

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(23)

2020 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 27.04.20
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 200 экз.
Усл. печ. л. 23. Уч.-изд. л. 13,57.
Зак. 29.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и
экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП
«Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор), А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Веялкин (к.б.н., доцент), А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), Д.И. Гавриленко (к.м.н.), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), А.В. Жарикова (к.м.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызилов (д.м.н., профессор), А.В. Макарич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н., доцент), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), А.С. Подгорная (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н., доцент), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н., доцент), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

Редакционный совет

Е.Л. Богдан (МЗ РБ, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), О.В. Алейникова (д.м.н., чл.-кор. НАН РБ, Минск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), В.И. Жарко (Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Пинск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (МЗ РБ, Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), А.Л. Усс (д.м.н., профессор, Минск), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2020

№ 1(23)

2020

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

- Ю.В. Бондарева, А.В. Величко, Т.А. Величко
Анатомо-гистологические особенности строения паращитовидных желез (обзор литературы) 6
- А.Н. Котеров, Л.Н. Ушенкова, М.В. Калинина, А.П. Бiryukov
Краткий обзор мировых исследований лучевых и нелучевых эффектов у работников ядерной индустрии 17
- М.И. Краснобаева, И.С. Соболевская, О.Д. Мяделец
Циркадные ритмы – как один из факторов регуляции биологии волосяных фолликулов (обзор литературы) 32
- О.В. Петкевич, З.А. Дундаров
Феномен транслокации кишечной микробиоты у умерших органных доноров (обзор литературы) 41
- С.А. Цуканова, А.В. Жарикова, А.Н. Цуканов, О.В. Кобылко, В.И. Ходулев
Патофизиологические механизмы дискогенных поясничных радикулопатий (Обзор литературы) 48

Медико-биологические проблемы

- И.В. Веялкин, Ю.В. Чайкова, С.Н. Никонич, Е.А. Дрозд, О.Ф. Сороко, О.Н. Захарова, С.В. Панкова, О.П. Овчинникова, И.П. Боровская
Оценка рисков для здоровья у работников Полесского государственного радиационно-экологического заповедника 59
- А.С. Владыко, Е.П. Счесленок, Е.Г. Фомина, Е.Е. Григорьева, Т.В. Школина, Н.А. Дубков, П.А. Семижон
Особо опасные парамиксовирусы Нипа и Хендра 66
- Н.А. Козелько, Е.В. Толстая
Взаимосвязь психологического состояния у подростков и предпочитаемых компьютерных игр 79

Reviews and problem articles

- Y.V. Bondareva, A.V. Velichko, T.A. Velichko
Anatomical and histological features of the structure of parathyroid glands (literature review) 6
- A.N. Koterov, L.N. Ushenkova, M.V. Kalinina, A.P. Biryukov
Brief review of world researches of radiation and non-radiation effects in nuclear industry workers 17
- M.I. Krasnobaeva, I.S. Sobolevskaya, O.D. Myadelets
Circadian rhythms - as one of the factors in the regulation of the biology of hair follicles 32
- O.V. Petkevich, Z.A. Dundarov
The phenomenon of intestinal microbiota translocation of deceased organ donors (review of literature) 41
- S.A. Tsukanova, A.V. Zharikova, A.N. Tsukanov, O.V. Kobylko, V.I. Hodulev
Pathophysiological mechanisms of lumbar disc radiculopathies [literature review] 48

Medical-biological problems

- I.V. Veyalkin, Yu.V. Chaykova, S.N. Nikonovich, E.A. Drozd, O.F. Soroko, O.N. Zakharova, S.V. Pankova, O.P. Ovchinnikova, I.P. Borovskaya
Health risk assessment for employees of the Polesky State Radiation-Ecological Reserve 59
- A.S. Vladyko, E.P. Scheslenok, E.G. Fomina, E.E. Grigorieva, T.V. Schkolina, N.A. Dubkov, P.A. Semizhon
Especially dangerous paramixoviruses Nipah and Hendra 66
- N.A. Kozelko, E.V. Tolstaya
The relationship of the psychological state in adolescents and preferred computer games 79

