

Особенности оценки текущих доз облучения детей, проживающих на радиоактивно загрязненных вследствие аварии на ЧАЭС территориях

А.В. Громов¹, Г.Я. Брук¹, В.В. Кучумов², И.К. Романович¹

¹ ФГУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург

² ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рязанской области», г. Рязань

В статье описаны особенности оценки текущих доз облучения детей, проживающих на радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территориях. Представлены результаты оценки годовых доз облучения детей различных возрастных групп и взрослого населения трех субъектов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения. Проведено сравнение полученных оценок.

Ключевые слова: авария на Чернобыльской АЭС, население, детское население, дозы внешнего облучения, дозы внутреннего облучения, средние годовые эффективные дозы, цезий-137.

Введение

25 лет назад в результате аварии на Чернобыльской АЭС произошло широкомасштабное радиоактивное загрязнение 14 субъектов Российской Федерации. До настоящего времени население, проживающее на этих территориях, включая детей, подвергается внешнему и внутреннему облучению [1, 2].

Известно, что детский организм, по сравнению со взрослым, обладает более высокой радиочувствительностью, более высоким пожизненным атрибутивным риском злокачественных новообразований [3]. Несмотря на то, что в организме детей регистрируются, как правило, более низкие уровни содержания ¹³⁷Cs, чем у взрослых, удельная активность этого радионуклида в организме и, следовательно, годовые дозы внутреннего облучения детей в ряде случаев значительно выше.

Дети проводят на открытом воздухе значительную часть времени, а местом их игр, особенно в сельской местности, часто являются участки за пределами населенного пункта, на которых не выполнялись дезактивационные работы. Такими местами являются берега водоемов, где уровень мощности дозы внешнего облучения в большинстве случаев превышает уровни на территориях благоустроенных площадок детских дошкольных учреждений и школ. Также в период летних каникул дети помогают родителям в сельскохозяйственных работах и сборе лесных грибов и ягод. В этой связи дозы внешнего облучения детей могут быть выше средних значений по населенному пункту.

В рационе питания детей сельских населенных пунктов преобладают продукты, выращенные в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ), которые зачастую не подвергаются радиационному контролю, поэтому поступление радионуклидов в их организм может быть выше, чем у городских детей.

Из вышесказанного становится понятной значимость и необходимость проведения мониторинга доз облучения детского населения.

Особенности оценки доз внешнего облучения детей

Мониторинг внешнего облучения детей на загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территориях имеет определенные особенности как в проведении самих измерений, так и в последующей их интерпретации. Могут быть использованы два метода измерений, позволяющие оценить величину годовой эффективной дозы:

1. Измерение мощностей доз гамма-излучения в различных локациях населенных пунктов (НП);

2. Измерение индивидуальных доз внешнего излучения за период контроля (индивидуальный дозиметрический контроль).

В обоих случаях для интерпретации результатов измерений (мощность дозы в воздухе или индивидуальная доза за период контроля) в терминах годового значения эффективной дозы необходимы дополнительные данные. В первом случае – это коэффициенты перехода от мощности дозы в воздухе к мощности эффективной дозы и режимы поведения, т.е. доля времени, проводимая детьми разного возраста в тех локациях внутри и вне НП, где проводятся измерения мощности дозы и защитные факторы антропогенной среды. Во втором случае – это коэффициенты перехода от показаний индивидуальных дозиметров к эффективной дозе, значения сезонных факторов, позволяющих перейти от измеренных значений индивидуальной дозы за период контроля к её годовому значению.

Оценка доз внешнего облучения детей на основе результатов измерений мощностей доз в воздухе в различных локациях НП

Для оценки среднегодового режима поведения детей используются результаты опросов о времени пребывания детей в различных локациях НП в различные календарные сезоны года: зима, весна, лето, осень. Режимы поведения дошкольников получают путем опроса взрослых членов семьи. Учащихся младших классов целесообразно

опрашивать вместе с их родителями, а учащихся старших классов отдельно. Для уточнения времени пребывания детей в детском саду и в школе дополнительно опрашивается персонал соответствующих детских учреждений (воспитатели, учителя).

Список локаций (мест) внутри НП и в его ареале, где необходимо проводить измерения мощности дозы с целью последующей оценки дозы внешнего облучения детей различного возраста, отличается от аналогичного списка для взрослого населения. В качестве производственных помещений в этом случае выступают школы и детские сады.

Обязательно проводятся измерения на детских и спортивных площадках, находящихся на территории детских садов и школ. Точки измерения в зоне отдыха выбираются исходя из того, в каких местах в ареале НП предпочитают проводить свободное время учащиеся (берег реки или озера, парк, луг и т.д.).

