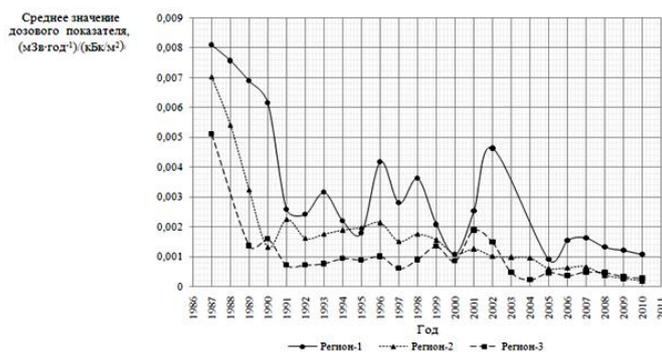


Рисунок 1 — Изменение приведенной дозы внутреннего облучения в период 1987–2008 гг. по данным массовых СИЧ-измерений

Для получения средних значений приведенной дозы (доза, деленная на плотность загрязнения), по всем годам СИЧ-измерений, был использован «золотой стандарт», т. е. выборка представительных по отношению к Каталогу доз-2009 [3]. Среднюю накопленную дозу внутреннего облучения для k -го НП j -го региона с 1987 г. можно рассчитать по зависимостям изменения дозы, приведенных на рисунке 1 при помощи следующего выражения:

$$E_{jk} = \sum_{i=1}^n \sigma_{ik} \cdot K_{ij} \quad (1)$$

где E_{jk} — накопленная доза внутреннего облучения в k -м НП j -го региона, мЗв;

K_{ij} — значение приведенной дозы j -го региона в i -й год, мЗв·м²/кБк;

σ_{ik} — плотность загрязнения территории НП ¹³⁷Cs, кБк/м².

Поправки на влияние фактора леса вносили с помощью поправочных коэффициентов, определяемых по процедуре, изложенной в работе [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Экспериментальные результаты СИЧ-измерений были аппроксимированы функцией, представляющей сумму двух экспонент вида:

$$Y = A_1 \times \exp(-0,693t / T_{1/2 1}) + A_2 \times \exp(-0,693t / T_{1/2 2}) \quad (2)$$

Параметры полученной двухэкспоненциальной зависимости приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Коэффициенты для расчета доз (по уравнению 2)

Регионы	A1, мЗв×м ² /кБк·год	T1/2 1, лет	A2, мЗв×м ² /кБк·год	T1/2 2 лет	КК
Полесье	72×10 ⁻⁴	5	24×10 ⁻⁴	31	0,83
Центр	29×10 ⁻⁴	3	17×10 ⁻⁴	12	0,78
С-В	32×10 ⁻⁴	4	26×10 ⁻⁴	15	0,88

Экспериментальные зависимости вместе с соответствующими экстраполяциями приведены на рисунках 2–4.

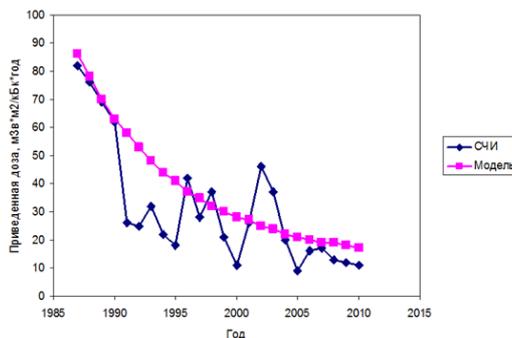


Рисунок 2 — Экстраполяция динамики среднегодовых доз внутреннего облучения жителей населенных пунктов региона Полесье

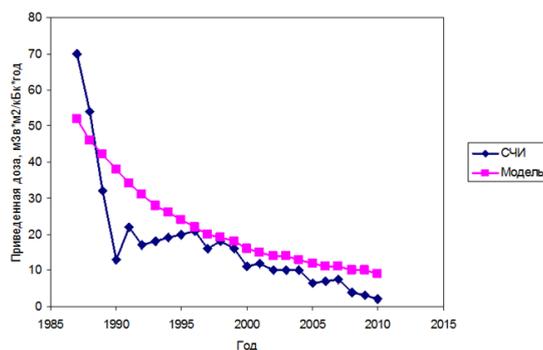


Рисунок 3 — Экстраполяция динамики среднегодовых доз внутреннего облучения жителей населенных пунктов региона Центр

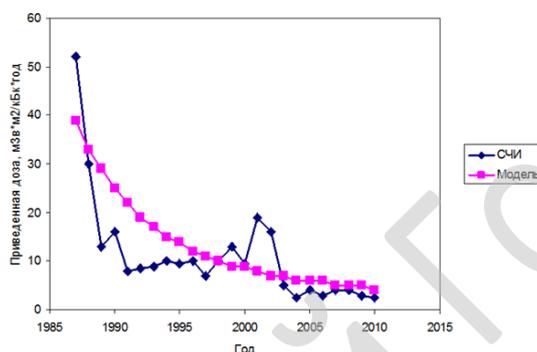


Рисунок 4 — Экстраполяция динамики среднегодовых доз внутреннего облучения жителей населенных пунктов региона Северо-Восток

