РАЗДЕЛ 2**НАУЧНЫЕ СТАТЬИ**

DOI: 10.21870/0131-3878-2017-26-1-8-22

Методы и критерии формирования групп повышенного радиационного риска для оказания адресной специализированной медицинской помощи населению России и Республики Беларусь, подвергнутому радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской АЭС

Чекин С.Ю., Максюттов М.А., Кашеев В.В., Меньяло А.Н., Власов О.К., Щукина Н.В., Корело А.М., Туманов К.А.

МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, Обнинск

В данной работе представлена методика выполнения Требования 49 Основных норм безопасности МАГАТЭ, касающаяся определения масштаба мер послевосстановительного контроля в виде оказания адресной специализированной медицинской помощи населению России и Республики Беларусь, подвергнутому радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, с надлежащим учётом остаточных радиационных рисков населения. На основе выбранных контрольных уровней риска (LARF) сформированы группы повышенного радиационного риска из числа лиц, зарегистрированных в Едином чернобыльском регистре России и Беларуси, по основным радиационно-обусловленным заболеваниям: по заболеваемости лейкозами, раком молочной железы и раком щитовидной железы. К группе риска по заболеваемости лейкозами в 2016 г. (31933 человека) относится население с пожизненной атрибутивной долей радиации LARF, превышающей 70%. К группам риска по заболеваемости раком молочной железы относятся 15790 человек, по заболеваемости раком щитовидной железы – 12668 человек, с LARF, превышающей 50% от соответствующих максимальных значений в рассматриваемой популяции в 2016 г. Общая численность групп риска в 2016 г. населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 60391 человек.

Ключевые слова: *существующее облучение, Чернобыльская АЭС, Россия, Республика Беларусь, загрязнённая радионуклидами территория, население, лейкоз, рак молочной железы, рак щитовидной железы, атрибутивная доля радиации, группы риска.*

Современная система радиологической защиты [1, 2] облучение населения, проживающего на загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС территориях, классифицирует как ситуацию существующего облучения. К ситуациям существующего облучения не применяются ограничения и пределы (по дозам или рискам), типичные для ситуаций планируемого облучения, когда источник облучения можно считать управляемым.

Вместо ограничений и пределов международные организации рекомендуют использовать для существующего облучения так называемые референтные (контрольные) уровни, которые устанавливаются на национальном или более низких уровнях управления, исходя из конкретных обстоятельств облучения и мер, требующихся для минимизации ущерба здоровью облучаемых контингентов. В ситуациях существующего облучения рекомендуемый диапазон контрольных уровней составляет от 1 мЗв/год до 20 мЗв/год [1] в терминах эффективной дозы.

Чекин С.Ю.* – зав. лаб.; **Максюттов М.А.** – зав. лаб., к.т.н.; **Кашеев В.В.** – зав. лаб., к.б.н.; **Меньяло А.Н.** – ст. научн. сотр., к.б.н.; **Власов О.К.** – зав. лаб., д.т.н.; **Щукина Н.В.** – ст. научн. сотр.; **Корело А.М.** – ст. научн. сотр.; **Туманов К.А.** – зав. лаб., к.б.н. МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России.

*Контакты: 249036, Калужская обл., Обнинск, ул. Кополёва, 4. Тел.: (484) 399-30-79; e-mail: nrer@obninsk.com.

С другой стороны, Основные нормы безопасности (ОНБ) Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) требуют от регулирующих органов официально устанавливать масштабы и продолжительность мер послевосстановительного контроля «с надлежащим учётом остаточных радиационных рисков» населения [1], Требование 49.

Формально, с учётом номинального коэффициента риска для населения, из российских Норм радиационной безопасности (НРБ-99/2009) [3], равного $5,5 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$, диапазон эффективных доз 1-20 мЗв/год соотносится с темпами роста среднего по популяции радиационного риска злокачественных новообразований (ЗНО) от $5,5 \times 10^{-5}$ /год до $1,1 \times 10^{-3}$ /год. При грубом показателе смертности от ЗНО в России $1,995 \times 10^{-3}$ /год [4], это означает, что контрольная доля радиационно-обусловленной смертности от ЗНО среди всей наблюдаемой смертности от ЗНО (обозначается аббревиатурой LARF, [5]) будет находиться в интервале 2,68-35,5%.

Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ) [2], эффективная доза не может использоваться для оценки радиационных рисков в какой-либо конкретной популяции. Приведённые выше расчёты рисков относятся к референтной композитной популяции, которая использовалась МКРЗ для обоснования системы радиологической защиты [2]. Однако радиационный риск является мерой ущерба здоровью облучаемых контингентов, и контрольные уровни, выраженные в терминах риска, должны быть переносимы между популяциями.

С этой точки зрения ниже рассматривается ситуация облучения населения, проживающего в загрязнённых радионуклидами районах Брянской (Россия) и Гомельской (Республика Беларусь) областей. Контрольные уровни риска устанавливаются для осуществления мер послевосстановительного контроля [1] в виде оказания адресной специализированной медицинской помощи населению. В данном случае контрольный уровень риска является критерием отнесения лиц из населения к группе повышенного радиационного риска (ГР) по той или иной локализации ЗНО.

В качестве контрольного уровня риска и, соответственно, критерия формирования ГР используется пожизненная атрибутивная доля радиации в общем пожизненном риске рассматриваемого злокачественного новообразования (LARF, %) [5].

Указанные направления исследований крайне актуальны, поскольку в научных публикациях было показано повышение частоты онкозаболеваемости у некоторых лиц, подвергшихся радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской АЭС [6-9].

Материалы и методы

Выбор контрольных уровней риска и ГР в данной работе выполнен для лиц из населения загрязнённых районов Брянской и Гомельской областей, зарегистрированных в Едином чернобыльском регистре России и Беларуси (Едином регистре) [10] и доживших до 2016 г. Загрязнёнными районами в Брянской области считаются: Гордеевский, Злынковский, Климовский, Клиновский, Красногорский, Новозыбковский; в Гомельской области: Брагинский, Буда-Кошелевский, Ветковский, Добрушский, Ельский, Кормянский, Наровлянский, Хойникский, Чечерский.

Общая численность населения загрязнённых районов, зарегистрированного в Едином регистре и дожившего до 2016 г., представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Численность населения загрязнённых районов Брянской и
Гомельской областей в 2016 г.**

Пол	Население загрязнённых районов Брянской области, человек	Население загрязнённых районов Гомельской области, человек
Мужской	57718	30653
Женский	75253	39864
Всего	132971	70517

В докладе Научного комитета по действию атомной радиации Организации Объединённых Наций (НКАДР ООН) 2013 г. [11] представлен анализ опубликованных в научной печати данных о радиационных рисках населения, облучённого в молодом возрасте (до 20 лет), условно называемого в докладе «детским» населением. В частности, проанализированы как собственные модели риска НКАДР ООН [5], так и модели риска Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2013 г. [12].

В докладе 2013 г. НКАДР ООН [11] приходит к выводу, что для некоторых локализаций, таких как рак молочной железы, рак щитовидной железы, лейкозы, радиационные риски при облучении в молодом возрасте существенно превышают риски при облучении в старших возрастах. Учитывая, что максимальные дозы, накопленные населением за счёт проживания на загрязнённых территориях России и Республики Беларусь, характерны для лиц, родившихся в 1986 г., рекомендации НКАДР ООН [12] и модели радиационных рисков по локализациям ЗНО [5, 12] особенно актуальны для текущих (в 2016 г.) возрастов населения – 30-50 лет.

Таким образом, в данной работе исследуются критерии формирования ГР по заболеваемости лейкозами, раком молочной железы и раком щитовидной железы, с использованием доли радиации в общем пожизненном риске рассматриваемого злокачественного новообразования (LARF, %) [5].