В.С. Костюнина, Е.В. Васина, Н.В. Гончарова, Н.В. Петёвка Закономерности развития гранулоцитарно-моноцитарного и мегакариоцитарного ростков миелопоэза CD34+ клеток пуповинной и периферической крови	86	V.S. Kostyunina, E.V. Vasina, N.V. Goncharova, N.V. Petyovka Developmental patterns of granulocyte-monocyte and megakaryocyte lineages from cord and peripheral blood CD34+ cells	
Т.А. Прокопенко, Н.И. Нечипуренко, А.Н. Батян, И.Д. Пашковская, А.П. Зажогин Морфологическая структура биожидкостей и про-, антиоксидантное состояние у пациентов с хронической ишемией мозга при использовании лазерной гемотерапии	94	T.A. Prokopenko, N.I. Nechipurenko, A.N. Batyan, I.D. Pashkovskaya, A.P. Zajogin Morphological structure of bioliquid and pro-, antioxidant state in patients with chronic cerebral ischemia under of laser hemotherapy	
Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Г.Н. Евтушкова, Н.Г. Власова Усовершенствование метода оценки доз облучения населения в ситуации существующего облучения после аварии на Чернобыльской АЭС	102	L.N. Eventova, A.N. Mataras, G.N. Evtushkova, N.G. Vlasova Improvement of the method for assessment of doses of exposed population in the current radiation situation after Chernobyl accident	
<i>Клиническая медицина</i>		<i>Clinical medicine</i>	
М.В. Белевцев, Е.А. Ласюков, М.Г. Шитикова, А.Н. Купчинская, Ю.Е. Марейко, Л.В. Мовчан, Т.В. Шман Особенности восстановления субпопуляций лимфоцитов у пациентов с первичными иммунодефицитами после аллогенной трансплантации гемопоэтической стволовой клетки	109	M.V. Belevtsev, J.A. Lasjukov, M.G. Shytikova, A.N. Kupchinskaya, J.E. Mareiko, L.V. Movchan, T.V. Shman Features of recovery of lymphocyte subpopulations in patients with primary immunodeficiency after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation	
С.В. Зыблева Периферические дендритные клетки в диагностике ранней дисфункции почечного трансплантата	118	S.V. Zybleva Peripheral dendritic cells in the diagnosis of early allograft dysfunction	
Э.В. Могилевец, Л.Ф. Васильчук Лечение многократно рецидивирующего кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода и желудка	123	E.V. Mahiliavets, L.F. Vasilchuk Consecutive approach in treatment of resistant bleeding from esophageal varices	
И.В. Орадовская, Т.Т. Радзивил Иммунный статус персонала Сибирского химического комбината при наличии хронических заболеваний	135	I.V. Oradovskaya, T.T. Radzivil Immune status of personnel of Siberian chemical plant in the presence of chronic diseases	

Н.Н. Усова, А.Н. Цуканов, Т.В. Дробова,
А.П. Савостин, В.В. Мельник

Бессимптомный синдром запястного
канала у женщин молодого возраста 148

Т.М. Шаршакова, В.А. Рожко, И.В. Веялкин
Комплексная организационно-меди-
цинская оценка формирования первич-
ной заболеваемости аутоиммунным
тиреоидитом в Республике Беларусь 154

Обмен опытом

В.Я. Латышева, А.Е. Филюстин,
Н.В. Юрашкевич, В.В. Рожин, Г.В. Коваль-
чук, А.А. Лапеко

Семиотика, диагностика и лечение
гнойного эпидурита. Клинические на-
блюдения 161

М.Г. Русаленко, В.В. Сукристый, И.Г. Сава-
стеева, С.В. Панкова

Распространенность хронических забо-
леваний по результатам диспансериза-
ции сотрудников ГУ «РНПЦ радиаци-
онной медицины и экологии человека» 169

Е.С. Пашинская

Способ культивации *Toxoplasma gondii*
на мышинной модели *in vivo* 176

Юбилей

Захарченко Михаил Петрович
(к 70-летию со дня рождения) 180

N.N. Usova, A.N. Tsukanov, T.V. Drobova,
A.P. Savostin, V.V. Melnik

Asymptomatic carpal tunnel syndrome in
young women

T.M. Sharshakova, V.A. Rozhko, I.V. Veyalkin
Integrated organizational and medical
estimation of primary incidence rates of
autoimmune thyroiditis in the Republic
of Belarus