После проведения измерений мощностей доз в воздухе в указанных локациях в НП и его ареале значение годовой эффективной дозы для *i*-й детской группы рассчитывают по формуле:

$$E_i^{ext} = 8.76 \cdot 10^{-3} \cdot K^S \cdot K_i^E \cdot \sum_j p_{ij} \cdot (D_{j,tot} - D_{j,0}) \quad \text{мЗв}, \quad (1)$$

где:

$D_{j,tot}$ – значения мощности дозы гамма-излучения, измеренной в отсутствие снежного покрова на высоте 1 м над подстилающей поверхностью в *j*-х локациях НП и его ареала, нГр/час;

$D_{j,0}$ – соответствующие значения природного фона в *j*-х локациях НП и его ареала, нГр/час;

p_{ij} – факторы поведения, представляющие собой долю времени, в течение которого представители *i*-й детской группы находятся в *j*-й локации НП, отн. ед.;

K_i^E – коэффициенты перехода от значения поглощенной дозы в воздухе на высоте 1 м к величине эффективной дозы для *i*-й детской группы, Зв/Гр;

K^S – среднегодовой коэффициент влияния снежного покрова на величину эффективной дозы, отн. ед. (принимается равным 0,9) [4].

Коэффициенты перехода от значения поглощенной дозы в воздухе на высоте 1 м к величине эффективной дозы для данного поля излучения зависят от массы (возраста) человека. Их значения, усредненные по массе (возрасту) детей дошкольных групп и группы «учащиеся», равны 0,85 Зв/Гр и 0,75 Зв/Гр соответственно [5].

Расчет годовой дозы внешнего облучения по формуле (1) проводится при условии, что ребенок не выезжает из НП в течение всего года. В случае выезда ребенка в течение года на отдых или лечение на незагрязненные территории значение уменьшенной годовой дозы внешнего облучения можно оценить по модифицированной формуле:

$$E_i^{ext} = 10^{-6} \cdot \left\{ \left[(273 - N_{0-3}) \cdot 24 \cdot K_{0-3}^S \cdot K_i^E \cdot \sum_j p_{ij}^{0-3} \cdot (D_{j,tot} - D_{j,0}) \right] + \left[(92 - N_{л}) \cdot 24 \cdot K_i^E \cdot \sum_j p_{ij}^{л} \cdot (D_{j,tot} - D_{j,0}) \right] \right\} \quad \text{мЗв}, \quad (2)$$

где: $p_{ij}^{л}, p_{ij}^{0-3}$ – факторы поведения в летний и осенне-зимний сезоны соответственно;

92 и 273 – количество дней в летний и осенне-зимний сезоны соответственно;

$N_{л}, N_{0-3}$ – количество дней в летний и осенне-зимний сезоны, когда ребенок выезжал из НП;

24 – количество часов в сутках;

K_{0-3}^S – осенне-зимний коэффициент влияния снежного покрова на величину эффективной дозы, отн. ед. (принимается равным 0,8) [6].

Остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

Оценка доз внешнего облучения детей на основе результатов измерений с помощью индивидуальных дозиметров

Общая процедура проведения измерений методом индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) и их интерпретация у детей остаются такими же, как у взрослого населения. Применительно к детскому контингенту существует ряд особенностей, указанных ниже:

1. Индивидуальные дозиметры, предназначенные для дошкольников и школьников младших классов, выдают их родителям для последующей передачи детям. Родителей инструктируют о правилах обращения и ношения индивидуальных дозиметров.

При проведении измерений у детей, посещающих детские учреждения (детский сад, школа и др.), желательно также дополнительно выдавать индивидуальные дозиметры персоналу детского учреждения. Аналогично при проведении ИДК у группы дошкольников, не посещающих детские учреждения, желательно дополнительно выдавать дозиметры их матерям (бабушкам).

Во всех случаях выдачу индивидуальных дозиметров следует совмещать с измерениями содержания радионуклидов в организме с помощью счетчика излучения человека (СИЧ) и с проведением анкетирования населения с целью установления режима поведения и рациона питания.