Пожизненный риск заболеваемости или смертности LR в облучённой группе лиц можно записать в следующем виде:

$$LR(a, \{D\}) = LBR(a) + LAR(a, \{D\}), \quad (1)$$

где a – текущий достигнутый возраст; $\{D\}$ – набор годовых доз облучения населения с 1986 по 2016 гг.; $LBR(a)$ – фоновый (в отсутствие облучения) пожизненный риск; $LAR(a, \{D\})$ – пожизненный атрибутивный риск.

Пожизненная атрибутивная доля радиации в пожизненном риске, $LARF$, является отношением, выраженным в %:

$$LARF(a, \{D\}) = 100\% \cdot LAR(a, \{D\}) / LR(a, \{D\}). \quad (2)$$

Исходные данные для определения групп радиационного риска

Исходными индивидуальными данными об облучённых контингентах лиц, на основе которых рассчитывается LARF, являются:

1. пол и возраст на начало облучения;
2. достигнутый возраст в текущем календарном году;
3. годовая эквивалентная доза гамма-облучения всего тела за каждый календарный год проживания на загрязнённых территориях, или поглощённая в щитовидной железе доза внутреннего облучения от радиоактивных изотопов йода в 1986 г. – при расчёте LARF для рака щитовидной железы;
4. половозрастные показатели заболеваемости лейкозами, раком молочной железы и раком щитовидной железы для населения Брянской и Гомельской областей, на текущий год или на год, ближайший к текущему, если на текущий год показатели недоступны;

5. половозрастные показатели смертности по причине лейкозов, рака молочной железы и рака щитовидной железы для населения Брянской и Гомельской областей, на текущий год или на год, ближайший к текущему, если на текущий год показатели недоступны;
6. половозрастные показатели смертности от всех причин для населения Брянской и Гомельской областей, на текущий год или на год, ближайший к текущему, если на текущий год показатели недоступны;
7. индивидуализированные для заданного пола и достигнутого возраста значения LAR, вычисленные на основе рекомендованных международными организациями моделей риска [5, 12].

Определение групп радиационного риска проводится по следующим шагам.

1) Для населения Брянской и Гомельской областей необходимые половозрастные показатели заболеваемости и смертности на текущий год (или на год, ближайший к текущему, если на текущий год показатели недоступны) находятся по доступным национальным статистическим данным для этих областей. Если по доступным национальным данным ширина возрастных групп по достигнутому возрасту a превышает один год, внутри каждой такой возрастной группы показатель заболеваемости считается постоянным.

2) Этот набор показателей применяется проспективно для календарных лет, следующих за текущим.

3) В текущем календарном году каждой половозрастной группе населения ставится в соответствие пожизненная атрибутивная доля радиации в пожизненном риске (2).

$$LARF^i(a, g, \{D\}^i) = LAR^i(a, g, \{D\}^i) / LR(a, g, \{D\}^i), \quad (3)$$

где i – индекс района; a – достигнутый возраст в половозрастной группе на момент формирования ГР; g – возраст на начало облучения в половозрастной группе; $\{D\}^i$ – набор эквивалентных годовых доз облучения для i -го района, в Зв (или поглощённая доза в щитовидной железе, Гр); $LAR^i(a, g, \{D\}^i)$ – пожизненный атрибутивный риск для i -го района в половозрастной группе.

4) Проводится усреднение величины $LARF^i(a, g, \{D\}^i)$ по возрасту на начало облучения g :

$$LARF^i(a, \{D\}^i) = Avg_g(LARF^i(a, g, \{D\}^i)). \quad (4)$$

Если возраст на начало облучения g в возрастной группе (a) одинаков для всех членов группы (в отсутствие миграции), усреднение тривиально.

5) Критерием для определения ГР в текущем году является пороговая величина $LARF$, равная некоторой определённой (для каждой локализации ЗНО) доле от её максимального значения в рассматриваемой популяции в текущем году; к ГР относится группа населения, для которой в текущем году превышен этот установленный пороговый критерий.