Динамика снижения приведенной дозы, аппроксимированной суммой 2-х экспонент имеет разумное объяснение: основные объемы противорадиационных мероприятий в первые годы после аварии были реализованы в регионе Центр, включающий Брагинский, Хойникский и Наровлянский районы. В связи с этим значение периода полууменьшения дозы 1-й экспоненты имеет наименьшее значение. Крупные масштабы и большой объем контрмер были выполнены и в регионе Северо-Восток (Ветковский, Чечерский, Кормянский и др. районы), хотя имела место значительная задержка по времени. Регион Полесье резко отличается от других по условиям дозоформирования. В основном, это объясняется преобладанием почв с аномально высокими коэффициентами почва – растение и пищевые привычки жителей региона, связанные с традиционно высоким потреблением пищевых продуктов леса. Кроме этого, территория региона в меньшей степени загрязнена черныбыльскими радионуклидами, вследствие чего объем проведенных контрмер был меньшим, чем в других регионах. Следует обратить внимание на значение периода полууменьшения дозы 2-й экспоненты для региона Полесье — 31 год. На первый взгляд эта величина является парадоксом, т.к. превышает значение периода полураспада ^{137}Cs . Этот факт означает, что активность дикорастущих грибов и лесных ягод практически не меняется, а потребление в условиях фактического отсутствия запретов на пользование лесом значительно зависит от урожайности даров леса [4]. Влияние лесной компоненты дозы также выражено в «пульсирующем» характере изменения ее во времени, характерного для региона Северо-Восток и, особенно, региона Полесье (рисунки 2–4). Различия в значениях экспериментальной и модельной зависимостях для регионов Полесье и Северо-Восток, как лесистых регионов, обусловлены фактором потребления пищевых продуктов леса. Заниженные экспериментальные значения для всех регионов, по сравнению с модельными зависимостями, в первый период времени, как указывалось в работе [5], могут быть интерпретированы как влияние «фактора контрмер».

Заключение

Разработанная в данной работе двухэкспоненциальная модель динамики дозы внутреннего облучения во времени может быть успешно применима для оценки текущих и накопленных доз внутреннего облучения, что подтверждается статистическим анализом (таблица 1). Удобство модели заключается в ее формализации, использование 2-х экспонент позволяет учесть различные закономерности формирования дозы в разные временные отрезки после аварии. Вторая экспонента практически может использоваться для целей прогноза на довольно длительный период.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реконструкция среднегрупповых и коллективных накопленных доз облучения жителей населенных пунктов Беларуси, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС: утв. гл. сан. вр. Республики Беларусь В.И. Ключеновичем 30.06.2002 г. — Минск, 2002. — 41 с.
2. Власова, Н. Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период аварии на ЧАЭС / Н. Г. Власова, Д. Н. Дроздов, Л. А. Чунихин // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2009. — № 4. — С. 397–406.
3. Каталог средних годовых эффективных доз облучения жителей населенных пунктов Республики Беларусь / Н. Г. Власова [и др.]; утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь 7.07. 2009 г. — Гомель: РНПЦ Р МиЭЧ, 2009. — 86 с.
4. Дроздов, Д. Н. Динамика изменения дозы внутреннего облучения в зависимости от урожайности дикорастущих грибов / Д. Н. Дроздов, Л. А. Чунихин // Сб. науч. тр. Институт леса НАН РБ, 2013. — Гомель, 2013. — С. 451–460.
5. Чунихин, Л. А. Оценка средних эффективных накопленных доз внутреннего облучения жителей РБ, проживающих на загрязненных чернбыльскими радионуклидами территориях по результатам СИЧ-измерений с 1987 г. / Л. А. Чунихин, Д. Н. Дроздов // Радиационная биология и радиоэкология. — 2012. — Т. 52, № 2. — С. 167–174.

УДК [614.777:5563]:502.175-047.36

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗОНАХ РЕКРЕАЦИИ

Дроздова Е. В., Бурая В. В., Дудчик Н. В., Фираго А. В., Волк Т. З.

**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр гигиены»
г. Минск, Республика Беларусь**

Введение

По официальным данным в Республике Беларусь функционируют более 800 организованных пляжей, используемых населением в культурно-оздоровительных целях. Вблизи водоемов и водотоков в настоящий момент действуют 18 зон отдыха республиканского значения, вдоль рек сосредоточены объекты отдыха, в которых создано около 109 тысяч мест. В то же время, ежегодно в плавательный сезон до 30 % пляжей закрываются для населения по причине несоответствия гигиеническим нормативам, в первую очередь — по микробиологическим показателям. Отсутствие доступного объекта рекреации снижает качество жизни населения в летний период, туристский потенциал страны, а запрет на купание, как правило, повышает вероятность несанкционированного отдыха населения, что также ведет к росту рисков здоровью населения. Практика последних лет показывает, что действующие подходы к оперативному отслеживанию ситуации, принятия решения о введении (отмене) ограничительных мер требуют актуализации. Это определяет актуальность НИР, выполняемой по заданию 01.04. ОНТП «Современные условия жизнедеятельности и здоровьесбережения».

Цель

На основании результатов экспериментальных исследований научно обосновать методологию оценки рисков для здоровья населения при рекреационном водопользовании, принимающую во внимание степень рекреационной нагрузки на водоем, виды рекреационного водопользования, тип водного объекта, наличие объектов отдыха на водном