2. Оценка вклада в показания индивидуального дозиметра гамма-излучения природных источников производится по формуле:

$$D_n = T_d \cdot 10^{-3} \cdot \left[0,84 \cdot D_k^0 \cdot (T^A \cdot K_k^A + (1 - T^A)) + \left[K_{экр}^{np} \cdot 0,95 \cdot (T^A \cdot D_n^A + (1 - T^A) \cdot D_n^0) \right] \right] \quad \text{мкГр}, \quad (3)$$

где: T_d – время ношения индивидуального дозиметра, ч;

D_k^0 – значение мощности поглощенной дозы космического излучения в воздухе на открытой местности, нГр/час;

D_n^0 – значение мощности поглощенной дозы гамма-излучения природных радионуклидов в воздухе на открытой местности, нГр/час;

D_n^A – значение мощности поглощенной дозы гамма-излучения природных радионуклидов в воздухе внутри зданий, нГр/час;

K_k^A – коэффициент ослабления космического излучения зданиями ($K_k^A = 0,96$ для деревянных зданий, $K_k^A = 0,9$ для каменных зданий);

T^A – доля времени пребывания человека в помещении, отн. ед.

В формуле (3) значение коэффициента ослабления гамма-излучения природных радионуклидов $K_{экр}^{np}$ телом ребенка отличается от такового для взрослого населения

и равно 0,95 и 0,85 для дошкольников и учащихся соответственно. Допустимо считать, что космическое излучение не ослабляется телом ребенка и его вклад в показания индивидуального дозиметра равен его вкладу в дозу в воздухе.

3. Если индивидуальные дозиметры откалиброваны в терминах эквивалента индивидуальной дозы $H_p(10)$, то величина, получаемая после вычитания из измеренной индивидуальной дозы вклада природного излучения, является приемлемой оценкой чернобыльского компонента эффективной дозы. Дополнительная погрешность не превышает 5%.

4. Для оценки чернобыльского компонента годовой эффективной дозы в течение года необходимо провести два месячных цикла измерений, один – в летний период времени, а второй – осенью или весной в отсутствие снежного покрова. Это связано прежде всего со значительными сезонными изменениями режимов поведения детей, особенно школьников. Тогда значение годовой эффективной дозы внешнего облучения E_{ext} рассчитывается по формуле:

$$E_{ext} = 3 \cdot D_{идк}^л + 7,2 \cdot D_{идк}^{О-В}, \text{ мЗв} \quad (4)$$

где: $D_{идк}^л$ – значение дозы, измеренной в течение месяца в летний период времени индивидуальным дозиметром, откалиброванным в терминах эквивалента индивидуальной дозы $H_p(10)$ за вычетом вклада природного излучения, мЗв;

$D_{идк}^{О-В}$ – значение дозы, измеренной в течение месяца в осенне-весенний период времени индивидуальным дозиметром, откалиброванным в терминах эквивалента индивидуальной дозы $H_p(10)$ за вычетом вклада природного излучения, мЗв.

Особенности оценки доз внутреннего облучения детей

Для оценки доз внутреннего облучения детей используют инструментальные и расчетные методы. Дозу внутреннего облучения оценивают по данным СИЧ-измерений, на основании результатов мониторинга радиоактивного загрязнения пищевых продуктов и данных о структуре рационов питания, а также по результатам измерения содержания радионуклидов в пробах мочи.

Особенности проведения измерений детей на СИЧ

При проведении измерений детей на СИЧ существует специфика, обусловленная аппаратурно-методическими особенностями обеспечения достоверности получаемых результатов.

Так как размеры тела ребенка меньше, чем у взрослого, то любое его смещение при измерении на СИЧ приводит к частичному (вплоть до полного) уходу измеряемого объема тела из зоны чувствительности детектора и, соответственно, к значительно большей погрешности получаемого результата. Поэтому при проведении измерения необходимо тщательно следить за стабильностью положения ребенка по отношению к детектору. При возрасте ребенка до 2 лет может применяться его фиксация на СИЧ посредством ремней, ложементов и т.п.

Для получения калибровочных характеристик СИЧ, обеспечивающих приемлемое качество результатов измерений, при проведении измерения детей необхо-

димо использовать гомогенные фантомы тела человека разного веса. В их числе должно быть не менее трех «детских» фантомов (5–10–20 кг), поскольку при массе 6–15 кг происходит быстрое увеличение калибровочного коэффициента.

При проведении измерений в геометрии «сидя» особое внимание следует обращать на то, чтобы ребенок сидел строго по центру кресла и не смещался во время проведения измерения.

При измерениях на СИЧ детей массой менее 20 кг минимальная детектируемая активность (МДА) резко уменьшается с уменьшением массы тела ребенка. Эффективность регистрации (обратная величина калибровочного коэффициента), наоборот, резко возрастает при снижении массы тела за счет измерения все большей и большей его части и уменьшения эффективного расстояния от детектора, вплоть до измерения практически всего тела ребенка (маленький ребенок почти целиком находится в зоне чувствительности детектора). Минимальная детектируемая удельная активность (МДУА) при этом возрастает, но не столь стремительно, так как линейно связана с этими компенсирующими друг друга параметрами.