Experience exchange

V.Ya. Latysheva, A.E. Filustin, N.V. Yurashk-
evich, V.V. Rozhin, G.V. Kovalchuk, A.A. La-
peko

Semiotics, diagnostics and treatment of
purulent epiduritis. Clinical cases

M.G. Rusalenko, V.V. Sukristy, I.G. Savastee-
va, S.V. Pankova

The prevalence of chronic diseases based on
the results of dispensary examination of em-
ployees of the Republican research center
for radiation medicine and human ecology

E.S. Pashinskaya

The method of cultivation of *Toxoplasma*
gondii in a mouse model *in vivo*

Jubilee

Zaharchenko Mihail Petrovich
(On the 70th anniversary)

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В СИТУАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

ГУ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека», г. Гомель, Беларусь

Международные рекомендации в области радиационной безопасности, изменения с течением времени в радиационной обстановке на территории населённых пунктов, загрязнённых чернобыльскими радионуклидами, а также новые данные индивидуальной дозиметрии внутреннего облучения населения по результатам измерений на спектрометре излучения человека (СИЧ), накопленные за период 2016-2018 гг., явились обоснованием к совершенствованию метода оценки доз облучения населения, проживающего в радиоактивно загрязнённых населённых пунктах Республики Беларусь.

В отличие от предшествующего метода 2014 года, в усовершенствованном методе в соответствии с последними рекомендациями Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ), оценка средней годовой эффективной дозы облучения жителей населённого пункта проводится как годовая эффективная доза облучения репрезентативного лица. Репрезентативное лицо эквивалентно и заменяет среднего члена критической группы.

Определены современные коэффициенты связи годовой эффективной дозы внешнего облучения репрезентативного лица с плотностью загрязнения ^{137}Cs на период до 2025 года.

Представлены численные значения эмпирически полученных параметров уравнения линейной регрессии для населённых пунктов различного типа, позволяющие рассчитать годовые эффективные дозы внутреннего облучения репрезентативного лица.

Ключевые слова: доза внутреннего облучения, доза внешнего облучения, средняя годовая эффективная доза облучения, населённый пункт, репрезентативное лицо

Введение

В соответствии с Публикациями 101 и 103 МКРЗ отдаленный период после крупной радиационной аварии, такой как авария на Чернобыльской АЭС, относится к ситуации существующего облучения, и оценка доз проводится в отношении репрезентативного человека, эквивалентного и (или) заменяющего усреднённого представителя наиболее облучаемых людей из населения [1, 2].

С 2014 года методической основой для оценки средних годовых эффективных доз облучения жителей населённых пунктов, расположенных на загрязнённых радионуклидами территориях, являлся метод, изложенный в инструкции по применению «Метод оценки средней годовой эффектив-

ной дозы облучения жителей населённых пунктов, расположенных на территориях, загрязнённых радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС» [3].

За прошедшее пятилетие с учетом изменений в радиационной обстановке, накопленных новых данных индивидуальной дозиметрии внутреннего облучения населения по результатам СИЧ-измерений, а также для приведения метода в соответствие с международными рекомендациями, возникла необходимость в корректировке метода оценки доз облучения.

Дозы внешнего и внутреннего облучения населения, проживающего на загрязнённых чернобыльскими радионуклидами территориях, обусловлены содержанием ^{137}Cs в объектах окружающей среды и поступлением его в организм человека с пи-

щевыми продуктами местного произрастания и производства. Вклад других долгоживущих радионуклидов (^{90}Sr и $^{238, 239, 240}\text{Pu}$) в среднюю годовую эффективную дозу облучения жителей населенных пунктов, расположенных на загрязненных территориях, не учитывается, поскольку не превышает сотой доли от 1 мЗв/год.

Цель исследования: усовершенствовать в ситуации существующего облучения после аварии на ЧАЭС методику оценки доз облучения населения с учетом рекомендаций МКРЗ и накопленных новых данных индивидуальной дозиметрии внутреннего облучения населения по результатам СИЧ-измерений.

Материал и методы исследования

Материалами для проведения исследования явились:

– данные Государственного дозиметрического регистра о дозах внутреннего облучения, рассчитанные по результатам СИЧ-измерений жителей Гомельской области, за период 2016–2018 гг.;

– прогнозные данные Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет) Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь о средних плотностях загрязнения территории населенных пунктов ^{137}Cs на 2021 год;

– данные по типу населенного пункта, в котором постоянно проживает население.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ статистического анализа STATISTICA 8.0 и MS EXCEL 2010.