6) Значения критерия $LARF$ для определения ГР выбираются для конкретной локализации ЗНО, исходя из практических возможностей оказания адресной специализированной медицинской помощи населению России или Республики Беларусь. При этом принимается во внимание наличие выраженных максимумов на диаграмме рассеяния (достигнутый возраст – $LARF$) – рис. 1а-6а, а также зависимость размера (численности) ГР от значения критерия $LARF$ – рис. 1б-6б.

7) Значение критерия $LARF$ должно превышать 50% от глобального максимума из значений $LARF^i(a, \{D\}^i)$ (4) на всём интервале достигнутых в прогнозируемом году возрастов a для заданного населения России или Республики Беларусь:

$$LARF > 0,5 \cdot Max_{a,i}(LARF^i(a, \{D\}^i)). \quad (5)$$

Результаты

Диаграммы рассеяния (достигнутый возраст – LARF) приведены на рис. 1а-6а, а зависимость численности ГР от значения критерия LARF – на рис. 1б-6б.

Рис. 1а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Брянской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости лейкозами).

Рис. 1б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Брянской области (для радиационного риска заболеваемости лейкозами).

Рис. 2а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Гомельской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости лейкозами).

Рис. 2б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Гомельской области (для радиационного риска заболеваемости лейкозами).

Рис. 3а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Брянской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости раком молочной железы).

Рис. 3б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Брянской области (для радиационного риска заболеваемости раком молочной железы).

Рис. 4а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Гомельской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости раком молочной железы).

Рис. 4б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Гомельской области (для радиационного риска заболеваемости раком молочной железы).

Рис. 5а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Брянской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости раком щитовидной железы).

Рис. 5б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Брянской области (для радиационного риска заболеваемости раком щитовидной железы).

Рис. 6а. Пожизненные атрибутивные доли (LARF) по загрязнённым районам Гомельской области в зависимости от достигнутого в 2016 г. возраста (для радиационного риска заболеваемости раком щитовидной железы).

Рис. 6б. Размер группы риска в зависимости от критерия LARF для загрязнённых районов Гомельской области (для радиационного риска заболеваемости раком щитовидной железы).

ГР по заболеваемости лейкозами в 2016 г. представляют те половозрастные группы населения, для которых сопоставленные им атрибутивные доли $\{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\}$ (4) составляют более 70% от глобального максимума из всего набора величин $LARF_s^i(a, \{D\}^i)$ для всех половозрастных групп и районов проживания населения в 2016 г.:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,7 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)).$$

1) $LARF > 9,84\%$ – для мужского населения загрязнённых районов Брянской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,7 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,7 \cdot 14,05\% = 9,84\%;$$

2) $LARF > 8,84\%$ – для женского населения загрязнённых районов Брянской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,7 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,7 \cdot 12,63\% = 8,84\%;$$

3) $LARF > 18,36\%$ – для мужского населения загрязнённых районов Гомельской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,7 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,7 \cdot 26,23\% = 18,36\%;$$

4) $LARF > 17,14\%$ – для женского населения загрязнённых районов Гомельской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,7 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,7 \cdot 24,48\% = 17,14\%.$$

Численность ГР в Брянской области составляет 21423 человека (6073 мужчин и 15350 женщин). Численность ГР в Гомельской области составляет 10570 человек (4473 мужчин и 6097 женщин). Численность ГР в 2016 г. по заболеваемости лейкозами населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 31933 человека.

ГР по заболеваемости раком молочной железы в 2016 г. представляют те возрастные группы женского населения, для которых сопоставленные им атрибутивные доли $\{LARF^i(a, \{D\}^i)\}$ (4) составляют более 50% от глобального максимума из всего набора величин $LARF^i(a, \{D\}^i)$ для всех возрастных групп и районов проживания женского населения в 2016 г.:

$$\{i, a\} \in \Gamma_i: \{LARF^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF^i(a, \{D\}^i)).$$

1) $LARF > 6,54\%$ – для женского населения загрязнённых районов Брянской области:

$$\{i, a\} \in \Gamma_i: \{LARF^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 13,08\% = 6,54\%;$$

2) $LARF > 12,91\%$ – для женского населения загрязнённых районов Гомельской области:

$$\{i, a\} \in \Gamma_i: \{LARF^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 25,82\% = 12,91\%.$$

Численность ГР в Брянской области составляет 9536 человек. Численность ГР в Гомельской области составляет 6254 человека. Численность ГР в 2016 г. по заболеваемости раком молочной железы женского населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 15790 человек.