Особенности радиационного мониторинга пищевых продуктов при проведении оценок доз внутреннего облучения детей

Имеется ряд пищевых продуктов, потребление которых дает наибольший вклад в дозу внутреннего облучения (дозообразующие пищевые продукты). Для жителей территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на ЧАЭС, к основным дозообразующим пищевым продуктам относятся молоко, грибы, ягоды лесные, рыба из местных водоемов, картофель [7, 8].

Для выполнения расчетов доз внутреннего облучения детского населения, проживающего на загрязненных территориях, следует использовать данные о содержании радионуклидов ^{137}Cs в основных дозообразующих пищевых продуктах, а также данные о потреблении детьми этих пищевых продуктов. Учитывая то, что многие дети большую часть года питаются, как правило, не только домашними продуктами, но и продуктами, поставляемыми в детские учреждения, при проведении оценок доз внутреннего облучения детей необходимо использовать указанную информацию, как для пищевых продуктов, произведенных в ЛПХ, так и для пищевых продуктов, поставляемых в детские учреждения.

Особенности проведения опросов о рационах питания детей

Опросы населения о рационах питания должны включать качественные и количественные характеристики потребления жителями НП пищевых продуктов местного происхождения. Формирование дозы внутреннего облучения детей чернобыльских территорий происходит в основном за счет потребления сельскохозяйственных пищевых продуктов (молоко, мясо домашнего скота и птицы, картофель) и пищевых продуктов природного происхождения (грибы, ягоды лесные, рыба из местных водоемов). Форма опросной карты о рационе питания должна быть построена с учетом потребления основных дозообразующих продуктов. При ее составлении необходимо учесть особенность питания детей организованных

детских коллективов, в частности, долю потребления пищевых продуктов сети общественного питания в дни посещения детского учреждения.

Заполнение опросных карт о рационах питания детей проводится со слов взрослого члена семьи. Допускается заполнение опросных карт со слов опрашиваемого ребенка, возраст которого превышает 14 лет.

По результатам проведенных опросов оценивается среднее потребление основных дозообразующих пищевых продуктов местного происхождения по группам детей. Уточнение рационов питания детей проводится и корректируется не реже одного раза в 5 лет.

Оценка доз внутреннего облучения детей радионуклидами ¹³⁷Cs

Оценку средней годовой эффективной дозы внутреннего облучения детей, принадлежащих к *i*-й возрастной группе $E_{food}^{int}(i)$, по результатам анализа содержания радионуклидов ¹³⁷Cs в пробах основных дозообразующих пищевых продуктов местного происхождения, а также с учетом данных опроса о потреблении пищевых продуктов в данной возрастной группе, осуществляют по формуле (5):

$$E_{food}^{int}(i) = \sum_r d_r(i) \cdot \sum_k A_{rk} V_k^{эфф}(i) \cdot K_k, \text{ мЗв/год}, \quad (5)$$

где: A_{rk} – средняя удельная активность радионуклида *r* (¹³⁷Cs) в *k*-м пищевом продукте, Бк/кг;

$V_k^{эфф}(i)$ – эффективное среднее годовое потребление *k*-го местного пищевого продукта детьми *i*-й возрастной группы, учитывающее вклад в дозу других продуктов рациона питания, кг/год;

K_k – коэффициент снижения содержания радионуклида в готовом *k*-м пищевом продукте по сравнению с исходным, вследствие его кулинарной обработки, отн. ед.; $K_k=1,0$ для молока, $K_k=0,8$ для картофеля, $K_k=0,5$ для грибов;

$d_r(i)$ – дозовый коэффициент для поступления радионуклида *r* с пищевыми продуктами в организм ребенка *i*-й возрастной группы, мЗв/Бк. Численные значения $d_r(i)$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Численные значения дозовых коэффициентов инкорпорированных ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr при поступлении с пищевыми продуктами в организм детей, мЗв/Бк

Группа детей*	Радионуклид	
	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
Дошкольники	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$6,0 \cdot 10^{-5}$
Учащиеся-1	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$
Учащиеся-2	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$

* – дошкольники – дети в возрасте от 1 года до 6 лет включительно, учащиеся-1 – дети в возрасте от 7 до 14 лет включительно, учащиеся-2 – дети в возрасте от 15 до 17 лет включительно.