Результаты исследования

Согласно международным рекомендациям в области радиационной безопасности, в ситуации существующего облучения средние годовые эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов, находящихся на территории радиоактивного загрязнения, принято оценивать в отноше-

нии репрезентативного лица, как представителя наиболее облучаемой группы среди жителей населенного пункта. Следуя рекомендациям МКРЗ Публикация 101, доза облучения репрезентативного лица будет соответствовать средней дозе облучения критической группы.

Средняя годовая эффективная доза облучения жителей населенного пункта, подвергнутого радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС, определяется как сумма доз внешнего (от ^{137}Cs , находящегося в почве) и внутреннего облучений репрезентативного лица от поступившего в организм человека с пищевыми продуктами и водой по формуле:

$$E = E_{RP}^{ext} + E_{RP}^{int}, \quad (1)$$

где E_{RP}^{ext} – годовая эффективная доза внешнего облучения репрезентативного лица, мЗв/год;

E_{RP}^{int} – годовая эффективная доза внутреннего облучения репрезентативного лица, мЗв/год.

Оценка дозы внешнего облучения

Годовая эффективная доза внешнего облучения репрезентативного лица оценивается расчетным методом с использованием эмпирически полученного коэффициента связи дозы внешнего облучения с плотностью загрязнения территории населенного пункта:

$$E_{RP}^{ext} = KF_s \cdot \sigma_{Cs}, \quad (2)$$

где KF_s – коэффициент связи годовой эффективной дозы репрезентативного лица населенного пункта типа s со средней плотностью загрязнения территории населенного пункта ^{137}Cs , мЗв×год⁻¹/кБк×м² (мЗв×год⁻¹/Ки×км²);

σ_{Cs} – средняя плотность загрязнения территории населенного пункта ^{137}Cs на 2021 год, кБк/м² (Ки/км²).

Значения коэффициента связи дозы внешнего облучения с плотностью загрязнения территории ^{137}Cs получены для населенных пунктов различного типа (село, городской поселок, город) по результатам индивидуального дозиметрического кон-

троля методом термолюминесцентной дозиметрии у представителей наиболее облучаемой группы (механизаторы, водители, лесники, полеводы, животноводы) среди жителей соответствующих населённых пунктов за период 1991-2008 гг. и экстраполированы на период до 2025 года.

Значения коэффициента связи дозы внешнего облучения с плотностью загрязнения территории ^{137}Cs для трех типов населённых пунктов представлены в таблице 1.

Оценка дозы внутреннего облучения

При наличии достаточного количества СИЧ-измерений содержания ^{137}Cs в организме жителей конкретного населённого пункта используются данные СИЧ-измерений за один из последних трёх лет или за три года. Критерий достаточности объема СИЧ-измерений содержания ^{137}Cs в организме жителей населённого пункта определённой численности населения представлен в таблице 2.

Годовая эффективная доза внутреннего облучения репрезентативного лица населённого пункта рассчитывается по формуле:

$$\dot{A}^{int} = \frac{1}{n} \cdot \sum_i E_i^{int}, \quad (3)$$

где n – численность лиц критической группы из числа обследуемых жителей НП;

E_i^{int} – эффективная доза внутреннего облучения i -го лица критической группы среди жителей населённого пункта по результатам СИЧ-измерений, мЗв/год.

В случае отсутствия или недостатка данных СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения репрезентативного лица усовершенствовали разработанную в 2014 году расчетную модель. Для усовершенствования модели были использованы 140000 СИЧ-измерений за период 2016-2018 гг. у жителей 388 сельских населённых

Таблица 1 – Значения коэффициента KF_s для расчета годовой эффективной дозы внешнего облучения репрезентативного лица населённого пункта соответствующего типа

Коэффициент	Тип населённого пункта		
	сельский	поселковый	городской
$KF_s, \text{ мЗв/кБк}\cdot\text{м}^{-2}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$
$KF_s, \text{ мЗв/Ки}\cdot\text{км}^{-2}$	0,049	0,027	0,021