ГР по заболеваемости раком щитовидной железы в 2016 г. представляют те половозрастные группы населения, для которых сопоставленные им атрибутивные доли $\{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\}$ (4) составляют более 50% от глобального максимума из всего набора величин $LARF_s^i(a, \{D\}^i)$ для всех половозрастных групп и районов проживания населения в 2016 г.:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)).$$

1) $LARF > 35,33\%$ – для мужского населения загрязнённых районов Брянской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 70,65\% = 35,33\%;$$

2) $LARF > 35,94\%$ – для женского населения загрязнённых районов Брянской области:

$$\{i, s, a\} \in \Gamma_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 71,87\% = 35,94\%;$$

3) $LARF > 30,98\%$ – для мужского населения загрязнённых районов Гомельской области:

$$\{i, s, a\} \in GP_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 26,23\% = 13,115\%;$$

4) $LARF > 33,28\%$ – для женского населения загрязнённых районов Гомельской области:

$$\{i, s, a\} \in GP_{i,s}: \{LARF_s^i(a, \{D\}^i)\} > 0,5 \cdot \text{Max}_{a,i} (LARF_s^i(a, \{D\}^i)) = 0,5 \cdot 66,56\% = 33,28\%.$$

Численность ГР в Брянской области составляет 10473 человека (4547 мужчин и 5926 женщин). Численность ГР в Гомельской области составляет 2195 человек (940 мужчин и 1255 женщин). Численность ГР в 2016 г. по заболеваемости раком щитовидной железы населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 12668 человек.

Суммарная численность групп повышенного радиационного риска в 2016 г. по заболеваемости лейкозами, раком молочной железы и раком щитовидной железы населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 60391 человек.

Заключение

На основе выбранных контрольных уровней риска (LARF) сформированы группы повышенного радиационного риска из числа лиц, зарегистрированных в Едином регистре, по основным радиационно-обусловленным заболеваниям: по заболеваемости лейкозами, раком молочной железы и раком щитовидной железы. К группе риска по заболеваемости лейкозами в 2016 г. (31933 человека) относится население с пожизненной атрибутивной долей радиации LARF, превышающей 70%; а к группам риска по заболеваемости раком молочной железы (15790 человек) и раком щитовидной железы (12668 человек) – с LARF, превышающей 50% от соответствующих максимальных значений в рассматриваемой популяции в 2016 г.; общая численность групп риска в 2016 г. населения, проживающего на загрязнённых территориях Брянской и Гомельской областей, составляет 60391 человек.

В данной работе разработана методика выполнения Требования 49 ОНБ МАГАТЭ [1], касающаяся определения масштаба мер послевосстановительного контроля в виде оказания адресной специализированной медицинской помощи населению России и Республики Беларусь, подвергшемуся радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, с надлежащим учётом остаточных радиационных рисков населения.

Работа выполнена в 2016 г. в рамках Программы совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства на период до 2016 г. по теме «Формирование групп повышенного радиационного риска на основе комплексного анализа данных Единого чернобыльского регистра России и Беларуси, включающего уточненные оценки радиационных рисков и прогноз отдалённых медицинских радиологических последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции для граждан России и Беларуси, подвергшихся радиационному воздействию вследствие чернобыльской катастрофы».