Расчет эффективного потребления $V_k^{эфф}(i)$ *k*-го пищевого продукта *i*-й группы детей проводится в соответствии с выражением:

$$V_k^{эфф} = \frac{\sum_j A_{rj} \cdot V_j}{A_{rk}}, \quad \text{кг/год} \quad (6)$$

где: A_{rj} – средняя удельная активность радионуклида *r* в *j*-м пищевом продукте, Бк/кг;

V_j – потребление *j*-го пищевого продукта, кг/год;

A_{rk} – средняя удельная активность радионуклидов *r* в *k*-м пищевом продукте детьми *i*-й возрастной группы, Бк/кг.

Оценка доз внутреннего облучения на основе результатов СИЧ-измерений может быть выполнена с использованием формулы:

$$E_{СИЧ}^{137} = k_{СИЧ}(i) \cdot \frac{1}{n(i)} \cdot \sum_{k=1}^n (Q_k(i) / M_k(i)), \text{ мЗв/год} \quad (7)$$

где: $k_{СИЧ}(i)$ – коэффициент перехода от удельной активности ¹³⁷Cs в теле ребенка *i*-й возрастной группы к годовой дозе, мЗв-кг/кБк-год ($k_{СИЧ}(i)=2,3$ для всех возрастных групп);

$Q_k(i)$ – среднее годовое содержание ¹³⁷Cs в организме *k*-го ребенка, принадлежащего к *i*-й возрастной группе, по данным СИЧ-измерений, кБк;

$M_k(i)$ – масса тела *k*-го ребенка из *i*-й возрастной группы, кг;

$n(i)$ – количество обследованных на СИЧ детей, принадлежащих к *i*-й возрастной группе.

Материалы и методы

Оценку средних годовых эффективных доз (СГЭД) внешнего облучения взрослого населения для обследованных НП выполняли путем модельных расчетов согласно МУ 2.6.1.2003-05 [10]. Исходными данными для расчета являются средняя величина поверхностной активности ¹³⁷Cs в почве на территории НП (по данным Росгидромета) и структура жилого фонда, характерная для НП данного типа.

В отношении внешнего облучения детей при проведении дозовых оценок нами использованы полученные из методических рекомендаций [9] расчетные величины отношений доз у детей и взрослых жителей (табл. 2).

Таблица 2

Расчетная оценка среднего отношения текущей средней годовой эффективной дозы внешнего облучения детей к дозе взрослых ($E_{внеш}^{дети} / E_{внеш}^{взрослые}$), отн. ед.

Дошкольники «организованные»*	Дошкольники «неорганизованные»	Школьники	Подростки
0,8/1,0**	1,25/1,0	0,9/1,0	1,0/1,0

* – дошкольники организованные – дети в возрасте от 1 года до 6 лет включительно, посещающие детские дошкольные учреждения, а «неорганизованные» – не посещающие их; школьники – организованные дети в возрасте от 7 до 14 лет включительно; подростки – дети в возрасте от 15 до 17 лет включительно.

** – в числителе – для сельских НП, в знаменателе – для ПГТ и городов.

Согласно [6, 10], оценку доз внутреннего облучения детей выполнили на основании результатов 1434 измерений в Брянской и 100 измерений в Калужской областях на содержание ¹³⁷Cs в организме населения на СИЧ. Как указано выше, оценка доз внутреннего облучения детей на основании результатов измерений на СИЧ не отличается от таковой для взрослых. Поэтому для всех групп населения оценка СГЭД проводилась таким же способом.

Оценку доз внутреннего облучения детей и взрослого населения в Рязанской области выполнили на основе результатов анализа 225 проб основных дозообразующих пищевых продуктов местного происхождения на содержание радионуклидов ¹³⁷Cs в них, а также с учетом результатов анкетирования 79 человек об уровнях потребления пищевых продуктов в определенной возрастной группе.

Результаты и обсуждение

В результате нашей летней экспедиции в 2010 г. были обследованы: 40 НП Брянской области, плотность радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs которых находится в диапазоне от 4,4 до 27,3 Ки/км², 15 НП Калужской области с

плотностью радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs в диапазоне от 1,4 до 5,5 Ки/км² и 11 НП Рязанской области с плотностью радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs в диапазоне от 1,1 до 3,4 Ки/км². Все эти НП отнесены к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации № 1582. Полученные в обследованных НП средние текущие дозы облучения детей различных возрастных групп и взрослых усреднены по субъектам России (табл. 3).

На рисунках 1–3 показаны гистограммы средних годовых эффективных доз внутреннего, внешнего и суммарного облучения взрослых жителей и различных возрастных групп детей трех обследованных областей России.