ных пунктов Гомельской области. Из этого количества данных 26000 измерений среди наиболее облучаемой группы жителей населённых пунктов составили обучающую выборку. Населённые пункты обучающей выборки, так же, как и все населённые пункты Республики Беларусь, расположенные на территории радиоактивного загрязнения, были классифицированы по факторам, оказывающим влияние на формирование дозы внутреннего облучения, на три региона, различающиеся радиоэкологическими и социальными условиями аналогично тому, как это было выполнено в работе [4]:

- Центральный регион: Брагинский, Житковичский, Калинковичский, Мозырский, Речицкий, Рогачевский, Петриковский, Светлогорский, Хойникский, Дрогичинский, Дятловский, Ивьевский, Новогрудский, Славгородский, Бобруйский, Быховский, Кировский, Слуцкий, Березинский, Вилейский и Молодечненский районы;
- Северо-Восточный регион: Буда-Косшелевский, Ветковский, Гомельский, Добрушский, Жлобинский, Кормянский, Лоевский, Чечерский, Бельничский, Климовичский, Кличевский, Костюковичский, Краснопольский, Кричевский, Могилевский, Мстиславский,

Таблица 2 – Объем выборки с доверительной вероятностью 0,95 для корректной оценки доз облучения жителей населённого пункта

Число жителей в населённом пункте	<100	100-1000	1000-10000	>10000
Объем выборки	не менее 85% от общей численности	не менее 40% от общей численности	не менее 10% от общей численности	680 человек

Чаусский, Чериковский, Толочинский, Воложинский, Крупский, Логойский и Столбцовский районы;

- Полесский регион: Ельский, Лельчицкий, Наровлянский, Лунинецкий, Пинский, Столинский и Солигорский районы.

Для каждого региона была установлена регрессионная зависимость годовой эффективной дозы внутреннего облучения репрезентативного лица от средней плотности загрязнения территории населённого пункта ^{137}Cs (рисунки 1-3).

Таким образом, в случае отсутствия или недостатка СИЧ-измерений годовая эффективная доза внутреннего облучения репрезентативного лица населенного пункта определяется по уравнению линейной регрессии вида:

$$E_{RP}^{int} = a + b \cdot \sigma_{Cs}, \quad (4)$$

где E_{RP}^{int} годовая эффективная доза внутреннего облучения репрезентативного лица;

a – свободный член уравнения регрессии, эмпирически полученный для каждого региона, значения которого представлены в таблице 2, мЗв/год;

b – коэффициент регрессии, определяющий связь годовой эффективной дозы внутреннего облучения репрезентативного лица со средней плотностью загрязнения территории населенного пункта ^{137}Cs , мЗв×год⁻¹/кБк×м⁻² (мЗв×год⁻¹/Ки×км⁻²);

σ_{Cs} – средняя плотность загрязнения территории населенного пункта ^{137}Cs на 2021 год, кБк/м² (Ки/км²).

Значения параметров уравнения линейной регрессии для населённых пунктов 3-х регионов, различающихся по радиоэкологическим условиям, представлены в таблице 3.

Чтобы оценить качество модели, была сформирована контрольная выборка, включающая 44 населенных пункта Гомельской области из трёх регионов, которые сознательно не были включены в выборку для разработки модели.

Сравнительный анализ доз внутреннего облучения репрезентативного лица, рассчитанных по модели и по результатам

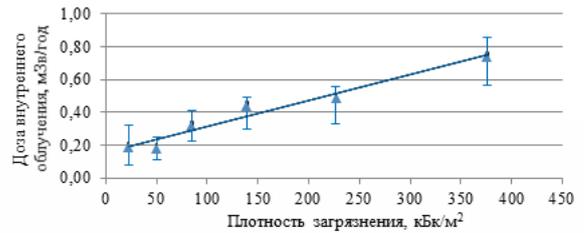


Рисунок 1 – Зависимость дозы внутреннего облучения жителей Полесского региона от плотности загрязнения ^{137}Cs



Рисунок 2 – Зависимость дозы внутреннего облучения жителей Центрального региона от плотности загрязнения ^{137}Cs