Литература

1. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности, часть 3. Вена: МАГАТЭ, 2015. 518 с.
2. Публикация 103 МКРЗ: пер. с англ. /под общей ред. М.Ф. Киселёва и Н.К. Шандалы. М.: Изд. ООО ПКФ «Алана», 2009. 312 с.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). СанПин 2.6.1.2523-09. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
4. Злокачественные новообразования в России в 2014 году (заболеваемость и смертность) /под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. М., 2016. 250 с.
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2006 Report Vol. I, Annex A: Epidemiological studies of radiation and cancer. New York: United Nation, 2008.
6. **Ivanov V.K., Tsyb A.F., Konogorov A.P., Rastopchin E.M., Khait S.E.** Case-control analysis of leukaemia among Chernobyl accident emergency workers residing in the Russian Federation, 1986-1993 //J. Radiol. Prot. 1997. V. 17, N 3. P. 137-157.
7. **Ivanov V.K., Tsyb A.F., Petrov A.V., Maksioutov M.A., Shilyaeva T.P., Kochergina E.V.** Thyroid cancer incidence among liquidators of the Chernobyl accident: absence of dependence of radiation risks on external radiation dose //Radiat. Environ. Biophys. 2002. V. 41, N 3. P. 195-198.
8. **Kesminiene A., Evrard A-S., Ivanov V.K., Malakhova I.V., Kurtinaitise J., Stengrevics A., Tekkel M., Chekin S., Drozdovitch V., Gavrilin Y., Golovanov I., Kryuchkov V.P., Maceika E., Mirkhaidarov A.K., Polyakov S., Tenet V., Tukov A.R., Byrnes G., Cardis E.** Risk of thyroid cancer among Chernobyl liquidators //Radiat. Res. 2012. V. 178. P. 425-436.
9. **Ivanov V.K., Gorski A.I., Tsyb A.F., Maksioutov M.A., Tumanov K.A., Vlasov O.K.** Radiation-epidemiological studies of thyroid cancer incidence among children and adolescents in the Bryansk oblast of Russia after the Chernobyl accident (1991-2001 follow-up period) //Radiat. Environ. Biophys. 2006. V. 45, N 1. P. 9-16.
10. **Максютов М.А., Корело А.М., Туманов К.А., Иванов В.К.** Банк радиологических данных Единого чернобыльского регистра России и Беларуси //Медицинские радиологические последствия Чернобыля: прогноз и фактические данные спустя 30 лет: сборник тезисов международной научно-практической конференции. Обнинск, 17-19 мая 2016 г. С. 90. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.radiation-and-risk.com/abstracts.pdf> (дата обращения 2.09.2016 г.).
11. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 Report Vol. II, Scientific Annex B: Effects of radiation exposure of children. New York: United Nations, 2013.
12. Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. World Health Organization, 2013.

Methods and criteria for selecting groups at risk of cancer from population of Russia and Belarus, residing in areas contaminated with radionuclides following the Chernobyl accident, for organization of targeted specialized medical assistance

Chekin S.Yu., Maksoutov M.A., Kashcheev V.V., Menailo A.N., Vlasov O.K., Shchukina N.V., Korelo A.M., Tumanov K.A.

A. Tsyb MRRC, Obninsk

The article presents method for selecting groups at risk of cancer from population of Russia and Belarus, residing in areas contaminated with radionuclides following the Chernobyl accident, for organization of targeted specialized medical assistance. The method can also be used for fulfillment of the Requirement 49 of the IAEA International Basic Safety Standards, which concerns estimating the extent of post-remedial control measures and verifying effectiveness of remedial actions with account of residual radiation risk. Groups at risk were selected from the personal data of those registered at the Unified Chernobyl Registry of Russia and Belarus with account of reference risk levels for such radiation associated diseases as leukemias, breast cancer and thyroid cancer. As of 2016, the group at risk of leukemia comprises 31933 people, the level of lifetime attributable risk fraction (LARF) in this group exceeds 70%, the group at risk of breast cancer comprises 15790 people and the group at risk of thyroid cancer comprises 12668 people, the LARF value in both groups exceeds 50% of corresponding maximum levels of LARF in the same year. The overall size of the selected groups at risk of cancer under study comprising population living in contaminated areas of Bryansk and Gomel oblasts is 60391 in 2016.