Таблица 3

Средние годовые эффективные дозы облучения различных групп населения в обследованных субъектах РФ в 2010 г., мЗв/год

Область	Возрастная* категория	СГЭД _{внутр}		СГЭД _{внешн}		СГЭД _{сумм}	
		Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднее значение	Стандартное отклонение
Брянская	Взрослые	0,07	0,07	0,34	0,22	0,41	0,23
	Дошкольники	0,04	0,03	0,35	0,24	0,39	0,25
	Учащиеся-1	0,06	0,06	0,32	0,21	0,38	0,21
	Учащиеся-2	0,12	0,12	0,32	0,21	0,44	0,24
Калужская	Взрослые	0,02	0,01	0,18	0,05	0,20	0,05
	Дошкольники	0,01	0,01	0,18	0,06	0,19	0,06
	Учащиеся-1	0,03	0,04	0,16	0,04	0,19	0,05
	Учащиеся-2	0,04	0,04	0,16	0,04	0,20	0,06
Рязанская	Взрослые	0,06	0,04	0,10	0,03	0,16	0,04
	Дошкольники	0,01	0,01	0,10	0,04	0,11	0,04
	Учащиеся-1	0,03	0,02	0,09	0,03	0,12	0,03
	Учащиеся-2	0,05	0,04	0,09	0,03	0,14	0,04

* – взрослые – лица от 18 лет и старше, дошкольники – дети в возрасте от 1 года до 6 лет включительно, учащиеся-1 – дети в возрасте от 7 до 14 лет включительно, учащиеся-2 – дети в возрасте от 15 до 17 лет включительно.

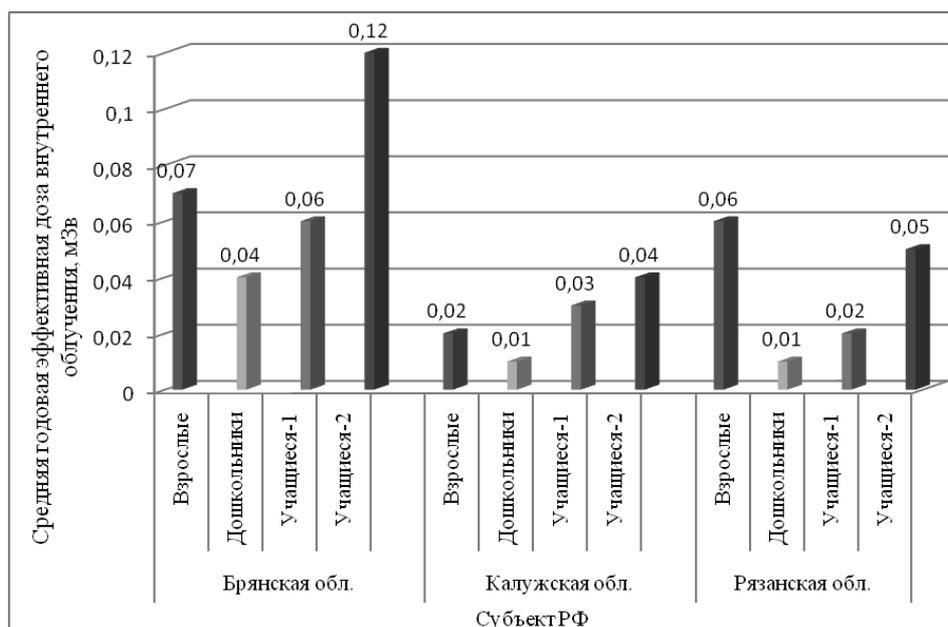


Рис. 1. Средние годовые эффективные дозы внутреннего облучения различных групп населения в обследованных субъектах РФ в 2010 г., мЗв/год