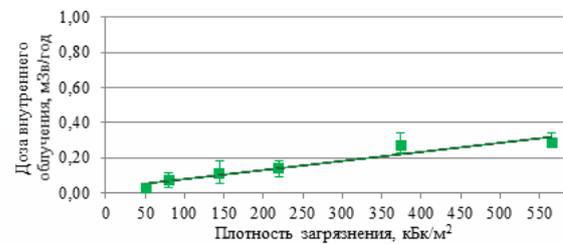


Рисунок 3 – Зависимость дозы внутреннего облучения жителей Северо-Восточного региона от плотности загрязнения ^{137}Cs

Таблица 3 – Параметры уравнения линейной регрессии для 3-х регионов

Регион	Параметры уравнения $y = a + bx$		Коэффициент корреляции
	a	b	
Полесский	0,1560	0,0020	0,98
Центральный	0,0587	0,0003	0,95
Северо-Восточный	0,0280	0,0005	0,96

СИЧ-измерений критической группы жителей в одних и тех же населенных пунктах контрольной выборки показал, что в целом по выбранным населенным пунктам всех регионов, расположенных на территориях с различной плотностью загрязнения, значения годовых эффективных доз облучения совпадают в пределах ошибки СИЧ-измерений. В среднем отношение доз, оцененных двумя методами, близко к 1. Ошибка прогноза по модели составила 21%, что свидетельствует о высоком качестве модели.

Для проведения апробации метода были выбраны 34 населенных пункта, расположенные на территории радиоактивного загрязнения и различающиеся по социальным и радиэкологическим условиям формирования доз внешнего и внутреннего облучения. Результаты апробации представлены в таблице 4.

По предварительным данным апробации по сравнению с 2015 годом отмечается снижение дозы внешнего облучения на 29%, дозы внутреннего облучения – на 33%, суммарной дозы – на 31%.

Заключение

Усовершенствован метод оценки средних годовых эффективных доз внешнего и внутреннего облучения жителей радиоактивно загрязненных населенных пунктов Республики Беларусь. Согласно международным рекомендациям в области радиационной защиты оценка средних годовых эффективных доз облучения проводится в отношении репрезентативного лица, как представителя наиболее облучаемой группы среди жителей населенных пунктов.

На период 2021-2025 гг. определены современные коэффициенты связи средней годовой эффективной дозы внешнего облучения репрезентативного лица с плотностью загрязнения территории населенного пункта ^{137}Cs .

Получены новые численные значения параметров уравнения линейной регрессии для трех регионов, различающихся

экологическими условиями, позволяющие прогнозировать с достаточно высокой точностью годовые эффективные дозы внутреннего облучения репрезентативного лица для тех населенных пунктов, у жителей которых данные по СИЧ-измерениям отсутствуют или их недостаточно.

Усовершенствованный метод изложен в Инструкции по применению «Метод оценки средних годовых эффективных доз облучения населения» [5], которая является методической основой для оценки доз облучения населения и создания Каталога средних годовых эффективных доз облучения жителей 2193 населенных пунктов, расположенных на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь.

Библиографический список

1. Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection. ICRP Publication 101 // Annals of the ICRP. – 2007. – 101 p.
2. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103 // Annals of the ICRP. – 2008. – Vol 37. – 104 p.
3. Метод оценки средней годовой эффективной дозы облучения жителей населенных пунктов, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС / Инструкция по применению. Утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь 12.12.2014 г. № 094-0914. – Гомель, 2014.
4. Власова, Н.Г. Статистический анализ результатов СИЧ-измерений для оценки дозы внутреннего облучения сельских жителей в отдаленный период аварии на ЧАЭС / Н.Г. Власова, Л.А. Чунихин, Д.Н. Дроздов // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – № 4. – С. 397-406.
5. Метод оценки средних годовых эффективных доз облучения населения / Инструкция по применению. Утв. Министерством здравоохранения Республики Беларусь 06.12.2019 г. № 117-0919. – Гомель, 2019.