Keywords: existing exposure situation, Chernobyl NPP, Russia, Belarus, areas contaminated with radionuclides, population, leukemia, breast cancer, thyroid cancer, attributable risk fraction, groups at risk.

References

1. *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources*. International Basic Safety Standards. General Safety Requirements, Part 3. Vienna, IAEA, 2014. 518 p. (In Russian).
2. *ICRP Publication 103*. Eds.: M.F. Kiselev, N.K. Shandala. Moscow, PKF «Alana», 2009. 312 p. (In Russian).
3. *Radiation safety standards (RSS-99/2009)*. Sanitary-epidemiological rules and standards. SP2.6.1.252309. Moscow, Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2009. 100 p. (In Russian).
4. *Malignant neoplasms in Russia in 2014 (morbidity and mortality)*. Eds.: A.D. Kaprin, V.V. Starinskiy, G.V. Petrova. Moscow, P. Hertsen MORI – branch of the NMRRRC of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, 2016. 250 p. (In Russian).
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2006 Report Vol. I, Annex A: Epidemiological studies of radiation and cancer. New York, United Nation, 2008.
6. Ivanov V.K., Tsyb A.F., Konogorov A.P., Rastopchin E.M., Khait S.E. Case-control analysis of leukaemia among Chernobyl accident emergency workers residing in the Russian Federation, 1986-1993. *J. Radiol. Prot.*, 1997, vol. 17, no. 3, pp. 137-157.
7. Ivanov V.K., Tsyb A.F., Petrov A.V., Maksoutov M.A., Shilyaeva T.P., Kochergina E.V. Thyroid cancer incidence among liquidators of the Chernobyl accident: absence of dependence of radiation risks on external radiation dose. *Radiat. Environ. Biophys.*, 2002, vol. 41, no. 3, pp. 195-198.
8. Kesminiene A., Evrard A-S., Ivanov V.K., Malakhova I.V., Kurtinaitis J., Stengrevics A., Tekkel M., Chekin S., Drozdovitch V., Gavrilin Y., Golovanov I., Kryuchkov V.P., Maceika E., Mirkhaidarov A.K.,

Chekin S.Yu.* – Head of Lab.; Maksoutov M.A. – Head of Lab., C. Sc., Tech.; Kashcheev V.V. – Head of Lab., C. Sc., Biol.; Menailo A.N. – Senior Researcher, C. Sc., Biol.; Vlasov O.K. – Head of Lab., D.Sc., Tech.; Shchukina N.V. – Senior Researcher; Korelo A.M. – Senior Researcher; Tumanov K.A. – Head of Lab., C. Sc., Biol. A. Tsyb MRRC.

*Contacts: 4 Korolyov str., Obninsk, Kaluga region, Russia, 249036. Tel.: (484) 399-30-79; e-mail: nrer@obninsk.com.

- Polyakov S., Tenet V., Tukov A.R., Byrnes G., Cardis E.** Risk of thyroid cancer among Chernobyl liquidators. *Radiat. Res.*, 2012, vol. 178, pp. 425-436.
9. **Ivanov V.K., Gorski A.I., Tsyb A.F., Maksioutov M.A., Tumanov K.A., Vlasov O.K.** Radiation-epidemiological studies of thyroid cancer incidence among children and adolescents in the Bryansk oblast of Russia after the Chernobyl accident (1991-2001 follow-up period). *Radiat. Environ. Biophys.*, 2006, vol. 45, no. 1, pp. 9-16.
 10. **Maksioutov M.A., Korelo A.M., Tumanov K.A., Ivanov V.K.** A radiological data bank of Joint Chernobyl Registry of Russia and Belarus. Health effects of Chernobyl: prediction and actual data 30 years after the accident: Theses of the International Scientific and Practical Conference, Obninsk, 17-19 May 2016. P. 90. Available at: <http://www.radiation-and-risk.com/abstracts.pdf> (Accessed 2.09.2016). (In Russian).
 11. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2013 Report Vol. II, Scientific Annex B: Effects of radiation exposure of children. New York, United Nations, 2013.
 12. Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. World Health Organization, 2013.