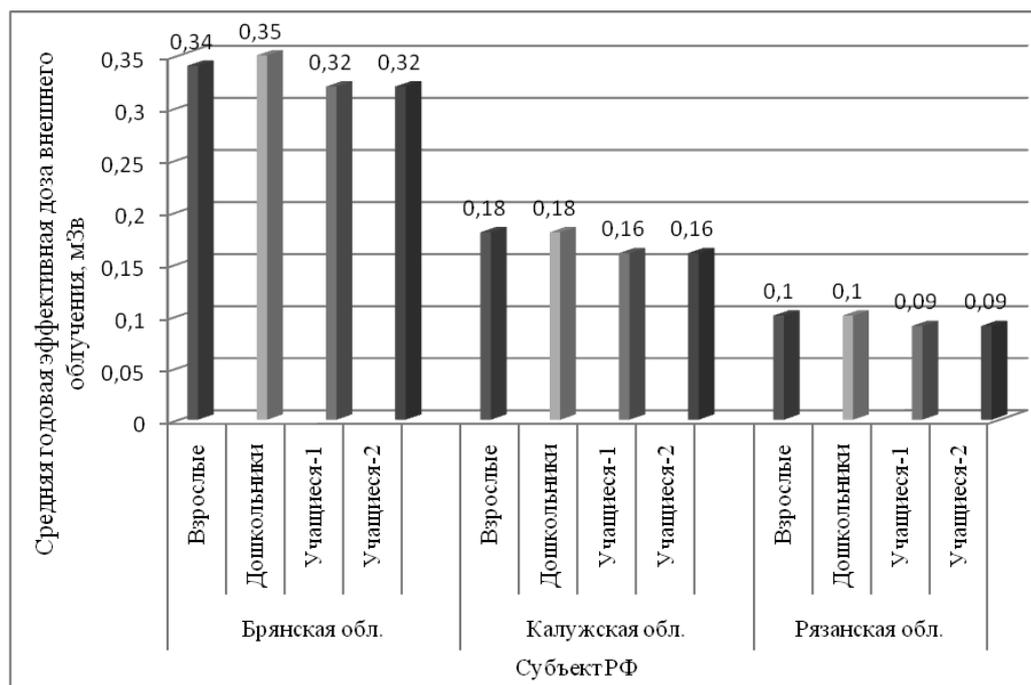


Рис. 2. Средние годовые эффективные дозы внешнего облучения различных групп населения в обследованных субъектах РФ в 2010 г., мЗв/год

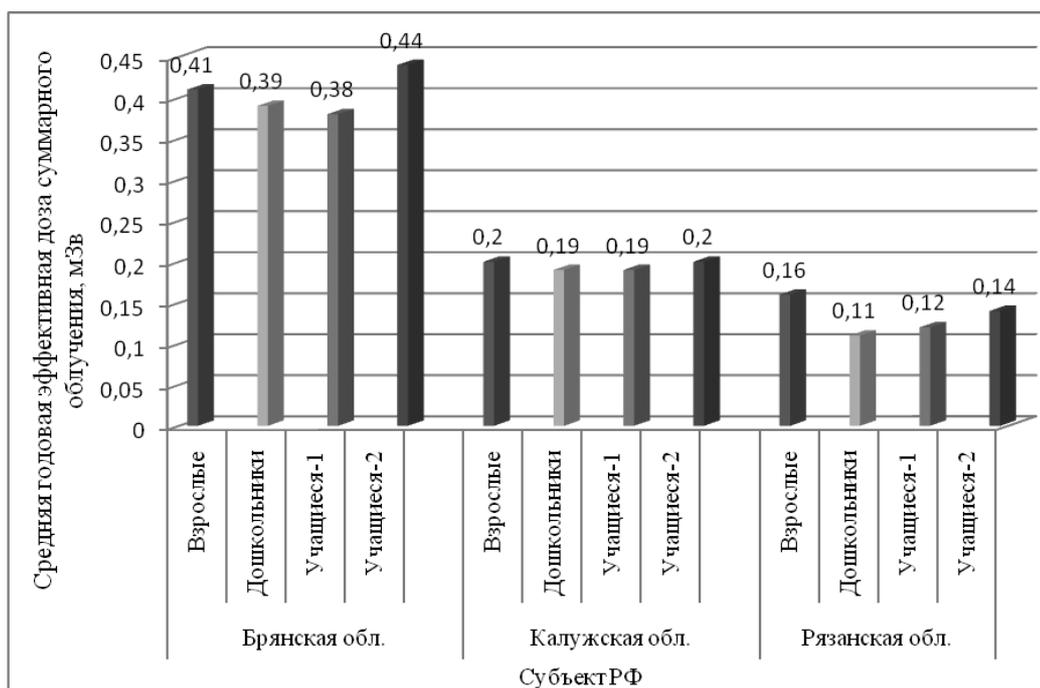


Рис. 3. Средние годовые эффективные дозы суммарного облучения различных групп населения в обследованных субъектах РФ в 2010 г., мЗв/год

Из рисунка 1 видно, что СГЭД внутреннего облучения детей Брянской области, отнесенных к группе «учащиеся-2», выше, чем у взрослых, так же, как и у детей Калужской области, отнесенных к группам «учащиеся-1» и «учащиеся-2».