Таблица 4 – Характеристика и годовые дозы внешнего, внутреннего облучения, суммарные дозы облучения репрезентативного лица для 34 населённых пунктов на период 2021-2025 гг., по которым проведена апробация метода

Район	Сельсовет	Населенный пункт	Плотн. загряз., кБк/м ²	Числ. насел.	Доза внеш. обл., мЗв/год	Доза внутр. обл., мЗв/год	Сумм. доза обл., мЗв/год
Брестская область							
Дрогичинский	Закозельский	Орловичи	33	85	0,04	0,07	0,11
Лунинецкий	Синкевичский	Лутовень	34	212	0,05	0,22	0,27
Пинский	Хойновский	Жидче	40	538	0,05	0,24	0,29
Столинский	Глинковский	Лука	45	242	0,06	0,25	0,30
Столинский	Хоромский	Уголец	48	232	0,06	0,25	0,31
Гомельская область							
Ветковский	Светиловичский	Федоровка	259	29	0,34	0,70	1,04
Ельский	Добрынский	Новая Рудня	244	60	0,32	0,70	1,02
Ельский	Добрынский	Словечно	304	52	0,40	1,31	1,71
Ельский	Кочищанский	Некрашовка	267	5	0,35	0,69	1,04
Лельчицкий	Стодоличский	Ковыжев	128	8	0,17	0,41	0,58
Житковичский	Юркевичский	Песчаники	40	25	0,05	0,071	0,12
Наровлянский	Вербовичский	Антонов	305	139	0,40	0,77	1,17
Наровлянский	Вербовичский	Вербовичи	414	206	0,55	0,98	1,53
Наровлянский	Вербовичский	Гридни	361	13	0,48	0,88	1,36
Наровлянский	Вербовичский	Грушевка	313	191	0,41	0,78	1,19
Наровлянский	Головчицкий	Гажин	131	156	0,17	1,26	1,43
Наровлянский	Головчицкий	Головчицы	298	394	0,39	0,75	1,14
Наровлянский	Головчицкий	Лубень	502	3	0,66	1,16	1,82
Наровлянский	Головчицкий	Свеча	191	35	0,25	1,24	1,49
Наровлянский	Головчицкий	Чехи	334	9	0,44	0,82	1,26
Наровлянский	Кировский	Дзержинск	306	50	0,40	1,04	1,44
Наровлянский	Кировский	Киров	383	329	0,51	0,98	1,49
Наровлянский	Кировский	Ничипоровка	288	5	0,38	0,73	1,11
Наровлянский	Кировский	Хоменки	374	8	0,50	0,90	1,40
Наровлянский	Наровлянский	Гута	378	4	0,50	0,91	1,41
Наровлянский	Наровлянский	Завойть	282	201	0,37	0,72	1,09
Наровлянский	Наровлянский	Заракитное	411	8	0,54	0,98	1,52
Наровлянский	Наровлянский	Конотоп	414	109	0,55	0,98	1,53
Рогачевский	Запольский	Новоселье	35	2	0,05	0,069	0,12
Чечерский	Полесский	Болсуны	156	210	0,21	1,28	1,49
Могилевская область							
Быховский	Лудчицкий	Слобода	54	10	0,07	0,075	0,15
Краснопольский	Горский	Романов	146	5	0,19	0,101	0,29
Могилевский	Заводскослободский	Полевой	33	5	0,04	0,044	0,09
Чериковский	Речицкий	Мостково	186	3	0,25	0,121	0,37

L.N. Eventova, A.N. Mataras, G.N. Evtushkova, N.G. Vlasova

**IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR ASSESEMENT
OF DOSES OF EXPOSED POPULATION IN THE CURRENT
RADIATION SITUATION AFTER CHERNOBYL ACCIDENT**

International standards in radiation protection, changes over time in the radiation situation on the territory of settlements contaminated due to Chernobyl accident, as well as accumulated over the period 2016-2018 new dosimetry data on individual internal exposure of the population based on the results of whole body counter measurements were the rationale for improving the method of assessing radiation doses to population living in radioactively contaminated settlements of the Republic of Belarus.

Unlike the previous method in 2014, the improved method in accordance with the latest recommendations of the International Commission on Radiological Protection intends to estimate the average annual effective exposure dose to residents of a settlement as the annual effective exposure dose to a representative person. Representative person is equivalent and replaces the average member of the critical group.

We have determined the updated correlation coefficients of the annual effective dose of the external exposure to representative person with the contamination density of ^{137}Cs for the period up to 2025.

The numerical values of the empirically obtained parameters of the linear regression equation for settlements of various types are presented, which make it possible to calculate the annual effective doses of the internal exposure to representative person.

Key words: *internal exposure dose, external exposure dose, average annual effective exposure dose, settlement, representative person*

Поступила 17.03.2020