Что касается СГЭД внешнего облучения детей (рис. 2), то у группы «дошкольники» в Брянской области доза внешнего облучения превышает таковую у взрослых. В Калужской области у группы дошкольников доза внешнего облучения со-

поставима с таковой у группы взрослых. В Рязанской области дозы внешнего облучения детей всех рассматриваемых групп сопоставимы с дозами взрослого населения.

Уровни СГЭД суммарного облучения старшего класса (учащиеся-2) в Брянской области выше, чем у взрослых и детей других возрастных групп. В других областях суммарные дозы мало отличаются от таковых у взрослых.

Заключение

Изложенная методология детально описана в разработанных нами методических рекомендациях «Оценка доз облучения детей, проживающих на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС» [6]. На основе данных рекомендаций нами были рассчитаны средние годовые эффективные дозы облучения детей, проживающих в населенных пунктах пяти областей, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 г. «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС».

Полученные результаты свидетельствуют о том, что средние годовые эффективные дозы облучения детей практически не отличаются от таковых у взрослых жителей обследованных НП. Однако дозы внутреннего облучения детей старше 14 лет, проживающих на территориях Брянской и Калужской областей, практически в два раза выше, чем у взрослого населения и детей младших возрастных групп.

Литература

- Вакуловский, С.М. Атлас радиоактивного загрязнения Европейской части России, Белоруссии и Украины после аварии на ЧАЭС / С.М. Вакуловский [и др.]; науч. рук. Ю.А. Израэль. – М.: ИГКЭ Росгидромета, Роскартография, 1998.
- База данных загрязнения территорий населенных пунктов Российской Федерации 137Cs на 01.01.2006. – Электронные ресурсы: официальный сайт Росгидромет.
- Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ): пер с англ. / под общей ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. – М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. – 312 с.
- Golikov, V.Yu. Estimation of external gamma radiation doses to the population after the Chernobyl accident / V.Yu. Golikov, M.I. Balonov, A.V. Ponomarev // Chernobyl Papers. – 1993. – V. 1. – P. 247–288.
- Golikov, V.Yu. External Exposure of the Population Living in Areas of Russia Contaminated due to the Chernobyl Accident / V.Yu. Golikov, M.I. Balonov, P. Jacob // Radiat. Environ. Biophysics. – 2002. – № 41, 10. – P. 185–193.
- Методические рекомендации «Оценка доз облучения детей, проживающих на территориях, радиоактивно загрязненных вследствие аварии на Чернобыльской АЭС». (МР 2.6.1.0007-10). – М.: Федеральный Центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 31 с.
- Shutov, V.N. Appropriatenesses of the reduction of caesium-137 and strontium-90 transfer factors from soil in agricultural and natural foodstuffs after radioactive fallout / V.N. Shutov [et al.] // International conference on radioactivity in the environment (1–5 September 2002): book of extended abstracts. – Monaco: edited by Strand P., Borretzen P., Jolle T., 2002. – P. 460.
- Кадука, М.В. Роль грибов в формировании дозы внутреннего облучения населения после аварии на Чернобыльской АЭС. Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий / М.В. Кадука [и др.] // Сб. тез. международной конф. (5–6 декабря 2005 г., Москва). – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – Т.3. – С. 230–239.
- Радиационный мониторинг доз облучения населения территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС : методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности. – М.: ФГУН НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева Роспотребнадзора, 2007. – 70 с.
- Методические указания «Оценка средних годовых эффективных доз облучения критических групп жителей населенных пунктов Российской Федерации, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие аварии на Чернобыльской АЭС» (МУ 2.6.1.2003-05): Оценка доз облучения населения Российской Федерации вследствие аварии на Чернобыльской АЭС: – М.: Минздрав России, 2005. – 180 с.

A.V. Gromov¹, G.Ya. Bruk¹, V.V. Kuchumov², I.K. Romanovich¹

Peculiarities of current dose assessment for children living in the territories radioactively contaminated due to the Chernobyl accident

¹ Federal Scientific Organization «Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev» of Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Well-being, Saint-Petersburg

² Federal Health Organization «Center of Hygiene and Epidemiology of Ryazan region», Ryazan

Abstract. The article outlines peculiarities of current dose assessment for the children living in the territories radioactively contaminated due to the Chernobyl accident. The results of annual exposure dose assessment for the children of various age groups and adult population of three subject territories of the Russian Federation referred to the zones of radioactive contamination are presented. A comparison of obtained estimations is done.

Key words: Chernobyl accident, population, children, external exposure doses, internal exposure doses, average annual effective doses, caesium-137.

Поступила: 17.02.2011 г.

А.В. Громов
Тел (812) 233-53-63
E-mail: irh@ek6663.spb.edu